UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

ANA PAULA DANTAS PASSOS

**Integração de variáveis motoras, cognitivas, nutricionais,
metabólicas e de influência epigenética relativas à Primeira
Infância como uma ferramenta para investigação do
Desenvolvimento Infantil**

(versão corrigida)

SÃO PAULO

2019

ANA PAULA DANTAS PASSOS

**Integração de variáveis motoras, cognitivas, nutricionais,
metabólicas e de influência epigenética relativas à Primeira
Infância como uma ferramenta para investigação do
Desenvolvimento Infantil**

**Integration of motor, cognitive, nutritional, metabolic,
and epigenetic influence variables related to Early
Childhood as a tool for investigation of Child Development**

(EXEMPLAR CORRIGIDO - O original se encontra disponível no
Instituto de Biociências da USP)

Tese apresentada ao Departamento de Fisiologia
do Instituto de Biociências da Universidade de
São Paulo para a obtenção do título de Doutora
em Fisiologia.

Área de Concentração: Fisiologia Geral

Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Pereira
Wilken Bicudo

SÃO PAULO

2019

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Ficha catalográfica elaborada pelo Serviço de Biblioteca do Instituto de Biociências da USP, com os dados fornecidos pelo autor no formulário:

<http://www.ib.usp.br/biblioteca/ficha-catalografica/ficha.php>

Passos, Ana Paula Dantas

Integração de variáveis motoras, cognitivas, nutricionais, metabólicas e de influência epigenética relativas à primeira infância como ferramenta para investigação do desenvolvimento infantil./ Ana Paula Dantas Passos; orientador José Eduardo Pereira Wilken Bicudo. -- São Paulo, 2019.

167 f. + anexo

Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Departamento de Fisiologia.

1. Desenvolvimento infantil. 2. Nutrição. 3. Desenvolvimento Motor. 4. Cognição. 5. Epigênese genética. I. Bicudo, José Eduardo Pereira Wilken, orient. II. Título.

Bibliotecária responsável pela estrutura da catalogação da publicação:
Elisabete da Cruz Neves – CRB – 8/6228

PASSOS, A. P. D. Integração de variáveis motoras, cognitivas, nutricionais, metabólicas e de influência epigenética relativas à Primeira Infância como uma ferramenta para investigação do Desenvolvimento Infantil. 2019. 138 f. Tese apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Doutora em Fisiologia Geral

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Ao meu grande amigo Pedro Gandolla, que sempre acreditou em mim e me deu todo o suporte nos momentos mais difíceis. A quem me ensinou a ter uma utopia e me inspirou para este trabalho. Sem ele, nada disso teria sido possível.

Ao Prof. Dr. José Eduardo P. W. Bicudo, que aceitou o desafio de ser meu orientador nesta jornada de conhecimento que foi para nós dois. Registro aqui minha admiração por sua bondade, elegância e ousadia.

Ao Prof. Dr. José Guilherme Chauí Berlinck, a quem me acolheu novamente em seu laboratório anos depois e me deu todo o suporte de que precisei, pelos cafés tomados, pelas conversas, pela co-orientação não oficial. A quem sempre me refiro como orientador.

À Dona Domingas, uma pessoa humilde mas de coração gigante que me ensinou muito sobre o agir no mundo. Sua presença faz falta.

À minha mãe, que deitava minha cabeça em seu colo para que eu pudesse relaxar e me presenteava com um mingau quentinho à noite, quando eu chegava. Espero que não se esqueça de mim.

Ao meu pai, cujo último comentário foi de que tinha uma filha fazendo Doutorado na USP. Pai, finalmente, terminei.

A “meus aluninhos”, alguns, hoje, com seus filhos, que me instigaram a realizar este trabalho. Os benefícios do que aqui está, infelizmente, não chegam diretamente a vocês. Mas espero que seus filhos dele se beneficiem.

AGRADECIMENTOS

À Adriana Matias, Gislaine Menezes e Sabrina Ferreira pelo suporte nos momentos mais difíceis e por “segurarem a barra” dos projetos paralelos que temos enquanto elaborava este trabalho. Somos poucas, mas somos fortes!

À Tatiana Kawamoto que sempre me incentivou durante todo este processo. Suas palavras doces de incentivo me ajudaram em muitos momentos em que caíam ciscos em meus olhos.

Ao Cristian Silvestre (Mr. Cristian), que aceitava o convite para o café e me ouvia contar as descobertas que este trabalho me trazia e se fascinava junto comigo.

À Kátia Iadocico, pelo incentivo, pelas “travessuras” pelo aniversário de nosso orientador, pelas conversas e pela caneca onde tomo meu chazinho para voltar a escrever.

Ao José Eduardo Shoubia, nosso querido Zé, pelas conversas em que ele me ouvia compartilhar meus planos e meus sonhos. Zé, eles estão se concretizando!

À Roseli Silva Santos, a doce Rose, que me ajudou com as burocracias da Universidade e, principalmente, com os prazos na reta final. Rose, saiba que muitas crianças se beneficiarão deste trabalho. Muito obrigada por me ajudar com os bastidores da Universidade. Não teria conseguido sem a sua ajuda.

Ao Prof. Dr. José Guilherme Chauí Berlinck, o ZéGui, pela co-orientação não oficial, por me acolher no laboratório, pelos almoços e cafés, pelas conversas, por todo apoio, por sua presença no momento de grande perda, por ser humano. Saiba que mora no meu coração e dele não vai sair mais, tá?

Ao Prof. Dr. José Eduardo Bicudo, o querido Bicudo, pela orientação, por aceitar a ousadia deste trabalho tão diferente de tudo o que já fez. Obrigada por estar junto desde meus primórdios no Departamento de Fisiologia, pela proteção e pela coragem, por me ensinar, em atitudes, o que é fazer ciência de verdade. Pela compreensão, por abrir os caminhos para eu iniciar uma nova fase em minha vida e por me permitir ter a honra de fechar, junto contigo, o ciclo no Departamento de Fisiologia do IBUSP.

Ao Pedro Gandolla, que me ajudou a encontrar meu caminho. Este título de Doutor também é seu, por todas as suas lutas pela infância, por ter aberto meus olhos e meu coração, por ter me inspirado nesta jornada de amadurecimento. Pena que só exista a expressão “obrigada” em nosso vocabulário. Ela não é suficiente para expressar toda a gratidão por tamanha doação. Mesmo assim, obrigada, muito obrigada!

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico e Científico pela concessão da bolsa de doutorado.

À Luciana Isaura Linares, que abriu a escola para que eu pudesse realizar este trabalho.

À utopia de ver toda criança feliz, na plenitude de suas potencialidades, ávidas por descobrir o mundo, que me inspirou a escrever todas essas linhas (e não são poucas) para aqueles que quiserem proporcionar às crianças a chance de serem quem elas podem ser, em vez de serem menos do que poderiam ter sido.

Este trabalho é o início de uma grande jornada.

“Les plus sages s’attachent à ce qu’il importe aux hommes de savoir, sans considérer ce que les enfants sont en état d’apprendre. Ils cherchent toujours l’homme dans l’enfant, sans penser à ce qu’il est avant que d’être homme”.

(Os escritores mais sábios dedicam-se ao que um homem deve saber, sem perguntar o que uma criança é capaz de aprender. Eles estão sempre procurando o homem na criança, sem considerar o que ele é antes de se tornar um homem)

Jean-Jacques Rousseau, 1762, “Émile ou De l’Education”, p.1.

“What seems more difficult for us is to take time to watch, enjoy, and appreciate our children as we give them a chance to do their own growing”.

Crain, 2017, “Theories of Development: concepts and applications”, p.34.

“To save to the world the best in youth we must begin by conserving the best in childhood”.

Arnold Gesell e Beatrice Gesell, 1912, “The Normal Child and Primary Education”, p. 311.

“É preciso uma aldeia inteira para cuidar de uma criança”.

Provérbio africano.

RESUMO

PASSOS, A. P. D. **Integração de variáveis motoras, cognitivas, nutricionais, metabólicas e de influência epigenética relativas à Primeira Infância como uma ferramenta para investigação do Desenvolvimento Infantil.** 2019. 138 f. Tese (Doutorado em Fisiologia Geral) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. 2019

O desenvolvimento infantil inclui dimensões interdependentes que abrangem os ajustes fisiológicos às perturbações, com a modulação de genes via mecanismos epigenéticos em resposta às influências do ambiente físico e social que, por sua vez, moldam a saúde e o desenvolvimento da criança, refletindo-se na aprendizagem, no comportamento e no bem-estar físico e mental durante a infância e ao longo da vida. É um processo dinâmico no qual a criança passa de um indivíduo totalmente dependente de seu cuidador, para um ser que responde às percepções de forma planejada, organizada e independente. Promover as condições para que o desenvolvimento da criança ocorra de forma saudável depende de se conhecer como ele se manifesta nos diferentes aspectos ao longo do desenvolvimento infantil. No presente trabalho, foram estudados os aspectos cognição, motricidade, nutrição, metabolismo e fatores de influência epigenética durante o desenvolvimento infantil, de forma integrada e multidisciplinar, tendo, como base, pesquisas realizadas nos últimos 40 anos sobre esses aspectos; como parâmetro, os períodos sensíveis, nos quais a plasticidade é maior, sendo janelas de oportunidades para intervenções em prol da saúde e bem-estar da criança; e como apresentação, ferramentas para o acompanhamento dos marcos do desenvolvimento infantil, de sugestão de estímulos e de investigação do andamento do desenvolvimento infantil, com o objetivo de democratizar este conhecimento, tornando-o acessível e funcional a pais, educadores e cuidadores de crianças entre 0 e 6 anos de idade.

PALAVRAS-CHAVES: Cognição, metabolismo, motricidade, nutrição, epigenética, primeira infância, desenvolvimento infantil, anamnese.

ABSTRACT

PASSOS, A. P. D. **Integration of motor, cognitive, nutritional, metabolic, and epigenetic influence variables related to Early Childhood as a tool for investigation of Child Development.** 2019. 138 s. Thesis (PhD in Physiology) – Bioscience Institute, University of de Sao Paulo. 2019

Child development comprises interdependent dimensions which embrace physiological adjustments to disturbances caused by epigenetic modulations of genes in response to physical and social environmental influences, which in turn, shape the health of the child during his/her development, and reflects on his/her learning, behavior, and physical and mental well-being through his/her life span. It is a dynamic process in which the child turns from a totally dependent on his/her caregiver to a human being who responds to one who perceptions in a planned, organized and independent way. Promoting the conditions to a child healthy development depends on knowing how it manifests in different aspects through his/her development. In the present work, cognition, motricity, nutrition, metabolism, and epigenetics during child development were studied in an integrative and multidisciplinary manner based on the last 40 years of research on child development; with the use of sensitive periods as parameters, in which the plasticity is greater than in any other period in life, and which are translated into windows of opportunity for healthy interventions; and tools to keep up with child development milestones, to suggest stimuli according to a specific milestone, and to investigate the progress of child development, with the purpose of democratizing such knowledge, thus making it accessible and functional to parents, teachers and caregivers of children from zero to six years of age.

KEY WORDS: Cognition, metabolism, motricity, nutrition, epigenetic, infancy, child development, anamnesis.

RESUMEN

PASSOS, A. P. D. **Integración de variables motoras, cognitivas, nutricionales, metabólicas y de influencia epigenética relacionadas a la Primera Infancia como una herramienta para la investigación del Desarrollo Infantil.** 2019. 138 h. Tesis (Doctorado en Fisiología General) – Instituto de Biociencias, Universidad de São Paulo. 2019.

El desarrollo infantil incluye dimensiones interdependientes que abarcan los ajustes fisiológicos a las perturbaciones, con la modulación de genes a través de mecanismos epigenéticos en respuesta a las influencias del ambiente físico y social que, a su vez, moldean a la salud y el desarrollo del niño, reflejándose en el aprendizaje, en el comportamiento y en el bienestar físico y mental a lo largo de la vida. Es un proceso dinámico en el cual el niño pasa de un individuo totalmente dependiente de su cuidador, para un ser que responde a las percepciones de manera planificada, organizada e independiente. Promover las condiciones para que el desarrollo del niño ocurra de manera saludable depende de se conocer como él se manifiesta en los diferentes aspectos a lo largo del desarrollo infantil. En este trabajo, fueron estudiados los aspectos cognitivos, motores, nutricionales, metabólicos y los factores de influencia epigenética durante el desarrollo infantil, de manera integrada y multidisciplinar, y que se tiene, como base, investigaciones realizadas en los últimos 40 años sobre esos aspectos; como parámetro, los períodos sensibles, en los cuales la plasticidad es mayor, con las ventanas de oportunidades para la realización de intervenciones en pro de la salud del niño; y como presentación, herramientas para el acompañamiento de los hitos del desarrollo infantil para la sugerencia de estímulos y de investigación del progreso del desarrollo infantil, con el objetivo de democratizar este conocimiento, haciéndolo accesible y funcional a padres, educadores y cuidadores de niños entre 0 y 6 años de edad.

CLAVE: Cognición, metabolismo, motricidad, nutrición, epigenética, primera infancia, desarrollo infantil, anamnesia.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01: Número de crianças por idade.

Gráfico 02: Gestação foi esperada?

Gráfico 03: Gestação: alimentação da mãe.

Gráfico 04: Gestação tranquila?

Gráfico 05: Pai acompanhou a gestação?

Gráfico 06: Número de partos normais, cesarianas, fórceps e humanizados.

Gráfico 07: Amamentação.

Gráfico 08: Alimentação da Criança.

Gráfico 09: Mãe brinca com a criança?

Gráfico 10: Há espaço suficiente na casa?

Gráfico 11: Gritam com a criança?

Gráfico 12: A criança apanha?

Gráfico 13: Escolaridade da mãe e do pai.

Gráfico 14: Pai e mãe estão empregados?

Gráfico 15: Sabe de algum caso de violência?

Gráfico 16: Serviços básicos distantes?

Gráfico 17: Comunidade recebe auxílio externo?

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Desenvolvimento Nutricional.

Tabela 02: Equação para cálculo de ERE do 1° ao 36° mês.

Tabela 03: Escala de Apgar.

Tabela 04: Resultado das Anamneses.

Tabela 05: contingências e soluções para a aplicação da Anamnese do
Desenvolvimento Infantil.

Tabela 06: Comportamentos observáveis em crianças com alguma deficiência
nutricional.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Motor.

Figura 02: Planilha Anamnese do Desenvolvimento Infantil.

Figura 03: Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Metabólico.

Figura 04: Planilha de Aplicação dos Estímulos Motores.

Figura 05: Planilha de Aplicação dos Estímulos Nutricionais.

Figura 06: Tabela TACO®

Figura 07: Planilha de Aplicação dos Estímulos.

Figura 08: Janelas de Oportunidades.

Figura 09: Períodos Sensíveis.

Figura 10: Planilha de Resultados: Criança.

Figura 11: Períodos críticos durante a gestação.

Figura 12: Planilha de Resultados: Pais.

Figura 13: Planilha de Resultados: Comunidade

Figura 14: Dados gerais: Gestação.

Figura 15: Dados gerais: Nutrição da criança.

Figura 16: Dados gerais: Convivência.

Figura 17: Dados gerais: Pais.

Figura 18: Dados gerais: Comunidade.

Figura 19: Abordagem multidisciplinar da infância.

Figura 20: Base de conhecimento.

LISTA DE SIGLAS

BLW: Baby-Led Weaning

CIESP: Confederação das Indústrias do Estado de São Paulo.

DLW: Double Labeled Water.

ECG: Energy Cost of Growth.

EER: Estimated Energy Requirement.

EF I: Ensino Fundamental I.

EF II: Ensino Fundamental II.

EI: Educação/Ensino Infantil

EM: Ensino Médio.

ERE: Energia Requerida Estimada.

ES: Ensino Superior.

FAO: Food and Agriculture Organization of the United States.

FJP: Fundação João Pinheiro.

HPA: Hipotálamo-Pituitária-Adrenal.

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

ID: Identificação

IDH: Índice de Desenvolvimento Humano.

IDR: Ingestão Diária Recomendada.

IOM: Institute of Medicine

ITA: Instituto Tecnológico da Aeronáutica.

MC: Massa Corpórea.

NEPA: Núcleo de Estudos de Práticas Alimentares.

OMS: Organização Mundial de Saúde.

ONG: Organização Não-Governamental.

ONU: Organização das Nações Unidas.

PNUD: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento.

PUFAs: PoliUnsaturated Fatty Acids

RDC: Resolução da Diretoria Colegiada.

SNC: Sistema Nervoso Central.

TACO: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos.

TEE: Total Energy Expenditure.

TM: Taxa Metabólica.

TMB: Taxa Metabólica Basal.

UNICAMP: Universidade Estadual de Campinas.

UNU: Universidade das Nações Unidas.

WHO: World Health Organization.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	A FISIOLÓGIA SOB UM ENFOQUE INTEGRADO DE SISTEMAS E DEFINIÇÕES	3
1.2	PERSPECTIVA HISTÓRICA DOS ESTUDOS SOBRE DESENVOLVIMENTO INFANTIL	7
1.2.1	<i>Pensamento Preformacionista</i>	7
1.2.2	<i>A importância dos primeiros anos de vida</i>	8
1.2.3	<i>O Desenvolvimento Infantil por estágios.....</i>	9
1.2.4	<i>Períodos Sensíveis (Janelas de Oportunidades)</i>	12
1.2.5	<i>Cognição e Desenvolvimento Infantil.....</i>	14
1.2.6	<i>Motoridade e Desenvolvimento Infantil</i>	20
1.2.7	<i>Nutrição e Desenvolvimento Infantil.....</i>	26
1.2.8	<i>Metabolismo e Desenvolvimento Infantil.....</i>	27
1.2.9	<i>Epigenética e Desenvolvimento Infantil</i>	29
1.3	A IMPORTÂNCIA DE UM ENFOQUE INTEGRATIVO DO DESENVOLVIMENTO INFANTIL	31
1.4	O CENÁRIO	33
1.5	OBJETIVO.....	35
1.5.1	<i>Objetivo Geral.....</i>	35
1.5.2	<i>Objetivos Específicos.....</i>	35
1.5.3	<i>Objetivos Operacionalizados</i>	36
1.6	JUSTIFICATIVA	37
2	MATERIAIS E MÉTODOS	41
2.1	APRESENTAÇÃO DO MAPEAMENTO COMO MARCOS DE DESENVOLVIMENTO (<i>MILESTONE</i>)	43
2.2	APRESENTAÇÃO DOS MARCOS DE DESENVOLVIMENTO COMO PLANILHAS	44
2.3	ORGANIZAÇÃO DAS PLANILHAS DOS MARCOS DE DESENVOLVIMENTO E DOS ESTÍMULOS	45
2.4	ELABORAÇÃO DA PLANILHA DE ANAMNESE DO DESENVOLVIMENTO INFANTIL.....	46
2.5	APLICAÇÃO DA ANAMNESE DO DESENVOLVIMENTO INFANTIL	49
3	RESULTADOS & DISCUSSÃO	51
3.1	PLANILHAS DE ACOMPANHAMENTO DO DESENVOLVIMENTO.....	51
3.2	PLANILHAS DE APLICAÇÃO DOS ESTÍMULOS.....	56
3.3	PLANILHAS DE ACOMPANHAMENTO E DE APLICAÇÃO E AS “JANELAS DE OPORTUNIDADES”	60
3.4	INTEGRAÇÃO DAS VARIÁVEIS METABÓLICAS, COGNITIVAS, MOTORAS, NUTRICIONAIS E DE INFLUÊNCIA EPIGENÉTICA RELATIVAS À PRIMEIRA INFÂNCIA: PLANILHA DE ANAMNESE DO DESENVOLVIMENTO INFANTIL	64
3.4.1	<i>Elaboração das planilhas de anamnese</i>	64
3.4.1.1	<i>Planilha de Anamnese: Criança.....</i>	65

3.4.1.2	Planilha de Anamnese: Pais & Cuidadores	74
3.4.1.3	Planilha de Anamnese: Comunidade.....	79
3.4.1.4	Planilhas de Informação	80
3.4.2	<i>Aplicação da Anamnese da Primeira Infância</i>	<i>81</i>
3.4.2.1	Dados obtidos com a aplicação da Anamnese da Primeira Infância.....	81
3.4.2.2	Algumas inferências a partir dos dados obtidos com a aplicação da Anamnese do Desenvolvimento Infantil.....	89
3.4.2.3	Melhorias na aplicação da Anamnese do Desenvolvimento Infantil.....	92
3.4.3	<i>Anamnese do Desenvolvimento Infantil como prova de conceito</i>	<i>94</i>
3.5	CONTRIBUIÇÕES À SAÚDE PÚBLICA	95
3.6	CONTRIBUIÇÕES ÀS PRÁTICAS PEDAGÓGICAS PARA CRIANÇAS DE 0 AOS 6 ANOS.....	96
3.7	CONTRIBUIÇÃO SOCIAL: MARCO LEGAL DO DESENVOLVIMENTO INFANTIL	100
3.8	CONTRIBUIÇÃO SOBRE O ESTADO DA ARTE DAS PESQUISAS SOBRE DESENVOLVIMENTO INFANTIL.....	101
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	105
4.1	DOS BENEFÍCIOS E DAS POSSIBILIDADES.....	106
4.1.1	<i>Perspectivas de Utilização dos Marcos de Desenvolvimento e da Anamnese do Desenvolvimento Infantil.....</i>	<i>106</i>
4.1.1.1	Em Políticas Públicas.....	106
4.1.1.1.1	Políticas Públicas: British Columbia, Canadá.	107
4.1.1.1.2	Potencial da Anamnese do Desenvolvimento Infantil para Políticas Públicas	109
4.1.1.1.3	Expansão da Anamnese do Desenvolvimento Infantil e Big Data	109
4.1.1.2	Na Educação	110
4.2	DEPOIS DOS ESTUDOS, AS AÇÕES EM DESENVOLVIMENTO INFANTIL	111
4.3	GARANTIAS DE UM DESENVOLVIMENTO INFANTIL SAUDÁVEL	112
5	REFERÊNCIAS	117
6	ANEXOS	151
	ANEXO A: SOFTWARES ONLINE DE ACOMPANHAMENTO DO DESENVOLVIMENTO INFANTIL.....	153
	• <i>Child Development App (NICC).....</i>	<i>153</i>
	• <i>Milestone Tracker App</i>	<i>154</i>
	ANEXO B: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	157
	ANEXO C: PLANILHA DE ACOMPANHAMENTO DO DESENVOLVIMENTO MOTOR	161
	ANEXO D: COGNIÇÃO	183
	ANEXO E: PLANILHA DE ACOMPANHAMENTO DO DESENVOLVIMENTO COGNITIVO: DESCRIÇÃO.....	193
	ANEXO F: RDC N° 269, DE 22 DE SETEMBRO DE 2005.	229
	ANEXO G: INGESTÃO DIÁRIA RECOMENDADA (IDR) (FAO/OMS)	237
	ANEXO H: IDR (RDC N° 269) vs. IDR (FAO/OMS).....	241
	ANEXO I: NUTRIÇÃO.....	245
	• Macronutrientes.....	246

• Carboidratos.....	246
• Lipídios.....	251
• Proteínas.....	255
• Fibras	260
• Micronutrientes.....	261
• Vitamina A.....	261
▪ Vitamina D	263
▪ Vitamina E	265
▪ Vitamina K.....	267
▪ Vitamina C.....	268
▪ Complexo B	270
▪ Vitamina B ₁ (Tiamina).....	270
▪ Vitamina B ₂ (Riboflavina).....	272
▪ Vitamina B ₃ (Niacina).....	272
▪ Vitamina B ₅ (Ácido Pantotênico)	274
▪ Vitamina B ₆ (Piridoxina).....	275
▪ Vitamina B ₇ ou Vitamina H (Biotina).....	277
▪ Vitamina B ₉ (Folato ou Ácido Fólico).....	278
▪ Vitamina B ₁₂ (Cobalamina).....	279
▪ Colina.....	281
• Minerais.....	282
▪ Cálcio.....	282
▪ Fósforo	284
▪ Magnésio.....	285
▪ Potássio	286
▪ Sódio	286
▪ Cloro.....	288
▪ Cobre.....	289
▪ Cromo.....	290
▪ Ferro.....	291
▪ Iodo	294
▪ Molibdênio.....	296
▪ Manganês.....	297
▪ Selênio.....	298
▪ Zinco.....	299
ANEXO J: ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO NUTRICIONAL	301
ANEXO K: METABOLISMO	305
• Macronutrientes.....	314
• Carboidratos.....	314
• Lipídios.....	319
• Proteínas.....	323
• Fibras	328

• Micronutrientes.....	329
• Vitamina A	329
• Vitamina D	331
• Vitamina E	333
• Vitamina K	333
• Vitamina C	334
• Complexo B	335
▪ <i>Vitamina B₁ (Tiamina)</i>	335
▪ <i>Vitamina B₂ (Riboflavina)</i>	335
▪ <i>Vitamina B₃ (Niacina)</i>	336
▪ <i>Vitamina B₅ (Ácido Pantotênico)</i>	336
▪ <i>Vitamina B₆ (Piridoxina)</i>	336
▪ <i>Vitamina B7 ou Vitamina H (Biotina)</i>	336
▪ <i>Vitamina B₉ (Folato ou Ácido Fólico)</i>	337
▪ <i>Vitamina B₁₂ (Cobalamina)</i>	338
• Colina	338
• Minerais	339
▪ <i>Cálcio</i>	339
▪ <i>Fósforo</i>	340
▪ <i>Magnésio</i>	341
▪ <i>Potássio</i>	342
▪ <i>Sódio</i>	343
▪ <i>Cloro</i>	344
▪ <i>Cobre</i>	344
▪ <i>Cromo</i>	345
▪ <i>Ferro</i>	346
▪ <i>Iodo</i>	349
▪ <i>Molibdênio</i>	350
▪ <i>Manganês</i>	350
▪ <i>Selênio</i>	350
▪ <i>Zinco</i>	351
ANEXO L: INTERAÇÃO ENTRE NUTRIENTES	353
ANEXO M: MICROBIOMA INTESTINAL.....	355
ANEXO N: PLANILHA DE ACOMPANHAMENTO DO DESENVOLVIMENTO INFANTIL: INTEGRAÇÃO	361
ANEXO O: PLANILHA DE APLICAÇÃO DOS ESTÍMULOS MOTORES: DESCRIÇÃO	371
ANEXO P: PLANILHA DE APLICAÇÃO DOS ESTÍMULOS COGNITIVOS: DESCRIÇÃO	385
ANEXO Q: PLANILHA DE APLICAÇÃO DOS ESTÍMULOS: INTEGRAÇÃO	401
ANEXO R: MECANISMOS EPIGENÉTICOS	407
ANEXO S: A IMPORTÂNCIA DO BRINCAR PARA O DESENVOLVIMENTO INFANTIL	411
ANEXO T: A IMPORTÂNCIA DA AFETIVIDADE PARA O DESENVOLVIMENTO INFANTIL	417

1 INTRODUÇÃO

A necessidade de encontrar respostas para minhas dúvidas sobre o comportamento e as dificuldades de aprendizado que os alunos no Ensino Fundamental II apresentavam em sala de aula, que persistiam mesmo trabalhando as dificuldades pontuais e outras relativas àquele momento específico, fez com eu que pensasse que algo mais profundo poderia estar envolvido. Como Bióloga, sei que um indivíduo possui seus genes, que o ambiente pode regular sua expressão e que o desenvolvimento de cada ser vivo tem uma complexidade única. Então, percebi que, se quisesse ajudar meus alunos, precisaria pesquisar para além das respostas em sala de aula. Foi, então, que comecei a estudar mais profundamente como se dá o desenvolvimento da aprendizagem no ser humano, inclusive sob um aspecto comparativo, o que me revelou a complexidade do processo e, o mais importante: não adiantaria trabalhar somente os aspectos cognitivos, isto é, como o cérebro funciona, mas que a alimentação era um ponto muito importante, ao qual precisaria também prestar mais atenção. Trabalhando em escola pública, percebi que muitos deles não se alimentavam bem, ingerindo uma quantidade muito pequena de frutas e verduras (algumas crianças, nenhuma), com as refeições compreendendo de biscoitos, macarrão instantâneo e pizzas do dia anterior. Quando comecei a leva-los ao refeitório antes de começar a aula para, ao menos, comerem uma fruta, e a dedicar aulas à sensibilização de comerem as frutas dadas na merenda e de melhorarem a alimentação em casa, observava uma melhora na atenção desses alunos. Infelizmente, não me preocupei em desenvolver uma pesquisa estruturada para apresentar os resultados do trabalho que desenvolvi naquela época. Os estudos também revelaram a importância da motricidade na aprendizagem. Mas, será que também seria importante para crianças acima dos seis anos de idade? Comecei a não reprimir quando os alunos queriam usar a desculpa de “ir ao banheiro” para caminhar pela escola. Muitas das vezes dizia a eles que “não teria problema se quisesse ir ao banheiro da quadra”, que era mais distante e os faria subir e descer quatro lances de escada. Compartilhando minhas experiências com um grande amigo, que também investigava sobre educação há mais tempo, juntamente com uma equipe, desenvolvemos um material com o objetivo de experimentar uma outra forma de trabalhar o ensino-aprendizagem em sala de aula. Trabalhando minhas turmas do Ensino Fundamental II alguns aspectos, como os movimentos, com o material desenvolvido, as mudanças observadas em muitos alunos foi algo, até para mim, surpreendente, pois desenvolveram o prazer por

aprender e descobrir. Esta experiência foi replicada nas escolas públicas da cidade de Monteiro Lobato, no Ensino Fundamental I, com resultados igualmente surpreendentes. Estas experiências, realizadas em 2007 com o Ensino Fundamental II, e em 2011 no Ensino Fundamental I, foram publicadas em forma de artigo no ano de 2014 (PASSOS; GANDOLLA, 2014).

Prosseguindo com nossos estudos, meus e de meu amigo, resolvemos investigar mais sobre a infância: até que ponto o que eu observava nos alunos do Ensino Fundamental II e alunos adultos seria resultado das experiências até os seis anos de idade? Combinamos que eu pesquisaria de forma mais aprofundada sobre os aspectos fisiológicos do desenvolvimento. Decidi, então, passar a conversar com os pais dos pré-adolescentes e com os estudantes adultos sobre o desenvolvimento deles e tentar estabelecer alguma relação entre o que me contavam e os estudos que vinha realizando. Foi quando senti a necessidade de descobrir como alguns aspectos estariam inter-relacionados, nesse caso: aprendizagem (cognição), nutrição e motricidade. Além disso, também me propus a encontrar uma maneira de organizar esse conhecimento para que pudesse estar acessível a outras pessoas, principalmente educadores, e um amigo meu sugeriu preparar o conjunto de conhecimentos para ser utilizado em um software que pudesse ser utilizado em dispositivos móveis. Nesse momento, decidi iniciar um doutorado. Depois de 3 anos de busca, encontrei meu orientador, que aceitou o desafio comigo e me permitiu estabelecer as bases deste trabalho aqui apresentado: organizar o conhecimento sobre desenvolvimento infantil em Fisiologia, sob os aspectos da nutrição, cognição e motricidade, produzido nas instituições acadêmicas e processá-lo para uma linguagem fácil o suficiente de modo que pessoas de fora dessas instituições pudessem entendê-lo, mesmo aqueles que pouco soubessem sobre desenvolvimento infantil. Sendo meu orientador especialista em metabolismo energético, decidi inserir metabolismo como mais um aspecto a ser tratado. No ano de 2014, finalizando meus trabalhos como docente no Ensino Superior de Licenciatura em Biologia pelo Instituto Federal do Sul de Minas (IFSULDEMINAS), apesar de não mais trabalhar para o Instituto, decidi orientar o Trabalho de Conclusão de Curso de alguns ex-alunos. Um desses alunos decidiu investigar se os estímulos recebidos durante a infância seriam uma abordagem a ser considerada no processo de ensino-aprendizagem. Foi quando chegamos às pesquisas sobre epigenética e desenvolvimento infantil. A inclusão da epigenética como mais um aspecto a ser trabalhado, além da cognição,

nutrição, motricidade e metabolismo, veio alguns anos depois, com o suporte de meu orientador e com a publicação da Lei nº 13.257/16, que legisla sobre o Marco Legal da Primeira Infância, que “estabelece princípios e diretrizes para a formação e implementação de políticas públicas para a primeira infância (...) voltadas para o atendimento dos direitos da criança (...) que atendam as especificações dessa faixa etária (...), executadas de forma a respeitar a individualidade e os ritmos de desenvolvimento das crianças e valorizar a diversidade da infância brasileira, assim como as diferenças entre as crianças em seus contextos sociais e culturais”. De acordo com o artigo 5º dessa Lei, “constituem áreas prioritárias para as políticas públicas para a primeira infância a saúde, a alimentação e a nutrição, a educação infantil, a convivência familiar e comunitária, (...) o brincar e o lazer, o espaço e o meio ambiente”. O artigo 2º dessa mesma lei, estabelece como primeira infância o período entre zero e seis anos de idade. A partir do que está escrito no artigo 4º, parágrafo V, “articular as dimensões ética, humanista e política da criança cidadã com as evidências científicas e a prática profissional no atendimento da primeira infância” (Lei nº 13.257/16), decidi não somente disponibilizar o conhecimento sobre desenvolvimento infantil em uma linguagem mais próxima ao público não acadêmico, mas também colocá-lo em forma de ferramenta de embasamento científico, a partir da integração dos aspectos citados sob o enfoque da Fisiologia, que pudesse ser utilizada pelos profissionais que atendem a primeira infância. Afinal, o desenvolvimento de uma criança depende totalmente do ambiente que os adultos a seu redor oferecem a ela.

1.1 A Fisiologia sob um enfoque integrado de sistemas e definições

Um sistema vivo é um sistema aberto, auto organizado, no qual há contínua troca de matéria e energia com o ambiente para que a vida persista. O estado interno de plasticidade e flexibilidade é controlado por um complexo sistema interdependente que flutua e oscila dentro de limites. Na tentativa de entender este sistema complexo, as ciências biológicas adotaram a metáfora de Descartes, o qual coloca o funcionamento do mundo como uma máquina. Com o passar do tempo, esta metáfora foi substituída como sendo uma verdade, simplificando uma questão complexa, dividindo-a em partes que se somam, quando, na realidade, se interligam, formando um todo maior que a mera soma de suas partes. Estudar um sistema vivo sob este reducionismo mecanicista limita sua compreensão, pois não há um

caminho único e óbvio para dividir um organismo em órgãos que são apropriados para uma análise causal de diferentes funções: o organismo é um *nexus* de um grande número de forças fracamente determinadas, nenhuma é dominante. A separação de causas e efeitos se torna problemática, pois os processos orgânicos têm uma contingência histórica que dificulta explicações universais e generalistas (LEWONTIN, 2001). As ações e os eventos que ocorrem desde o surgimento do indivíduo são cumulativos e influenciam por toda a vida: no modo como se auto organizam, crescem, desenvolvem, adaptam-se, reproduzem-se, reparam e mantém forma e função, envelhecem e morrem.

Desenvolvimento, no contexto deste trabalho, é considerado como um desdobramento de algo já presente e, de alguma forma, pré-formado: a ontogenia de um organismo é a consequência de uma interação singular entre os genes que ele carrega, a sequência temporal dos ambientes externos pelos quais ele passa durante a vida e eventos aleatórios de interações moleculares entre as células do indivíduo (LEWONTIN, 2001). Estudos, tanto em seres humanos quanto em animais, revelam que fatores que atuam no início da vida influenciam o balanço energético a longo prazo (ROONEY; OZANNE, 2011). Uma maneira de estudar esse balanço energético é medindo o metabolismo basal dos indivíduos.

Metabolismo basal é a energia gasta pelos processos celulares e teciduais para garantir a manutenção da vida (SCHMIDT-NIELSEN, 1996), o qual é diferente em adultos e crianças. O metabolismo basal em crianças é proporcional à massa corpórea, ao invés de seguir o coeficiente de 0,75 identificado em adultos. Durante a infância, o metabolismo basal corresponde principalmente às atividades do cérebro, fígado, coração e rins. No recém-nascido, por exemplo, a contribuição do cérebro para o metabolismo basal é por volta de 87%. Durante o primeiro ano de vida é de aproximadamente 53 a 64%. No caso de processos químicos, como síntese de proteínas e bombeamento de íons, é de aproximadamente 2/3 ou mais do metabolismo basal. Durante o primeiro ano de vida, mudanças significativas ocorrem na composição da massa corpórea e, portanto, é esperado que o custo energético do crescimento varie durante a infância (BUTTE, F.; WONG; GARZA, 1989). Quando as proporções relacionadas à composição da massa corpórea se estabilizam no final da primeira infância (período do 0 aos 6 anos de idade), o coeficiente do metabolismo basal tem o valor de 0,75, como identificado em adultos. Antes desse ponto, preparar as refeições para uma criança é muito diferente comparando com um adulto: as necessidades nutricionais são muito

diferentes e variam muito durante o primeiro ano de acordo com os padrões de específicos crescimento do bebê e quantidade de estímulo motor. Além disso, o bebê realiza vários ajustes fisiológicos, ajusta o sistema imunitário e necessita de nutrição adequada para sobreviver. O tipo e consistência do alimento muda conforme amadurece o sistema gastrointestinal, o qual torna-se capaz de metabolizar componentes e excretar metabólitos de alimentos complexos. A introdução de alimento sólidos deve ocorrer paralelamente às mudanças que ocorrem no desenvolvimento do sistema nervoso central durante o primeiro ano, o que fornece um nível de prontidão para o bebê lidar com alimentos de variadas texturas, de líquida à macia (BRONNER; PAIGE, 1992). Além disso, estudos em humanos e experimentos em animais demonstram o papel crucial da nutrição no desenvolvimento neuronal: há fortes evidências de que a dieta de uma mulher grávida, bebês e crianças têm influência a longo prazo no desenvolvimento cognitivo (ANJOS *et al.*, 2013).

Nos estágios iniciais do desenvolvimento do sistema neuronal do feto, as características físicas do cérebro são determinadas por fatores genéticos mas, imediatamente, o ambiente começa a influenciar essa estrutura. Dois fetos com a mesma composição genética, mas expostos a diferentes regimes nutricionais durante a gestação, por exemplo, podem começar a divergir no desenvolvimento neural (ISAACS, E.; OATES, 2008). O momento durante o qual a nutrição tem o maior efeito no desenvolvimento do cérebro, considerando como princípio geral que o sistema nervoso central é muito vulnerável quando está se desenvolvendo rapidamente, é durante o período perinatal, conhecido como “surto de crescimento” (*growth spurt*), entre o terceiro trimestre de gravidez e os primeiros meses de vida de um bebê humano. Durante este período de rápido crescimento, eventos neurais ocorrem de acordo com um cronograma bem estabelecido, de modo que os efeitos da nutrição dependerão, até certo ponto, quando estes eventos acontecerem. Por exemplo, durante os primeiros meses da gestação humana, as células do cérebro que estão sendo produzidas são quase todas neurônios. Depois de 25 semanas, células da glia predominam. Outros processos, como a mielinização e a sinaptogênese prosseguem, mas é importante ressaltar que o momento preciso pode ser diferente para diferentes regiões do cérebro (DIAMOND, A., 2000; ISAACS, E.; OATES, 2008). Qualquer mudança na estrutura neuronal básica trazida pela nutrição parece ter efeito de longo prazo.

Pelo fato de o desenvolvimento neuronal ser uma cascata de eventos, mesmo uma pequena mudança no início da sequência de eventos pode ter um grande efeito e um impacto em diferentes aspectos do desenvolvimento futuro. É importante reconhecer que estas diferenças emergentes iniciais na capacidade cognitiva ligadas à dieta afetarão o comportamento do indivíduo e, por consequência, seu uso seletivo do ambiente. Humanos não respondem passivamente aos ambientes nos quais se encontram: processos cognitivos afetam as escolhas dos ambientes e a cognição está claramente implicada nas escolhas alimentares (ISAACS, E.; OATES, 2008). Portanto, um balanço adequado de energia e de nutrientes essenciais são requisitos alimentares para um crescimento e um desenvolvimento adequado durante a infância. Quando o desenvolvimento cognitivo é perturbado o desenvolvimento motor é frequentemente afetado. O desenvolvimento motor e o desenvolvimento cognitivo podem estar muito mais inter-relacionados do que se imagina. Na verdade, eles podem estar fundamentalmente interligados e podem exibir “cronogramas” de desenvolvimento igualmente estendidos (DIAMOND, A., 2000).

O desenvolvimento motor em crianças pode ser descrito como um processo dinâmico no qual novas formas de movimento emergem de processos intrínsecos e pela interação com o ambiente (KAKEBEEKE *et al.*, 2013). A avaliação do desenvolvimento motor de uma criança tem sido considerado um dos indicadores mais importantes para a detecção de possíveis problemas no desenvolvimento neurológico (CHARITOU; ASONITOU; KOUTSOUKI, 2010). Escalas de desenvolvimento foram criadas no intuito de acompanhá-lo, como a Bayley Scale III, criada por Nancy Bayle para avaliar o desenvolvimento motor do zero aos seis anos de vida (BAYLEY, 1936; VELIKOS *et al.*, 2015). O comportamento motor envolve mais do que a realização de atividade muscular, articulações e força. Os ajustes no comportamento motor às necessidades do corpo com relação ao ambiente requerem percepção, planejamento, tomada de decisão, aprendizagem e descoberta de novas estratégias. O desenvolvimento motor compreende o desenvolvimento do corpo, do cérebro e da interação com o ambiente (ADOLPH; ROBINSON, 2015).

Antes de seguir adiante, faz-se necessário fazer um parêntesis para esclarecer alguns conceitos importantes aqui utilizados que, por vezes, em muitas leituras realizadas, são utilizados como sinônimos, como **adaptação** e **ajuste**. De acordo com Schmitd-Nielsen (1996), o conceito de **adaptação** refere-se às mudanças comportamentais ou genéticas que ocorrem

nas espécies ao longo de gerações, enquanto que **ajuste** refere-se às modificações ocorridas no indivíduo, ou seja, numa única geração, para ajustar-se às modificações do ambiente. Portanto, quando a palavra adaptação estiver sendo utilizada por autores como sinônimo de ajuste, neste presente trabalho, o termo será corrigido para ajuste. O mesmo foi observado para os conceitos de **crescimento** e **desenvolvimento**. Neste trabalho, seguiremos as definições dadas por (GABBARD, 2008): **crescimento** refere-se às mudanças observáveis em quantidade, isto é, ao aumento no tamanho do corpo devido a sucessivas divisões celulares; e **desenvolvimento**, aos processos de mudança no nível do funcionamento do indivíduo como consequência de seu crescimento. Por esse motivo, opta-se pelo termo **desenvolvimento infantil**, e não crescimento, pois trata-se do estudo da especialização das funções ao longo dos seis primeiros anos de vida.

1.2 Perspectiva histórica dos estudos sobre desenvolvimento infantil

Muitas teorias surgiram no intuito de explicar o desenvolvimento infantil. Uma análise histórica mostra que a preocupação com os fatores externos que influenciam o desenvolvimento da criança não é tão recente (AUSUBEL; SULLIVAN, 1989).

1.2.1 Pensamento Preformacionista

Por séculos a infância foi desconsiderada: as crianças eram vistas como miniatura de adultos plenamente formados. Segundo Àries (1962), as crianças eram tratadas como adultos na Idade Média. Quando completavam 6 ou 7 anos, as crianças eram levadas a outras vilas para trabalharem como aprendizes, vestiam as mesmas roupas que os adultos, iam às tabernas junto com os pais. Quanto às crianças abaixo dos 7 anos, reconhecia-se a necessidade de proteção e cuidados. Entretanto, as pessoas eram indiferentes aos estímulos a serem proporcionados às crianças desta faixa etária, como, por exemplo, o desenvolvimento motor e da fala (ÀRIES, 1962). Segundo Ausubel & Sullivan (1989), a tese fundamental do preformacionismo nega a importância do desenvolvimento na ontogenia humana. Todas as características, sejam físicas, motoras, cognitivas, emocionais, são pré-existentes e pré-formadas ao nascer. Para esses autores, mesmo em nossa época, as teorias de desenvolvimento que exerceram maior influência foram aquelas que insistiam em um enfoque preformacionista, centrado nos fatores endógenos e inatos, desconsiderando o ambiente.

Para corroborar a tese dos preformacionistas, a embriologia, na Idade Média, preconizava que no espermatozoide havia uma miniatura de ser humano completamente formado, o homúnculo, que, ao fecundar o óvulo, iniciava seu processo de crescimento. Este tipo de pensamento data de pelo menos do século V a.C. e é encontrado no pensamento científico vigente ao longo dos séculos subsequentes. No século XVIII, cientistas admitiam que não havia uma evidência direta da existência do homúnculo, mas argumentavam que isto se devia ao fato de ser transparente ou muito pequeno e, portanto, muito difícil de ser visto. Com o advento do microscópio, as investigações mostraram que o embrião se desenvolvia de forma gradual, desacreditando os preformacionistas no final século XVIII (CRAIN, 2014).

A mudança da visão preformacionista foi gradual e iniciou-se aproximadamente nos anos de 1500, quando o mundo do trabalho começou a mostrar sinais de mudança. Com a invenção da prensa mecânica, o crescimento do comércio e de mercados econômicos, o surgimento das cidades e estados nacionais, as novas oportunidades de trabalho começaram a surgir: mercadores, advogados, banqueiros, jornalistas, oficiais do governo, ocupações que exigiam um conhecimento em leitura, escrita e matemática. Os membros de uma crescente classe média passaram a desacreditar que o lugar de uma pessoa na sociedade era predeterminada pelo nascimento. Viram, nas crianças, a possibilidade de ascenderem socialmente, proporcionando a seus filhos a instrução acadêmica necessária para estes novos postos de trabalho. Esta nova demanda por educação fez com que o número de escolas na Europa crescesse muito nos séculos XVI e XVII (CRAIN, 2014). A criança, então, passava a não ser mais vista como um ser preparado para o mundo adulto, mas como alguém que precisaria ser mantida à parte deste mundo para receber educação: a criança passou a ser vista menos como um adulto e mais como um futuro adulto (ÀRIES, 1962), mas ainda não como uma criança.

1.2.2 A importância dos primeiros anos de vida

O primeiro a destacar a importância do cuidado com a infância foi John Locke (1632-1704). Em seu livro *“Some Concerns About Education”*, de 1693, o autor destaca que “a menor ou quase não sentida impressão em nossa tenra infância tem muita importância e deixa consequências” (Locke, 1693, p. 2); e destaca também os cuidados com a criança, os quais “devem ser, não aquilo que um médico deveria fazer com uma criança doente e agitada; mas o que os pais, sem a ajuda de um médico, poderiam fazer para a prevenir eventuais doenças

e manter uma constituição saudável de seus filhos” (Locke, 1693, p. 3). Para ele, a experiência é de onde todo o conhecimento é fundado e de onde derivamos. O ambiente molda a mente, sendo que sua influência [do ambiente] é mais forte nos primeiros anos de vida, período em que se pode moldar a criança como se queira, para a vida toda dela. Locke também colocou que: (i) muitos de nossos pensamentos e sentimentos se desenvolvem por associação; (ii) os comportamentos, por repetição; e (iii) que aprendemos por imitação e por recompensas e punições. Esses três fatores juntos moldariam o caráter (CRAIN, 2014; LOCKE, 1693).

Apesar de ter escrito uma filosofia para a educação e seus princípios (Crain, 2014) e, em seu livro, ter se dedicado aos cuidados físicos que deveria se ter com crianças nos primeiros anos, John Locke não chegou a distinguir estágios para o desenvolvimento infantil.

1.2.3 O Desenvolvimento Infantil por estágios

A visão do desenvolvimento infantil como independentemente das influências do ambiente e como algo que acontecia de acordo com um cronograma interno, biológico, foi descrita, pela primeira vez, por Jean Jacques Rousseau (1712 – 1778), no século XVIII. As crianças não eram simplesmente moldadas somente pelas forças externas, mas também cresciam e aprendiam bastante por elas mesmas, de acordo com um plano (CRAIN, 2014). Rousseau sugeriu que o desenvolvimento se desdobrava em uma série de estágios, períodos nos quais a criança experimentava o mundo de diferentes maneiras. Esta era a diferença entre uma criança e um adulto: elas não eram telas em branco a serem preenchidas com os ensinamentos dos adultos, mas os padrões de pensamento e de comportamento de cada criança teriam características únicas de cada estágio (CRAIN, 2014; ROUSSEAU, 1762). Para Rousseau (1762), cada criança deveria ser tratada de acordo com seu estágio. Ele também não acreditava no “poder do ambiente”, especialmente do ambiente social, para formar um indivíduo sadio. Segundo Rousseau, ao invés de ensinar a criança a pensar “corretamente”, deveríamos permiti-la a aperfeiçoar suas próprias capacidades e aprender por seus próprios meios, para, dessa forma, confiar em seu próprio poder de julgamento (CRAIN, 2014; ROUSSEAU, 1762).

Em seu livro “*Émile ou de l’Éducation*”, de 1762, é possível distinguir os seguintes estágios (CRAIN, 2014; ROUSSEAU, 1762):

- 1º estágio: bebês (do nascimento aos 2 anos). A criança experimenta o mundo pelos sentidos; sabe coisa alguma sobre razão ou ideias; experimentam somente prazer e dor. Apesar disso, bebês são ativos, curiosos e aprendem; tentam tocar tudo o que puderem e, ao fazê-lo, aprendem sobre quente, frio, dureza, maciez e outras qualidades dos objetos. Começam a adquirir linguagem por si mesmas com uma gramática mais perfeita que a dos adultos.
- 2º estágio: infância (dos 2 aos 12 anos). A criança ganha nova independência: consegue andar, falar, alimentar-se e correr, desenvolvendo essas habilidades por si só. Já possui uma certa racionalização, mas ainda não lida com eventos remotos ou abstrações. Ao invés disso, sua razão é intuitiva, diretamente ligada aos movimentos do corpo e aos sentidos. O pensamento ainda é muito concreto.
- 3º estágio: final da infância (dos 12 aos 15 anos). É a transição entre infância e adolescência, quando adquire força física. Há um progresso substancial na esfera cognitiva e pode, por exemplo, resolver problemas em geometria e ciências, mas ainda não consegue pensar de forma puramente teórica ou verbal. Ao invés disso, podem exercitar suas funções cognitivas através de tarefas úteis e concretas (carpintaria, pintura, etc.).
- 4º estágio: adolescência (a partir dos 15 anos). Inicia-se a puberdade, fase em que a criança se torna um ser social. Neste momento a criança vive um segundo nascimento, pois o corpo muda, as paixões aparecem e há mudanças de temperamento. O adolescente é atraído e precisa dos outros, pois não é autossuficiente. Desenvolve-se cognitivamente e consegue lidar com conceitos abstratos e tem interesse por assuntos teóricos, em ciência e moral.

Para Rousseau, esses estágios recapitulavam a evolução geral da espécie humana: os bebês eram similares aos “primitivos”, que lidavam com o mundo diretamente através de seus sentidos e se preocupavam somente com prazer e dor. Os próximos dois estágios da infância faria um paralelo com a era “selvagem”, quando as pessoas aprenderam a construir cabanas e ferramentas, a caçar e a utilizar outras habilidades. As pessoas formavam relações frouxas entre elas, mas ainda eram autossuficientes. Finalmente, na adolescência, é possível encontrar o paralelo com a vida social propriamente dita (CRAIN, 2014).

Um século depois de Rousseau, o naturalista britânico Charles Darwin (1809-1882), após sua expedição a distantes partes do mundo à bordo do *Beagle*, escreveu as bases do que viria a ser a Teoria da Evolução, na qual deu ênfase ao valor adaptativo das características físicas e do comportamento para a sobrevivência do indivíduo. Durante sua exploração, Darwin descobriu que o crescimento pré-natal de muitas espécies era surpreendentemente similar. A partir dessa observação de Darwin, outros pesquisadores seguiram o mesmo plano geral para a evolução da espécie humana, observando cuidadosamente todos os aspectos do comportamento da criança, realizando estudos científicos sobre o desenvolvimento infantil (BERK, 2006a).

Influenciado pela Teoria da Evolução e pelos estudos em genética, Arnold Gesell (1880 – 1961) foi o pioneiro nos estudos sobre maturação biológica e o primeiro a desenvolver testes para a inteligência infantil (CRAIN, 2014).

De acordo com Gesell, a maturação refere-se aos processos pelos quais o desenvolvimento é governado por fatores intrínsecos, principalmente pelos genes, que são substâncias químicas contidas no núcleo de cada célula. Os genes determinam a sequência, o momento e a forma de emergência de padrões de ações em conjunção com os fatores ambientais. Para este autor, o desenvolvimento infantil é influenciado por duas forças principais: o ambiente, que seria a força externa, e os genes, que seriam a força interna. Estas forças comporiam os seguintes princípios para o desenvolvimento (CRAIN, 2014):

- Princípio do entrelaçamento recíproco: refere-se ao processo de desenvolvimento pelo qual duas tendências gradualmente alcançam uma organização efetiva. Ex.: dominância da mão; tendências introvertidas e extrovertidas.
- Princípio da simetria funcional: raramente atinge-se um perfeito balanço ou simetria dos movimentos. De fato, um grau de assimetria é altamente funcional, como no caso do reflexo tônico do pescoço em bebês (o bebê estende o braço para o lado para o qual a cabeça está virada, reflexo este dominante até o 3º mês).
- Princípio da auto regulação: considera que, num grau considerável, um organismo pode regular seu próprio desenvolvimento. Gesell mostrou, em uma série de estudos, como bebês podem regular seus ciclos de alimentarem-se, dormirem, e ficarem acordados. Quando se permite aos bebês determinarem quando precisam se alimentar e dormir, eles gradualmente requerem cada vez menos mamadas por

dia e permanecem acordados por longos períodos durante o dia. Este princípio pode ser observado na tribo !Kung, caçadores-coletores que vivem no deserto de Kalahari, na qual a criança tem acesso aos seios da mãe sempre que desejar ser amamentada (Diamond, 2012). Por conta dos processos intrínsecos de auto regulação, crianças, às vezes, resistem aos esforços externos de ensiná-las coisas novas, como se algo dentro dissesse a elas para não aprenderem tão cedo – a integridade do organismo deve ser preservada.

Para Gesell, os bebês chegam ao mundo com um relógio interno, o qual é produto de 3 milhões de anos de evolução biológica. Portanto, são, os bebês, preeminentemente “sábios” sobre suas necessidades e o que eles estão ou não prontos a fazer. Gesell enfatizou que o primeiro ano de vida é o melhor momento para se aprender sobre a individualidade da criança e que os pais, apesar de uma sensibilidade intuitiva à criança, precisavam de algum conhecimento teórico sobre o desenvolvimento infantil (CRAIN, 2014; GESELL; GESELL, 1912).

1.2.4 Períodos Sensíveis (Janelas de Oportunidades)

Em 1891, O termo “períodos sensíveis” foi utilizado pela primeira vez pelo botânico Hugo De Vries (1848-1935) ao descrever um período específico em que flores de papoula eram sensíveis ao ambiente externo a ponto de provocar a modificação do estame (estrutura masculina de uma flor) em pistilo secundário (estrutura feminina de uma flor). Segundo De Vries, este período sensível compreendia a fase de semente ou as primeiras semanas de vida da planta jovem (DE VRIES, 1904). Contemporânea de De Vries, Maria Montessori (1870-1952), em seu livro “Il Segreto dell’Infanzia”, de 1936, cita De Vries como autor do termo e o utiliza para determinar os períodos que são geneticamente programados em blocos de tempo durante os quais a criança é especialmente capaz de aprender determinadas tarefas muito bem. Por exemplo, há períodos para o desenvolvimento da linguagem e para o início de uso das mãos (MONTESSORI, 2004). O conceito de “períodos sensíveis” é componente central do desenvolvimento infantil para Montessori (CRAIN, 2014). Segundo a autora, caso a criança seja impedida de aproveitar as experiências no tempo em que a natureza planejou para ela, a “sensibilidade especial que se desenha” desaparecerá, tendo um efeito perturbador no desenvolvimento (MONTESSORI, 1949). Alguns períodos se destacam (CRAIN, 2014; MONTESSORI, 2004):

- Período sensível para a ordem: Durante os três primeiros anos, a criança tem uma necessidade grande por ordem. Para a criança pequena, é essencial, pois é de onde derivam seus princípios de orientação do ambiente com o qual irá lidar mais tarde.
- Período sensível para detalhes: Entre 1 e 2 anos de idade, a criança se fixa em detalhes minúsculos, como um pequeno inseto que escape à atenção do adulto.
- Período sensível para o uso das mãos: Aproximadamente entre os 18 meses e 3 anos de idade, a criança constantemente agarra objetos. Durante os próximos dois anos, ela refina seus movimentos e o tato. Por exemplo, uma criança de 4 anos gosta de identificar objetos pelo toque com seus olhos fechados.
- Período sensível para caminhar: Segundo Montessori, caminhar é como um segundo nascimento: a criança passa de um ser dependente para um ser ativo. A criança, quando começa a caminhar, o faz pelo prazer de caminhar e para aperfeiçoar a habilidade e não para chegar a algum lugar. Por exemplo: uma criança pode subir e descer uma escada várias vezes.
- Período sensível para a linguagem: Para aprender uma linguagem, a criança deve aprender não somente as palavras e o significado delas, mas também a gramática, o sistema de regras que diz como montar as várias partes do discurso. Como, para Montessori, a aquisição da linguagem é inconsciente, governada por fatores inatos e relativos à maturação, uma criança desenvolve a linguagem no mesmo estágio, independentemente de onde ela tenha crescido. Entre os 3 e 6 anos de idade, a criança passa a ter consciência da aquisição da linguagem, podendo aprender novas formas gramaticais e se deleitar com isto.

Estudos realizados em embriões de peixes no início do século XX mostraram que havia períodos críticos nos quais interferências realizadas no desenvolvimento embrionário desses animais, como privação de alimento, teria “resultados mais sérios” do que em qualquer outro período (STOCKARD, 1921). Stockard (1921) não explica o termo “período crítico” *per se*, mas é o primeiro a utilizá-lo em um trabalho científico para explicar sobre períodos no desenvolvimento de uma espécie nos quais intervenções seriam mais ou menos determinantes no desenvolvimento do indivíduo e que os processos de maturação em diferentes partes aconteceriam em diferentes taxas. Este conceito foi adotado pela neurobiologia, cujas pesquisas revelaram que diferentes regiões do sistema nervoso de

crianças maturavam em diferentes períodos (ANDERS; ZEANA, 1985 *apud* SCHORE, 2016). O efeito de um dado estímulo (ou experiência) no desenvolvimento depende de quando ele ocorre durante esse desenvolvimento e, na maioria dos casos, há uma janela de oportunidade na qual um estímulo em particular pode influenciá-lo. Caso seja absolutamente essencial que um determinado estímulo aconteça em um intervalo particular do desenvolvimento, este intervalo é chamado de “período crítico”. No entanto, quando um estímulo em particular precisa ocorrer em um determinado intervalo, mas ainda influencia, mesmo que de maneira mais branda, fora desse intervalo, esse intervalo maior é chamado de “período sensível”. Apesar do termo “período crítico” ser mais utilizado, a maioria dos efeitos dos estímulos acontecem em períodos sensíveis (PINEL, 2011). O conceito por trás desse termo é de que certas janelas são abertas para o efeito das experiências externas, a partir do nascimento, fechando-se, uma a uma, com o aumento da idade, por conta do declínio da plasticidade do cérebro. Há janelas para o desenvolvimento do controle motor, visão, sentimentos, linguagem. Em teoria, se a criança perde uma oportunidade, ela pode não mais desenvolver o circuito neuronal com toda sua potencialidade para uma função específica (GABBARD, 1998), como descrito por Montessori. Isto porque, caso um circuito neuronal, uma vez formado, não seja utilizado, pode ser perdido e não funcionar normalmente – é o princípio do “use-o ou perca-o” (*use it or lose it*). Uma das vantagens de o desenvolvimento do cérebro humano levar muito tempo é de que muitas oportunidades de estimulação e experiências podem ser promovidas para promover o ajuste fino do desenvolvimento (PINEL, 2011).

1.2.5 Cognição e Desenvolvimento Infantil

Apesar de trabalhar no laboratório do psicólogo e pedagogo francês Alfred Binet na padronização de testes de inteligência para crianças, Jean Piaget, zoólogo, filósofo e epistemólogo (1896-1980), interessou-se muito mais pelo processo de raciocínio subjacente que as crianças usavam, pela compreensão dos processos cognitivos e não somente pelos produtos ou comportamentos em si, principalmente quando produziam respostas erradas nos testes. Piaget dedicou-se desde cedo aos estudos das estruturas e dos domínios da totalidade da função cognitiva, da “organização horizontal” dos estágios de desenvolvimento cognitivos e da gênese da inteligência na criança (FONSECA, 2008). Para Piaget, os estágios não eram determinados geneticamente, mas, antes de tudo, representavam o aumento na compreensão da maneira como as crianças pensam. Pelo fato de as crianças estarem

explorando, manipulando e tentando entender o ambiente constantemente, neste processo, elas construiriam ativamente estruturas novas e mais elaboradas para lidar com o que as cerca (CRAIN, 2014).

Piaget considerava inteligência uma adaptação do ser humano, descrevendo adaptação como “o equilíbrio entre a ação do organismo sobre o ambiente e vice-versa” (Piaget, 1960, p. 7). Sendo assim, Piaget caracterizou as atividades das crianças em termos de tendências encontradas em todos os organismos: assimilação, acomodação e organização (CRAIN, 2014; PIAGET, 1960). A assimilação seria a ação de um organismo sobre os objetos que o rodeia, levando em conta que esta ação depende de um comportamento prévio envolvendo o mesmo objeto ou outro similar. No caso da assimilação mental, esta se referiria à incorporação dos objetos nos padrões de comportamento e esses padrões não seriam mais do que a gama de ações capazes a partir de repetições ativas (PIAGET, 1960). Por exemplo, uma criança assimilaria objetos agarrando-o (CRAIN, 2014). Pode-se dizer que a assimilação é algo do mundo exterior para a criança, um ajuste do conhecimento em resposta às características de um objeto ou de uma dada situação (FONSECA, 2008). Reciprocamente, o ambiente agiria sobre o organismo, no que Piaget utilizou o termo “acomodação” da Biologia. Neste processo, o indivíduo não sofreria o impacto dos estímulos a seu redor, mas simplesmente modificaria o ciclo de assimilação, acomodando-o a ele mesmo (PIAGET, 1960). Por exemplo, um bebê só poderia pegar um bloco que estivesse atrás de outro somente quando removesse o obstáculo, representado pelo bloco que estaria na frente, pela primeira vez, elaborando meios de lidar com o mundo (CRAIN, 2014). A acomodação seria algo da criança para o mundo exterior, um processo de adaptação¹ dos estímulos externos às estruturas mentais internas do sujeito (FONSECA, 2008). Tomando essas duas definições, Piaget definiu adaptação como sendo o equilíbrio entre assimilação e acomodação, e inteligência como sendo as sucessivas adaptações sensório-motoras e cognitivas, bem como todas as interações de assimilação e de acomodação entre o organismo e o ambiente (Piaget, 1960, 1965). O organismo se adaptaria construindo materialmente novas formas para se ajustar ao meio, enquanto que a inteligência ampliaria sua criação construindo mentalmente estruturas que podem ser aplicadas ao ambiente (PIAGET, 1965). Quanto à organização, esta

¹ Para Piaget, adaptação corresponde ao equilíbrio entre assimilação e acomodação (PIAGET, 1960). Em Biologia, adaptação refere-se às mudanças comportamentais ou genéticas que ocorrem nas espécies ao longo de gerações (SCHMIDT-NIELSEN, 1996)

seria inseparável da adaptação. Segundo Piaget (1965), seria pela adaptação que o pensamento se organizaria e seria por esta auto organização que o raciocínio se estruturaria. Em um plano mental, o ser humano constrói teorias: está constantemente tentando organizar as próprias ideias em sistemas coerentes (CRAIN, 2014). É importante salientar que, para Piaget, “a inteligência não parece ser de forma alguma derivada de um desenvolvimento mental” (Piaget, 1965, p. 21). O desenvolvimento, portanto, não seria governado por uma maturação interna ou por ensinamentos externos, mas sim, por um processo de construção ativa, no qual a criança, por meio de suas atividades, construiria suas estruturas cognitivas (CRAIN, 2014).

Segundo Piaget, o desenvolvimento consistiria de seis estágios (CRAIN, 2014; PIAGET, 1965):

- Primeiro estágio (nascimento ao 1º mês): O uso dos reflexos. Ao falar das estruturas de ação das crianças, Piaget utiliza o termo “esquema”. Esquema seria um padrão de ações para lidar com o ambiente, como pegar, olhar, chutar. Os primeiros esquemas das crianças consistem de reflexos envolvendo a medula, o bulbo, as comissuras, e implicam em certa passividade, ou seja, o organismo permanece inativo até que algo o estimule. Aquele que mais se destaca é o reflexo de sucção. Com o tempo, mesmo o reflexo de sucção passa a ser uma atividade iniciada pelo próprio bebê, sugando cobertores, travesseiros, o próprio dedo. Apesar da assimilação ser a atividade mais proeminente nesse estágio, a acomodação acontece quando ajustam a cabeça e o movimento dos lábios para encontrar o seio da mãe, e a organização, quando os movimentos começam a ser mais rápidos e eficientes.
- Segundo estágio (1º ao 4º mês): Reações circulares primárias. As reações circulares primárias acontecem quando o bebê tem uma nova experiência e tenta repeti-la. Um bom exemplo é chupar o dedo: o bebê tenta colocar o dedo na boca, mas não consegue porque seu corpo, incluindo braços e pernas, movem-se como uma unidade na mesma direção. De acordo com Piaget, o bebê ainda não consegue a acomodação necessária para assimilar a ação de chupar o dedo. Depois de várias tentativas, o bebê organiza o movimento das mãos e consegue, enfim, chupar o

dedo. É importante ressaltar a quantidade de trabalho envolvida neste processo, pois o bebê coordena partes diferentes do movimento após sucessivas tentativas.

- Terceiro estágio (4° ao 8° mês): Reações circulares secundárias. As reações circulares secundárias ocorrem quando o bebê descobre e reproduz um evento externo a ele mesmo que lhe parece interessante. Segundo Piaget, o bebê sorri e ri porque parece gostar do poder de conseguir fazer com que um evento aconteça várias vezes.
- Quarto estágio (8° ao 12° mês): Coordenação de esquemas secundários e sua aplicação a novas situações. Nesse estágio, o bebê começa a coordenar dois esquemas separados para conseguir um resultado, o que é bastante notório quando o bebê tem que lidar com obstáculos: ele mostra um senso de que alguns objetos estão em frente a outros no espaço e que alguns eventos devem preceder a outros no tempo. Aplica meios familiares para obter novos resultados
- Quinto estágio (12° ao 18° mês): Reações circulares terciárias e a descoberta de novos meios pela experimentação ativa. Nesse estágio, o bebê experimenta diferentes ações para observar diferentes resultados. São pequenos cientistas, variando suas ações e observando os resultados.
- Sexto estágio (18° mês aos 2 anos): O início do pensamento. É nesse estágio que a criança parece pensar sobre as situações internamente antes de agir. O progresso de uma criança no sexto estágio também parece vir da imitação. Piaget observou que as crianças são capazes de imitar modelos depois de horas ou dias de os terem observado. Entretanto, percebeu também que, em certas situações, a criança não consegue imitar novos modelos, mas somente reproduzir ações que já existem em seu repertório.

Ao final do período sensório-motor, a criança já desenvolveu ações eficazes e bem organizadas para lidar com o ambiente. Mas é nos próximos períodos que acontecem as maiores mudanças (CRAIN, 2014; PIAGET, 1965):

- Período II (2 aos 7 anos): Pensamento pré-operacional. A mente da criança, nesta fase, rapidamente avança para o plano dos símbolos, incluindo palavras e imagens. Como resultado, a criança organiza seus pensamentos novamente. De início, os pensamentos não são sistemáticos e lógicos. Destacam-se: (a) o crescimento da

atividade simbólica, o que pode ser observado nas brincadeiras de faz-de-conta, quando a criança começa a adicionar novas palavras, desenvolvendo rapidamente a linguagem; (b) o raciocínio científico, falhando ainda na conservação de quantidades contínuas e de números, e na classificação; (c) o pensamento social, no qual prevalece o egocentrismo, que, segundo Piaget, é a incapacidade de distinguir a perspectiva do outro; (d) o animismo, quando objetos parecem ter fisionomia, vida e sentimentos, como um caminhão nervoso, por exemplo; (e) o julgamento moral, ainda influenciado pelo egocentrismo, as ações, inclusive as brincadeiras, são paralelas. Por exemplo: se dois meninos estão jogando bolinha de gude, cada um irá brincar de sua maneira e para cada um, os dois ganham; (f) os sonhos, que, nesta fase, para as crianças, parecem ser reais.

- Período III (7 aos 11 anos): Operações concretas. Os pensamentos passam a se organizarem em um plano mental. A criança consegue entender a noção de presente, passado e futuro; compreende a conservação de quantidades e de números e a classificação; conseguem se colocar no lugar do outro e estabelecem regras coletivas para as brincadeiras, obedecendo-as. Quanto aos sonhos, começam a compreender que não são reais.
- Período IV (11 anos à vida adulta): Operações formais. A criança começa a pensar de forma abstrata e hipotética.

Piaget, em seus estudos, deixou claro que a maturação biológica exerce certa função no desenvolvimento - uma criança provavelmente não poderia atingir o estágio de operações concretas sem o devido amadurecimento do sistema nervoso. Entretanto, a maturação, sozinha, não poderia ser o fator determinante do desenvolvimento porque, como ele ocorre, depende de onde vive a criança. Para Piaget, a criança ajusta suas ações para aprender sobre os eventos a seu redor e, durante este processo, constrói novas maneiras de lidar com o mundo (CRAIN, 2014; PIAGET, 1960, 1965).

Complementando o trabalho de Piaget, Lev Semyonovich Vygotsky (1896 – 1934) reconhecia a importância desenvolvimento intrínseco, mas, ao mesmo tempo, acreditava que o ser humano precisaria ser entendido também no contexto de seu ambiente sócio histórico. Ele sugeriu que uma completa compreensão do desenvolvimento cognitivo requereria o estudo de ferramentas psicológicas que a cultura trazia à criança (CRAIN, 2014).

Ao estudar os processos de transformação do desenvolvimento nas dimensões filogenética, histórico-social e ontogenética, Vygotsky deteve-se no estudo das funções psíquicas superiores, como controle do comportamento, atenção voluntária, memorização ativa, planificação de ações, entre outras. Como centro de sua teoria de desenvolvimento humano, Vygotsky cunhou o termo “mediatização”. A mediatização seria a relação do ser humano com o mundo exterior (a natureza, a sociedade e outros seres humanos) e apresentaria dois componentes básicos: o instrumento e o signo. O instrumento teria a função de regular e de controlar as ações sobre os objetos, enquanto que o signo teria a função de regular e de controlar as ações sobre o psiquismo dos indivíduos (FONSECA, 2008). Segundo Vygotsky, os sistemas de signos culturais teriam o impacto mais importante no desenvolvimento cognitivo, algo pouco explorado por Piaget e Gesell. Ele reconheceu que o desenvolvimento intrínseco seria dominante nos 2 primeiros anos de vida da criança, mas, depois disso, os signos passariam a influenciar o desenvolvimento. Para Vygotsky, apesar de as crianças desenvolverem alguns conceitos por si próprias por meio de suas experiências cotidianas, não seria possível a elas desenvolverem sozinhas um pensamento puramente abstrato sem que fossem instruídas no sistema de signos abstratos. Seria necessário serem instruídas em matemática, escrita e outros conceitos abstratos. Segundo Vygotsky, o desenvolvimento tem seu ritmo próprio, mas, ainda assim, a instrução do adulto é necessária para que a criança avance (CRAIN, 2014). A distância entre o que a criança é capaz de fazer por si própria e o que seria possível após a orientação de um adulto, ou de um colega mais capaz, Vygotsky chamou de “zona de desenvolvimento proximal”, a qual acreditava que daria uma indicação muito melhor do potencial da criança. Ressaltou também que um sinal de que o desenvolvimento estaria acontecendo espontaneamente neste processo de orientação seria quando a criança se mostrasse entusiasmada, curiosa e ativamente envolvida nas atividades (CRAIN, 2014; FONSECA, 2008).

Vygotsky também foi pioneiro nos estudos sobre metacognição, processo pelo qual uma pessoa identifica como ela aprende, reconhecendo a importância do discurso interno (discurso egocêntrico) como forma de planejamento, e do brincar² para o desenvolvimento cognitivo da criança (CRAIN, 2014).

² VER ANEXO 5

1.2.6 Motricidade e Desenvolvimento Infantil

De acordo com Clark e Whitall (1989), o estudo do desenvolvimento motor pode ser dividido em quatro períodos: (i) o período precursor, entre os anos de 1787 e 1928; (ii) o período maturacional, entre 1928 e 1946; (iii) o período normativo/descritivo, entre os anos de 1946 e 1970; (iv) e o período orientado ao processo, de 1970 aos dias de hoje. Não é o foco deste trabalho descrever cada período, mas, sim, relacionar os autores que podem contribuir para uma melhor compreensão do que será apresentado sobre motricidade.

Os estudos realizados pelo alemão Dietrich Tiedemann (1748 – 1803) são considerados os primeiros sobre desenvolvimento motor. Tiedemann, em 1781, fez uma série de cuidadosas descrições, desde o nascimento até os dois anos e meio, de seu filho, as quais publicou em uma monografia em 1787. Tempos depois, Darwin, ao nascer seu primeiro filho, fez também anotações importantes sobre seu desenvolvimento, publicando-as, quarenta anos depois, na revista “Mind”, em 1877 (CONNOLLY, 2000). Em 1880, o fisiologista inglês William Thierry Preyer (1841 – 1897) publicou o livro “The Mind of the Child” em dois volumes: o primeiro volume, “The Senses and the Will”, sobre o desenvolvimento dos cinco sentidos (“The Senses”) e desenvolvimento motor (“The Will”), também baseando-se nas observações de seu filho e de outras duas crianças para escrevê-lo (PREYER, 1905). Após essa sequência de trabalhos no final dos séculos XVII e XIX houve um desinteresse pelos estudos do comportamento motor, sendo retomados somente na década de 1920 com Arnold Gesell e Myrtle McGraw (CONNOLLY, 2000).

Gesell, em seus trabalhos, reconheceu que a atividade motora era um importante fator organizador e motivador do desenvolvimento. Como colocado anteriormente, para Gesell, o desenvolvimento infantil é influenciado por duas forças principais: o ambiente, que seria a força externa, e os genes, que seriam a força interna. Estas forças comporiam princípios para o desenvolvimento (CRAIN, 2014; GESELL; GESELL, 1912).

Para Myrtle McGraw (1899 – 1988), o desenvolvimento era um desdobramento de padrões comportamentais envolvendo a liberação de processos de crescimento e, tendo como força geradora, a maturação do cérebro (CONNOLLY, 2000). No estudo com os gêmeos Johnny e Jimmy, no qual Johnny foi estimulado sistematicamente em suas habilidades motoras nos dois primeiros anos e Jimmy, não, McGraw observou que, aos seis anos de idade, havia uma coordenação motora superior e uma personalidade mais complexa de Johnny em

comparação com Jimmy; e que, aos seis anos de idade, ambos viviam uma vida normal, sem consequências deletérias dos experimentos (MCGRAW, 1939).

Tanto Gesell quanto McGraw focaram no que causaria as mudanças por eles observadas. Para McGraw, as mudanças de comportamento na infância eram resultado de processo de maturação do sistema nervoso: a maturação e o aprendizado não eram processos diferentes, mas apenas diferentes facetas do processo fundamental de crescimento. Gesell usava a palavra “crescimento” ao invés de “desenvolvimento” como um termo abrangente para descrever mudanças ontogenéticas (CLARK, JANE E; WHITALL, 1989).

Apesar de não ser citado nos estudos de motricidade por Clark e Whitall (1989) em nenhum período da história do estudo sobre desenvolvimento motor, é importante destacar os estudos de Henri Wallon (1879 – 1962), pois, sob o ponto de vista da motricidade como algo observado a partir do desenvolvimento cognitivo, Wallon a coloca como a característica essencial para a existência da criança: é através dela que a criança responde às suas necessidades básicas e a seus estados emocionais. A motricidade seria a primeira competência da criança de relação com o meio (FONSECA, 2008).

Para Wallon (1950 *apud* FONSECA, 2008), a motricidade se apresentaria sob três formas essenciais:

- Deslocamentos passivos ou exógenos: O bebê nasce com aproximadamente 70 reflexos filogenéticos (movimentos que os bebês executam no primeiro mês, sem a necessidade de aprendizado a partir de outra pessoa, que seriam característicos da evolução da espécie humana) e não consegue assegurar por si próprio uma motricidade autônoma, dependendo de deslocamentos passivos e exógenos induzidos pelos outros. Durante os primeiros meses, o bebê possui uma motricidade visceral já aperfeiçoada, que contrasta com uma agitação irregular dos membros. Nesta fase, observa-se uma hipotonicidade que caracteriza os músculos da coluna vertebral e do controle da cabeça.
- Deslocamentos ativos ou autógenos: Nesta fase, tem-se a produção de posturas e movimentos do corpo no espaço – é na aprendizagem das competências de equilíbrio, locomoção e preensão que se provoca a maturação do cérebro. Emerge, então, uma motricidade cada vez mais coerente, na qual a modulação tônica,

proprioceptiva e postural se estruturam. A sinaptogênese e a mielinização vão encarregar-se de produzir sistemas mais fluentes.

- Deslocamentos práticos: Aqui tem-se deslocamentos de corpo inteiro que permitem as funções construtivas e criadoras das coordenações e das aprendizagens motoras. A integração sensorial se projeta na exploração, na descoberta e no conhecimento do mundo exterior, permitindo que os deslocamentos locomotores do corpo no espaço e os deslocamentos preensores das mãos com os objetos proporcionem à criança uma nova concepção de si mesma e da realidade.

Segundo Wallon, a motricidade encontra-se dependente dos músculos estriados, os quais chama de “músculos da vida de relação e de interação”. Essa organização se assentaria no encurtamento e alongamento das miofibrilas e pela manutenção de uma certa tensão muscular, que variaria de acordo com as condições fisiológicas do próprio indivíduo. Sobre o tônus muscular, Wallon disse que este seria o suporte e a garantia da motricidade e que sua expressão representaria a acomodação perceptiva e expressiva de sua afetividade. Ou seja, a função tônica interferiria na motricidade, na afetividade e na cognição (FONSECA, 2008).

Wallon ainda colocou que a coordenação da motricidade como resposta ao meio se assenta em uma integração das reações interoceptivas (como sucção, deglutição, nutrição, respiração, bem-estar, excreção), que passam a reações proprioceptivas (aquelas de interação mãe-filho, conforto tátil, atenção visual sustentada, segurança vestibular e gravitacional), terminando em reações exteroceptivas (exploração de objetos, comunicação, jogo, praxias), com cada sequência preparando para a seguinte (FONSECA, 2008).

Para Wallon, o desenvolvimento da motricidade também ocorreria por estágios (FONSECA, 2008):

- Estágio impulsivo (recém-nascido): O movimento e os reflexos se caracterizam por simples descargas de energia muscular, em que as reações tônicas se apresentam como espasmos descoordenados, sem significado ou intenção. A atividade do bebê está totalmente monopolizada por suas necessidades de sobrevivência.
- Estágio tônico-emocional (6 aos 12 meses): O movimento já possui finalidade. Partindo de movimentos de equilíbrio e de reações de compensação gravitacional,

integradas sensorialmente pela tonicidade, pelo sentido tátil-cinestésico e pelo sistema vestibular e cerebelar, a criança passa à postura sentada, de gatinhar, com apoio perfeito das mãos. Nessa fase também inicia-se a imitação. Com a riqueza de interações com os adultos, o bebê começa a estabelecer associações e a aprender com as situações ao redor, antecipando efeitos com sua atenção seletiva, gerando os primeiros atos voluntários.

- Estágio sensório-motor (12 aos 24 meses): A percepção torna-se mais precisa e o movimento conseguido tende a ser repetido, permitindo a eficácia e a inteligência do gesto, eliminando gestos inúteis. A criança começa a se estruturar na repetição e na reprodução de ações, conhecendo a finalidade delas. A linguagem corporal mais complexa dá suporte à comunicação antes do surgimento da linguagem falada. Nesta fase, a construção da realidade é não-simbólica, tônico-postural e sensório-motora.
- Estágio projetivo (2 aos 3 anos): A atitude postural adquire sua verdadeira autonomia, com segurança gravitacional, auto-suficiência de higiene, alimentação e vestuário. Os gestos e as representações atingem uma narrativa e um faz-de-conta que ilustra o desdobramento da realidade.
- Estágio personalístico (3 aos 4 anos): A criança, neste estágio, passa a se auto-conhecer, a conhecer o próprio corpo. A motricidade passa a estar a serviço da representação mental.
- Estágio categorial (6 aos 11 anos): A planificação motora torna-se mais regulada e controlada, mais precisa e localizada.
- Estágio da puberdade e da adolescência: Por conta das modificações que ocorrem em decorrência do crescimento ósseo e de estatura, das transformações dos órgãos internos e do surgimento dos caracteres sexuais secundários, a eficácia e a coordenação motoras podem se caracterizar por certas imperícias nos movimentos e certas instabilidades posturais. Ocorre, nesta fase, uma reorganização do esquema corporal.

Após a II Guerra Mundial os estudos se voltaram no intuito de compreender o desenvolvimento motor, em vez de compreender o desenvolvimento cognitivo por meio das observações do desenvolvimento motor. As pesquisas passaram a focar no produto do

desenvolvimento em vez de no processo de desenvolvimento para descrever seu produto. A ênfase se deu em compreender a função do crescimento físico e da força na performance motora da criança. Nessa época, trabalhos sobre a bioquímica do movimento da criança foram publicados (CLARK, JANE E; WHITALL, 1989).

Durante a década de 1950, muito pouco se pesquisou sobre desenvolvimento motor, pois se dizia que este campo já havia sido esclarecido. Houve uma retomada na década de 1960, quando a preocupação dos investigadores da área passou a se voltar para o processo de desenvolvimento: em vez de se perguntar “o quê?” e “quando?”, perguntava-se “como aconteceu o desenvolvimento?”, “quais são os processos de mudança?” (CONNOLLY, 2000). Mas foi nos anos de 1970, com a publicação de “Mechanisms of Motor Skill Development”, de Kevin Connolly, que as pesquisas e discussões sobre desenvolvimento motor foram retomadas, persistindo até os dias de hoje (CLARK, JANE E; WHITALL, 1989).

No início dos anos de 1970, além de Connolly, Jerome Bruner (1915 – 2016) se destacou por colocar que as mudanças nas habilidades motoras durante o desenvolvimento eram resultado do aumento da habilidade da criança em integrar pequenas rotinas de movimento com ações maiores (BRUNER, J. S., 1976). Para Bruner (1976), o crescimento das competências nos bebês se constitui de três temas principais: intenção, *feedback*³ e os padrões de ação que mediam os dois, sendo que o *feedback* se constitui de pelo menos três aspectos: o interno, que sinaliza a intenção de uma ação; o propriamente dito, do sistema efetor durante a ação; e o conhecimento dos resultados que ocorrem somente após a ação ser completada. Segundo o autor, o primeiro ano de vida poderia ser dividido em cinco competências básicas: alimentar-se, percepção ou atenção, manipulação do mundo, locomoção e interação com membros da espécie. A aprendizagem inicial tem um grande elemento de pré-adaptação que reflete instruções genéticas espécie-específicas e que são altamente flexíveis. Bruner também destacou a importância do brincar com a criança no primeiro ano de vida, com brincadeiras como “Achou!” e de mostrar objetos aos poucos, colocando que, a cada vez que brinca, as brincadeiras constituem repetições pelas quais a criança passa para domina-las (BRUNER, J. S., 1976). Mais adiante, suas pesquisas estimularam

³ Neste caso, será mantido o termo *feedback* ao invés de traduzí-lo para o termo em português, retroalimentação, por ser utilizado em Educação e Psicopedagogia, áreas em que o autor é estudado.

estudos sobre a importância da memória para o desenvolvimento motor (CLARK, J. E.; WHITALL, 1989).

Com a tradução do livro “The Co-ordination and Regulation of Movements”, de Nikolai Bernstein (1896 – 1966), em 1967, para o inglês, novos conceitos sobre a motricidade surgiram (THELEN, E., 2000). Bernstein colocou a questão do controle de maneira diferente: começando com o corpo e seus vários ossos, articulações e milhões de fibras musculares – cada movimento seria coerente e coordenado. Segundo ele, o cérebro conseguiria coordenar todas as possíveis combinações e graus de liberdade porque o movimento seria organizado em sinergias, isto é, uma ligação funcional entre os músculos que trabalhariam juntos. O que o cérebro recrutaria não seriam os músculos individualmente, mas um padrão apropriado para realizar uma tarefa funcional. Para Bernstein, os movimentos eram função-específicos e não músculo-específicos (CLARK, J. E.; WHITALL, 1989; THELEN, E., 2000). Como exemplo, Bernstein dizia que se poderia assinar o próprio nome com uma caneta num papel ou usando um cabo de vassoura num quadro negro, e a assinatura, ainda assim, permaneceria a mesma (THELEN, E., 2000).

Tendo por base os estudos de Bernstein, Esther Thelen (1941 - 2004) enfatizou a importância da maturação de todos os subsistemas, não somente do sistema nervoso (CLARK, J. E.; WHITALL, 1989), pois cada componente é tanto causa como produto (THELEN, E., 1995a). Para a autora, o desenvolvimento motor seria um processo dinâmico que ocorreria em diferentes níveis e escalas de tempo. Músculos e ossos estariam em fluxo contínuo, apesar de as mudanças desses componentes serem lentas e menos observáveis comparando com o sistema nervoso. A cognição emergiria do mesmo processo dinâmico que aqueles que governariam os ciclos de percepção e ação: mesmo atividades de ordem mental superior, como categorização, formação de conceito e linguagem, deveriam emergir de uma maneira auto organizada a partir de atividades recorrentes em tempo real da criança, assim como o ciclo de alcançar coisas vêm de ciclos de ajustar a mão ao objeto - a trajetória da mão, por exemplo, seria descoberta e agregada com a ação de alcançar. A partir de um ponto de vista dinâmico, o importante seria saber (i) como as partes cooperariam entre si para produzir estabilidade ou engendrar mudanças; (ii) a história por trás desse sistema, que é dinâmico, em toda a sua riqueza e complexidade; e (iii) como as intervenções poderiam perturbar a

estabilidade das dinâmicas em curso para permitir o surgimento de novas e melhores soluções (KAMM; THELEN; JENSEN, 1990; THELEN, E., 1995b, a; THELEN, E.; KELSO; FOGEL, 1987).

1.2.7 Nutrição e Desenvolvimento Infantil

Ao longo da história, as sociedades têm observado a relação entre o consumo de certos itens alimentares e uma boa saúde e prevenção, senão a cura, de certas doenças. Entretanto, o estudo da quantidade e qualidade da ingestão de determinados itens para uma dieta saudável acontece há menos de 200 anos (WEISELL; ALBERT, 2012). No final do século XIX, os amino ácidos essenciais foram identificados, bem como a maioria dos nutrientes inorgânicos, como cálcio, potássio, iodo e ferro. No período entre 1890 e 1940 foram descobertas 13 vitaminas, cada uma realizada de uma maneira diferente, algumas com histórias fascinantes. Nos anos de 1920, o ácido linoleico foi identificado como ácido graxo essencial e, a partir do desenvolvimento de novas técnicas de análise de micro quantidades de elementos, surgiu uma nova classe de nutrientes: os elementos traço, como cobre, zinco, manganês, selênio, molibdênio, flúor e cromo. Atualmente há um grupo adicional: as fibras, os carotenoides e os elementos ultra traço, como o boro, que não são considerados essenciais, mas são importantes para a manutenção da saúde e possivelmente reduzem o risco de doenças crônicas (TRUSWELL; MANN, 2002).

Esforços internacionais para chamar a atenção para as questões relacionadas à alimentação e à nutrição foram realizados, inicialmente, pela Liga das Nações durante os anos de 1930. Em 1948, as Nações Unidas passaram a assumir a tarefa, quando o Comitê consultivo Permanente (*Standing Advisory Committee*) da então recém formada FAO (*Food and Agriculture Organization*) considerou que o problema de acesso às calorias e aos nutrientes necessários eram questões de suma importância a serem tratados pela Organização. Com o passar do tempo, recomendações técnicas e científicas sobre necessidades nutricionais vêm sendo feitas por técnicos e pesquisadores de grupos estabelecidos pela FAO e pela OMS (Organização Mundial de Saúde) e utilizadas pelo mundo inteiro (WEISELL; ALBERT, 2012).

Por ter uma preocupação considerável com relação à vulnerabilidade alimentar que vem desde os anos de 1950, a FAO e a OMS deram mais atenção aos macro nutrientes, particularmente a obtenção de energia e de proteínas, ao longo dos anos. Apenas mais recentemente os micronutrientes vêm recebendo uma atenção maior e, mais recentemente ainda, o aumento da ingestão de calorias por super nutrição (WEISELL; ALBERT, 2012). Isto

porque, nos últimos anos, pesquisas têm mostrado que a disponibilidade individual de determinado nutriente modifica as vias moleculares críticas para o desenvolvimento cerebral e sua função na fase adulta, pela modificação da plasticidade neural e da função neuronal, com consequências a médio e longo prazos (CADAVID CASTRO, 2009). Para Cadavid Castro (2009), a alimentação durante a infância poderia influenciar as funções cerebrais e também o potencial cognitivo das crianças e sua saúde mental. Segundo Caballero (2002), a hipótese de que deficiências nutricionais durante os primeiros anos poderiam afetar o risco de surgimento de doenças a longo prazo, possivelmente via modificação da diferenciação e função celular em estágios críticos do desenvolvimento, tem sido fortemente considerada com base em dados epidemiológicos - um exemplo é a descoberta de uma correlação inversa entre o peso ao nascer e a prevalência de diabetes tipo II (BARKER, 1992). Há, atualmente, um grande esforço para garantir o crescimento e a nutrição adequada durante a infância, especialmente para os primeiros anos de vida. Portanto, estratégias para garantir a segurança alimentar deve continuar a ser uma prioridade para a elaboração de políticas públicas, serviços escolares, creches, cuidadores e pais (CABALLERO, B., 2002a).

1.2.8 Metabolismo e Desenvolvimento Infantil

Os primeiros estudos sobre metabolismo durante o desenvolvimento infantil se concentraram na primeira metade do século XX, principalmente em laboratórios de estudos em nutrição. Talbot & Benedict, em 1915, mediram a taxa metabólica de repouso em bebês recém-nascidos utilizando câmaras metabólicas, as quais mediam o consumo de oxigênio e produção de gás carbônico, com o objetivo de quantificar a energia necessária para o crescimento de um bebê nas primeiras semanas de vida. Segundo os autores, esta seria uma importante contribuição para o entendimento da necessidade de suplementação alimentar para o bebê. Em 1933, Talbot chamou a atenção para as interpretações equivocadas sobre medidas do metabolismo de crianças utilizando um “novo aparato portátil”, que havia em diversos hospitais. Segundo ele, as medições deveriam ser acompanhadas por um especialista sobre o assunto pois as medidas obtidas de um bebê não poderiam ter a mesma interpretação daquelas utilizadas para um adulto.

Com o objetivo de estabelecer conexões entre “dois aspectos fundamentais dos organismos vivos, metabolismo e crescimento”, Bertalanffy, em 1957, no intuito de tentar responder “por que os organismos crescem e por que param de crescer depois de um certo

tempo”, estabeleceu três “tipos metabólicos”: o primeiro, no qual a respiração seria proporcional ao peso elevado à 2/3, onde se enquadraria o ser humano; o segundo, em que a respiração seria proporcional ao próprio peso, como nos insetos, por exemplo; e um terceiro, no qual a taxa metabólica seria intermediária entre a superfície e o peso, proporcionalmente, como em caracóis. Para o autor, este trabalho de revisão, com os dados e conceitos apresentados por ele, inauguraria um novo capítulo na fisiologia: a fisiologia comparativa do crescimento, o que não aconteceu.

As pesquisas que relacionavam a taxa metabólica ao tamanho corpóreo passaram a ser de grande interesse por parte de médicos, especialmente pediatras, pois era de conhecimento, nos anos de 1960, que muitas funções quantitativas variavam com o crescimento em relação à taxa metabólica, não somente ao tamanho corpóreo. Com o objetivo de responder “qual seria a fonte da taxa metabólica basal e como poderia variar em relação ao tamanho corpóreo”, Holliday *et al.*, em 1967, descreveram três postulados, os quais serão explicados com mais detalhes a seguir:

- Postulado 1: A maior parcela da taxa metabólica basal de um organismo é derivada de uma atividade metabólica dos principais órgãos internos: cérebro, fígado, pulmões, coração e rins.
- Postulado 2: A baixa taxa metabólica por unidade de massa em espécies de grande porte seria devido a dois fatores: (i) a fonte da energia metabólica (dos órgãos mais ativos) se constituiria de uma pequena porcentagem do total da massa corpórea em animais grandes; e (ii) alguns dos órgãos mais ativos, como fígado e rins, têm uma baixa taxa metabólica do órgão por unidade de massa corpórea enquanto o animal cresce.
- Postulado 3: O decréscimo na taxa metabólica por unidade de massa corpórea durante o crescimento seria devido a um crescimento relativamente baixo dos órgãos mais ativos comparado com o total da massa corpórea; a taxa metabólica do órgão por unidade de massa corpórea não pareceria diminuir durante o crescimento.

Ao final, os autores colocaram que uma das grandes contribuições desse trabalho seria no estudo de doenças associadas à desnutrição e aos estudos de bebês prematuros, quando conhecer o metabolismo seria a questão central, como quando da necessidade da dosagem

de medicamentos, por exemplo: atentar não somente à massa corpórea, mas à atividade dos órgãos.

Até a década de 1980, poucos foram os trabalhos publicados sobre metabolismo e desenvolvimento infantil. Foi no final dessa década, com o surgimento de métodos mais eficazes para a medida de taxa metabólica basal em crianças e a necessidade de se oferecer diretrizes para uma alimentação saudável de bebês e crianças (como políticas públicas, por exemplo), que as pesquisas na área receberam um novo fôlego. Destacam-se, nesta área, os trabalhos de Nancy Butte (Butte, Moon, Wong, Hopkinson, & Smith, 1995; Butte et al., 2000; Butte, 2000, 2005; Butte & King, 2005; Butte, Wong, Treuth, Ellis, & Smith, 2004; Moon, Jensen, & Butte, 1991), que, em 2004, publica, no *Journal of the American Dietetic Association*, diretrizes para alimentação saudável de crianças de 0 a 3 anos de idade. A partir da década de 1990, os estudos sobre metabolismo e desenvolvimento foram direcionados ao estabelecimento de diretrizes pela FAO e pela OMS e a estudos relacionando ao sedentarismo, metabolismo e obesidade infantil (GRIFFITHS *et al.*, 1990; HENRY, 2005; MOLNA; SCHUTZ, 1997; SHELTON; KLESGES, 1993).

1.2.9 Epigenética e Desenvolvimento Infantil

O termo “epigenética” foi proposto pela primeira vez por Conrad Waddington, em 1953, para denotar a compreensão deficiente sobre como um zigoto se desenvolve a um organismo complexo e maduro. Com a descoberta de que todas as células de um organismo continham o mesmo DNA e com o aumento do conhecimento sobre os mecanismos da expressão gênica, a definição foi mudada para o estudo de alterações mitóticas herdáveis na expressão gênica que não são causadas por mudanças na sequência de DNA. Ou seja, o estudo de traços herdáveis que não estejam associados a mudanças na sequência dos nucleotídeos, mas a mudanças químicas no DNA ou em proteínas regulatórias e estruturais que estão ligadas a ele (FELSENFELD, 2014; WATERLAND, 2012).

Sob o ponto de vista da epigenética, o desenvolvimento infantil poderia ser definido como as “experiências que são esculpidas no DNA de um organismo através da metilação, um dos principais mecanismos epigenéticos de mudança”. Metilação do DNA corresponde à transferência química de um grupo metil a uma sequência CpG (citosina-fosfato-guanina) em uma das fitas de DNA. Este mecanismo está relacionado, geralmente, ao silenciamento de

genes⁴, seja de origem paterna ou materna, durante a embriogênese, assim como após o nascimento (MURGATROYD; SPENGLER, 2011; VAN IJZENDOORN; BAKERMANS-KRANENBURG; EBSTEIN, 2011; WATERLAND; MICHELS, 2007). De acordo com a hipótese da Origem do Desenvolvimento, durante os períodos críticos de desenvolvimento (no pré-natal e no pós-natal de mamíferos), nutrição e outros estímulos ambientais influenciam nos caminhos pelos quais o desenvolvimento seguirá. Numerosos estudos mostram uma associação entre baixo peso ao nascer e a incidência de doenças cardiovasculares, hipertensão, diabetes tipo 2 e deficiências no metabolismo de insulina e em concentrações séricas de colesterol em adultos. O maquinário para a metilação do DNA estabelece os padrões durante o desenvolvimento e, possivelmente, durante a vida adulta, em resposta a novos sinais do ambiente, que são renovados quando da duplicação do genoma, na mitose (BARKER *et al.*, 1993; HALES *et al.*, 1991; LAW; SHIELL, 1996; MALKKI *et al.*, 1993; OSMOND; SIMMONDS, 1993; WATERLAND; MICHELS, 2007). Fraga e colaboradores (2005), estudando gêmeos monozigóticos, descobriu diferenças epigenéticas substanciais entre eles. Segundo van Ijzendoorn e colaboradores (2011), isto foi possível porque gêmeos idênticos foram expostos a ambientes diferentes e, por conta disso, não seriam mais idênticos. Para esses autores, o desenvolvimento infantil poderia ser definido como uma interação dinâmica entre o ambiente e a criança e mediado por uma série de modificações epigenéticas de genes específicos que resultariam em mudanças fisiológicas, cognitivas, emocionas e comportamentais estáveis e persistentes. As mudanças epigenéticas seriam o mecanismo molecular pelo qual o ambiente afetaria a fisiologia e o comportamento de uma criança em desenvolvimento, e o desenvolvimento incorporaria as assinaturas induzidas ambientalmente no epigenoma (VAN IJZENDOORN; BAKERMANS-KRANENBURG; EBSTEIN, 2011).

Nos últimos cinquenta anos, um número crescente de evidências aponta na direção de que essas assinaturas permaneceriam influenciando o indivíduo ao longo da vida. Apesar de se aventar, por um tempo, a possibilidade de que as consequências a longo prazo poderiam ser causadas por influências epigenéticas, somente nos últimos anos dados empíricos vêm sendo coletados para sustentar esta hipótese, e muitos dos estudos utilizam modelos animais para explorá-la (ROTH; SWEATT, 2011).

⁴ Para mais detalhes, vide ANEXO R.

Grande parte dos estudos envolvendo desenvolvimento infantil e epigenética são originados de pesquisas em epidemiologia epigenética⁵ e em psicobiologia, sobre as consequências a longo prazo de traumas e estresses na infância (HEIM; BINDER, 2012; MASTEN; NARAYAN, 2012; MEANEY, 2010; MURGATROYD *et al.*, 2010; MURGATROYD; SPENGLER, 2011; VAN IJZENDOORN; BAKERMANS-KRANENBURG; EBSTEIN, 2011; WATERLAND; MICHELS, 2007). Atualmente, os estudos com modelos animais auxiliam na orientação dos estudos em humanos, na busca de fatores que influenciariam epigeneticamente o desenvolvimento infantil, inclusive durante os períodos sensíveis (HEIM; BINDER, 2012).

1.3 A importância de um enfoque integrativo do desenvolvimento infantil

Considerando desenvolvimento como um desdobramento de algo já presente e, de alguma forma, pré-formado, a ontogenia de um organismo é a consequência de uma interação singular entre os genes que ele carrega, a sequência temporal dos ambientes externos pelos quais ele passa durante a vida e eventos aleatórios de interações moleculares entre as células do indivíduo (LEWONTIN, 2001). Estudos, tanto em seres humanos quanto em outros animais, revelam que fatores que atuam no início da vida influenciam o balanço energético a longo prazo (ROONEY; OZANNE, 2011). A fisiologia nutricional, com frequência, sofre mudanças programadas ao longo do desenvolvimento à medida que os indivíduos amadurecem, desde o nascimento à vida adulta (HILL, R. W.; WYSE; ANDERSON, 2012). No caso dos seres humanos, os movimentos também são construídos ao longo da vida do indivíduo e não dependem somente de "recursos biológicos e psicológicos", mas também de "condições do meio ambiente no qual ele vive" (FREIRE, 1996), o que não é diferente para nenhum outro animal. Portanto, os primeiros anos de vida são essenciais para o fundamento do desenvolvimento posterior: o jovem e o adulto são resultado da qualidade dos cuidados que tiveram na infância.

O desenvolvimento infantil inclui dimensões interdependentes que abrangem o social, o emocional, o cognitivo, o psicomotor e padrões de comportamento e nutrição (MALIK, 2013). Segundo Fonseca (2008), para Piaget, todos os mecanismos cognitivos assentam e emergem do desenvolvimento da motricidade, o que ocorre na primeira infância (do 0 aos 6

⁵ Epidemiologia epigenética é o estudo de associações entre variação epigenética e risco de doença (WATERLAND; MICHELS, 2007).

anos de idade). Fonseca (2008) afirma que a psicomotricidade auxilia a criança a adquirir sensações, percepções e conceitos que lhe permitirão conhecer seu próprio corpo e, a partir dele, o mundo que o rodeia. Ivanovic e colaboradores (2007) constataram que as diferenças de QI entre alunos das escolas de ensino médio chilenas se deram principalmente por má nutrição na infância. Segundo Cadavid Castro (2009), é cada vez mais claro que a quantidade e qualidade de nutrientes recebidos pela criança possuem relação direta com o potencial cognitivo delas e sua saúde mental e emocional, além de refletir nas funções cerebrais adultas e em seu eventual declínio com a idade. É a infância a fase crucial em que muitos comportamentos relacionados à saúde são moldados (WHO, 2005), e uma criança não escolhe o ambiente em que vive e muito menos possui a habilidade e conhecimentos necessários para escolher uma dieta ou exercício físico. Segundo a Organização Mundial de Saúde, somente 3% dos casos de diabetes tipo 2 e obesidade eram observados em crianças nos Estados Unidos em meados dos anos 1970 (WHO, 2005). Atualmente, esta proporção chega a 45% dos casos, com índices também alarmantes em outros países, inclusive no Brasil. As crianças dependem de seus responsáveis para terem uma infância saudável: pais que conhecem o mínimo dos fatores nutricionais e psicomotores importantes para uma criança podem educá-la para que seja ativa, com desenvolvimento pleno de suas capacidades cognitivas e motoras. No futuro, esta criança poderá escolher seu próprio caminho, como dedicar-se aos esportes ou "aos livros", por exemplo, e não simplesmente excluir um por não se sentir capaz em realizar o outro (CHAUÍ-BERLINCK; BICUDO; SILVA, 2014).

A passagem de um repertório motor limitado do recém-nascido para habilidades motoras e de manipulação complexas da criança está entre as transformações mais dramáticas e visíveis no ciclo de vida humano. Por conta disso, muitos pesquisadores acreditaram que essas transições poderiam promover um modelo de compreensão do desenvolvimento de funções cognitivas superiores ou até mesmo estarem subjacentes às funções superiores (THELEN, E.; KELSO; FOGEL, 1987).

Entretanto, o cenário para a promoção do desenvolvimento infantil pelo mundo está longe de ser o melhor: ao menos 200 milhões de crianças abaixo dos cinco anos não conseguem desenvolver seu potencial cognitivo e socioemocional, basicamente, por conta de deficiências nutricionais, desnutrição e estímulos inadequados nos primeiros anos de vida. Cada um desses fatores relacionados levam a um efeito determinante no desenvolvimento da

criança. Mas quando dois ou mais desses fatores são encontrados juntos, o impacto combinado dos fatores é ainda mais severo (JOLLY, 2007). Compreender como todos esses fatores se inter-relacionam (cognição, motricidade, nutrição, metabolismo e fatores de influência epigenética) poderá contribuir para a ulterior compreensão da complexidade do desenvolvimento do ser humano, que está muito além de estudar cada fase ou cada aspecto separadamente, mas, antes de tudo, em conhecer como cada fator interage entre si ao longo da vida (MARINO; PLUCIENNIK, 2013; MARMOT; ALLEN, 2014; SCRIMSHAW, 1998; YOUNG, 2010). Como coloca Jolly (2007), “o desafio está claro. O tamanho e a natureza do problema está definido, juntamente com a seriedade de suas consequências a longo prazo. O que permanece em aberto é a resposta do mundo e a nossa própria”.

1.4 O Cenário

No Brasil, 5,4% da população é composta por crianças entre 0 e 3 anos de idade e somente 1.904 das 5.565 cidades do país tem de alto a muito alto IDH (Índice de Desenvolvimento Humano). O restante das cidades (1.608) têm um IDH entre médio e muito baixo, 1.398 pontua o IDH entre baixo e muito baixo e com alta vulnerabilidade social, apesar do fato de o índice de vulnerabilidade social ter decrescido em 27% (CIESP, 2018; IPEA, 2015; PNUD; IPEA; FJP, 2010). Com relação ao saneamento básico, em 2014, enquanto 86,9% das crianças de 0-8 anos viviam em domicílios com coleta de lixo e 81% viviam em domicílios com fornecimento de água, somente 56,1% viviam em domicílios com acesso a um sistema de tratamento de esgoto (CIESP, 2018). Considerando a linha de US\$ 5,5 por dia (R\$ 387,07 por mês em 2016) para a pobreza, 25,4% da população brasileira encontra-se nesta faixa, com maior incidência no Nordeste (43,5%) e a menor no Sul do país (12,3%) (IBGE, 2017). Segundo relatório da UNICEF, 61% das crianças brasileiras vivem na pobreza, privados de um ou mais direitos, como saneamento básico, sendo, as mais afetadas, crianças negras vivendo em famílias pobres monetariamente, moradores da zona rural e das Regiões Norte e Nordeste (UNICEF, 2018).

Em 2007, 32,7% das crianças de 0 a 3 anos de idade e 91,7% das crianças de 4 a 5 anos estavam na creche e em escolas de educação infantil, respectivamente (IBGE, 2018). De acordo com a legislação concernente à educação de crianças no Brasil, a graduação em Pedagogia é exigida somente para trabalhos com crianças a partir da educação infantil. Para

se trabalhar em uma creche, mesmo em um estabelecimento público, somente o ensino médio é exigido (**Lei 12.796/13**). E mesmo para o curso de Pedagogia não é exigido, como conteúdo obrigatório, disciplinas sobre o desenvolvimento infantil (CNE/CP N°1/2006).

Perceber que os cuidados com a primeira infância é importante para que se tenha adultos saudáveis, tanto em aspectos físicos, quanto psicológicos e sociais, é algo que remonta ao século XVII. Dos vários aspectos do ambiente que influenciam diretamente na manifestação do fenótipo no ser humano tanto a curto prazo (ainda na infância), quanto a médio e longo prazos (adolescência, vida adulta e velhice), o estudo da primeira infância é componente importante para a compreensão da auto-organização do ser humano adulto, sendo nutrição, metabolismo, motricidade e a influência do ambiente via mecanismos epigenéticos, fatores de vital importância no desenvolvimento cognitivo e na saúde da criança. Compreender como estes fatores se interligam poderá contribuir para a compreensão da complexidade do desenvolvimento do ser humano, que está muito além de estudar cada fase ou cada aspecto separadamente, mas como todos estes fatores interferem entre si ao longo da vida. Há diversos estudos relacionando um dos aspectos com o desenvolvimento infantil, como pôde-se perceber pelas sessões delimitadas anteriormente, nas quais um o desenvolvimento infantil foi estudado sob o enfoque de um dos aspectos. Ainda não há um conjunto de trabalhos que reúna todos os aspectos citados (cognição, nutrição, motricidade, metabolismo e epigenética) de forma integrada. Isto posto, como relacionar os dados já existentes sobre desenvolvimento infantil no primeiro ano de vida relativos a metabolismo, cognição, motricidade, nutrição e epigenética de modo a visualizar e comunicar a complexidade dessas relações? Como organizá-los de forma a serem utilizáveis pelo público leigo para que este último tenha acesso ao conhecimento de como se dá o desenvolvimento infantil, possibilitando-o respeitar as fases desse desenvolvimento em prol de uma infância saudável para crianças de 0 a 6 anos de idade para que, afinal, tenha, o adulto, condições de fornecer um ambiente saudável para o desenvolvimento da criança e o educador, momentos e estímulos adequados para o aprendizado desde a creche?

1.5 Objetivo

1.5.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem por objetivo a criação de uma ferramenta que interligue dados obtidos sobre metabolismo, cognição, nutrição, motricidade e epigenética durante a Primeira Infância, que seja utilizável por leigos, a partir da reunião de pesquisas já realizadas sobre esses 5 fatores, bem como sua aplicação para a realização de prova de conceito⁶, ao mesmo tempo em que identifica lacunas ainda existentes nas pesquisas sobre o Desenvolvimento Infantil do 0 aos 6 anos de idade, e propõe cuidados mínimo para proporcionar o desenvolvimento saudável de crianças de 0 a 6.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Listar os Marcos de Desenvolvimento Infantil do 0 aos 6 anos de idade como ferramenta para o acompanhamento dos marcos do desenvolvimento infantil nas categorias metabolismo, cognição, motricidade e nutrição, nos âmbitos fisiológicos e de estímulos apropriados para cada fase;
- Criar anamnese que tenha por base as ferramentas para acompanhamento do desenvolvimento infantil e os fatores epigenéticos que potencialmente poderiam influenciar o desenvolvimento da criança nos primeiros 6 anos de vida e adiante;
- Expor o estado da arte da pesquisa sobre a primeira infância, tendo por base nutrição, cognição, metabolismo, motricidade e epigenética;
- Acenar para possíveis pesquisas na área que possam contribuir para sanar as lacunas existentes sobre o desenvolvimento infantil;
- Sinalizar para a importância de se considerar o desenvolvimento biológico da criança no cuidado com a criança;
- Sinalizar para a importância de se considerar o desenvolvimento biológico da criança na criação de práticas pedagógicas;
- Elaborar uma ferramenta de fácil consulta por leigos para acompanhamento do desenvolvimento infantil;

⁶ Prova de conceito é a aplicação de um método ou uma ideia com o objetivo de demonstrar sua viabilidade ou a demonstração de um princípio com o objetivo de verificar se algum conceito ou teoria tem um potencial prático (TECHNOLOGY., 1969).

- Elaborar uma ferramenta de fácil utilização por leigos para avaliação dos estímulos cognitivos, motores, nutricionais e de influência epigenética que a criança recebe;
- Aplicar a anamnese para a prova de conceito da ferramenta.

1.5.3 Objetivos Operacionalizados

- Busca de artigos científicos sobre nutrição, cognição, metabolismo, motricidade, epigenética e primeira infância, utilizando, como descritores (isoladamente ou conjugados): ÁCIDO FÓLICO, ÁCIDO PANTOTÊNICO, ALCOHOL, ALBERTA, ANEMIA, ATTACHMENT DISORDER, AUTISM, BAYLEY SCALE, BEHAVIOR, BIOTIN, BIOTINA, BIRTH, BLW, BRAIN, BRAIN DEVELOPMENT, BRAZIL, BREASTFEEDING, BRINCAR, CALCIUM, CAFFEINE, CARBOHIDRATE, CHILD DEVELOPMENT, CHILD IMMUNITY, CHILD MILESTONE, CHLORIDE, CHOLESTEROL, CHOLINE, CHROMIUM, CIRCADIAM RHYTHM, CLORO, COBALAMIN, COBALAMINA, COGNITION, COGNITIVE DEVELOPMENT, COPPER, CORTISOL, COW'S MILK, CRITICAL PERIODS, CRONOBIOLOGIA, DESMAME, DEVELOPMENT, DHA, DIET, DOPAMIN, ENERGY INTAKE, ENVIRONMENTAL INFLUENCE, EPIGENETICS, FAO, FATTY ACIDS, FEATUS, FIBERS, FOLATE, FOLATO, FOLIC ACID, FOOD, GANGLIOSIDES, GUT, GUT MICROBIOTA, GROWTH, HONEY, HORMONES, HUMAN MILK, IDR, INFANCY, INTEGRATION, INTERVENTION, IODINE, IRON, IRON DEFICIENCY, IRON STATUS, JANELA DE OPORTUNIDADE, LANGUAGE, LDB, LEARNING, LIPIDS, MACRONUTRIENTS, MAGNESIUM, MALNUTRITION, MALTREATMENT, MANGANESE, MATERNAL NUTRITION, MATERNAL OBESITY, MEMORY, METABOLISM, MICROBIOME, MICRONUTRIENTS, MILK, MINERALS, MOLYBDENIUM, MOTOR DEVELOPMENT, MOTRICITY, MUSIC, NEUROCOGNITIVE DEVELOPMENT, NEURODEVELOPMENT, NIACIN, NIACINA, NICKEL, NICOTINAMID, NICOTINAMIDA, NUTRITION, OLIGOSSACHARIDE, OMS, PAIN, PANTOTENIC ACID, PEDAGOGIA, PEDAGOGY, PERINATAL, PERÍODOS CRÍTICOS, PERÍODOS SENSÍVEIS, PESO AO NASCER, POLIPHENOLS, POTASSIUM, PHOSPHORUM, PREVENTIVE NUTRITION, PHONOLOGY, PLAY, PREGNANCY, PRIMITIVE REFLEXES, PROTEIN, PSICOBIOLOGIA, PSYCHOSOCIAL DEVELOPMENT, PUFA, RDC, REFLEXES, RETINOIDS, REQUIREMENT, RIBOFLAVIN, RIBOFLAVINA, RITMO CIRCADIANO,

SCALE, SELENIUM, SENSITIVE PERIODS, SIALIC ACID, SLEEP, SOCIAL, SOCIAL DEVELOPMENT, SOCIOECONOMIC, SODIUM, SOY, STATUS, STRESS, STUNTING, SUGAR, SUPPLEMENTATION, TRACE ELEMENT, THEORY, THIAMIN, TIAMINA, TODDLER, UMBILICAL CORD, VANADIUM, VEGAN, VISION, VITAMIN, VITAMIN A, VITAMIN B, B COMPLEX, VITAMIN B1, VITAMIN B2, VITAMIN B6, VITAMIN B12, VITAMIN C, VITAMIN D, VITAMIN D3, VITAMIN K, WEANING, WHO, WINDOWS OF OPPORTUNITY, ZINC;

- Leitura e organização dos dados nos seguintes temas: NUTRIÇÃO, COGNIÇÃO, METABOLISMO, MOTRICIDADE E EPIGENÉTICA;
- Seleção dos temas e, para cada um, suas variáveis para a elaboração das ferramentas;
- Listagem de possíveis lacunas existentes nas pesquisas sobre o tema;
- Elaboração da ferramenta de Acompanhamento de Desenvolvimento Infantil;
- Elaboração da ANAMNESE DA PRIMEIRA INFÂNCIA para investigação de fatores epigenéticos que potencialmente influenciem o desenvolvimento da criança;
- Aplicação da ferramenta ANAMNESE DO DESENVOLVIMENTO INFANTIL em creches e escolas de educação infantil para a verificação de sua usabilidade.
- Listagem de pontos no desenvolvimento infantil relevantes para práticas pedagógicas.

1.6 Justificativa

É preciso ressaltar que o desenvolvimento humano é um processo contínuo e cumulativo, que inicia-se na concepção e prossegue até a velhice, cujos domínios (cognitivo, motor, nutricional, etc.) estão inter-relacionados, e sobre o qual o ambiente exerce grande influência (GABBARD, 2008). É preciso destacar também que há períodos críticos (ou sensíveis) no desenvolvimento, isto é, há períodos ótimos para a emergência de certos processos e comportamentos durante o desenvolvimento, os quais são mais sensíveis às influências do ambiente. Nesses períodos, promover os estímulos mais adequados torna-se essencial para um desenvolvimento saudável, principalmente por conta da alta capacidade que todo ser humano tem de ajustar-se em resposta a estímulos positivos ou negativos do

ambiente (plasticidade). Por conta disso, neste trabalho, optou-se por organizar os estágios de desenvolvimento na forma de **marcos de desenvolvimento**, para que fosse possível evidenciar os períodos críticos e uma quantidade mínima de estímulos adequados para cada período, mostrando oportunidades para a promoção de um desenvolvimento minimamente saudável. Para interligar o conhecimento sobre os aspectos mostrados, cada um, na forma de marcos de desenvolvimento, optou-se por montar uma ferramenta que tem, como eixo, a epigenética, de forma a sinalizar para os fatores do ambiente que poderiam ativar ou desativar mecanismos que potencialmente influenciam o desenvolvimento cognitivo, motor, nutricional e metabólico do 0 aos 6 anos de idade.

Não se trata de “biologizar” o desenvolvimento infantil e também não é a intenção deste trabalho tratá-lo de forma mecanicista ou determinista, mas de colocar em evidência estímulos mínimos necessários em nutrição, cognição e motricidade que se mostram fundamentais a qualquer ser humano em desenvolvimento durante os primeiros seis anos de vida, além de ressaltar a importância da influência do ambiente via mecanismos epigenéticos, para que os outros aspectos – social, afetivo, psicológico – encontrem o maior número de condições favoráveis para que ocorram de forma plena e salutar.

A preocupação em se promover um ambiente saudável para o desenvolvimento da criança nos primeiros anos de vida remonta ao século XVII. Como mencionado anteriormente, em 1912, Arnold Gesell publica um livro para pais e cuidadores com recomendações de como promover um ambiente saudável para o crescimento da criança, no intuito de levar ao público o que se tinha de conhecimento, na época, sobre o assunto. Para Gesell, era importante para os pais conhecerem como acontecia o desenvolvimento infantil para que os pais tivessem condições de cuidar bem da criança. No início do século XX, são publicados trabalhos importantes sobre os aspectos nutricionais, motores e cognitivos que influenciam o desenvolvimento infantil. No final do século XX, os estudos em epigenética passam a ser um dos aspectos a contribuir para a compreensão de como o ambiente afetaria molecularmente o processo de desenvolvimento e de como esta influência poderia se prolongar para as outras fases da vida e para as próximas gerações. Não há ineditismo em transcrever estudos científicos para uma linguagem inteligível para leigos em desenvolvimento infantil, tampouco em levantar estudos sobre cognição, motricidade e nutrição durante essa fase da vida. O ineditismo está em relacionar os estudos nas categorias citadas em um único trabalho,

interligando-o com epigenética, transformando-os em ferramentas a serem utilizadas por pais, educadores, cuidadores e outros profissionais que trabalham com crianças de 0 a 6 anos de idade: uma ferramenta para acompanhamento do desenvolvimento infantil e uma anamnese para acompanhamento e investigação dos fatores ambientais que potencialmente atuam de forma epigenética, influenciando, desse modo, o desenvolvimento dos outros aspectos. O ineditismo também está no fato de este ser o primeiro trabalho desta envergadura a ser realizado no Brasil.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O levantamento bibliográfico para a consecução dos objetivos operacionalizados foi realizado a partir de bases de pesquisa de consultas online no SciELO, PUBMED, MEDLINE, GOOGLE SCHOLAR, *handbooks*, livros, revistas especializadas na área, bases bibliográficas de universidades nacionais e internacionais, incluindo dissertações e teses, utilizando, como descritores, de forma isolada ou conjugada, as seguintes palavras: ÁCIDO FÓLICO, ÁCIDO PANTOTÊNICO, ALCOHOL, ALBERTA, ANEMIA, APGAR, ATTACHMENT DISORDER, AUTISM, BAYLEY SCALE, BEHAVIOR, BIOTIN, BIOTINA, BIRTH, BIRTH WEIGHT, BLW, BRAIN, BRAIN DEVELOPMENT, BRAZIL, BREASTFEEDING, BRINCAR, CALCIUM, CAFFEINE, CARBOHIDRATE, CHILD DEVELOPMENT, CHILD IMMUNITY, CHILD MILESTONE, CHLORIDE, CHOLESTEROL, CHOLINE, CHROMIUM, CIRCADIAN RHYTHM, CLORO, COBALAMIN, COBALAMINA, COGNITION, COGNITIVE DEVELOPMENT, COPPER, CORTISOL, COW'S MILK, CRITICAL PERIODS, CRONOBIOLOGIA, DESMAME, DEVELOPMENT, DHA, DIET, DOPAMIN, ENERGY INTAKE, ENVIRONMENTAL INFLUENCE, EPIGENETICS, FAO, FATTY ACIDS, FEATUS, FIBERS, FOLATE, FOLATO, FOLIC ACID, FOOD, GANGLIOSIDES, GUT, GUT MICROBIOTA, GROWTH, HONEY, HORMONES, HUMAN MILK, IDR, INFANCY, INFANT, INFANT DEVELOPMENT, INTEGRATION, INTERVENTION, IODINE, IRON, IRON DEFICIENCY, IRON STATUS, JANELA DE OPORTUNIDADE, LANGUAGE, LDB, LEARNING, LIPIDS, MACRONUTRIENTS, MAGNESIUM, MALNUTRITION, MALTREATMENT, MANGANESE, MATERNAL NUTRITION, MATERNAL OBESITY, MEMORY, METABOLISM, MICROBIOME, MICRONUTRIENTS, MILESTONE, MILK, MINERALS, MOLYBDENIUM, MOTOR DEVELOPMENT, MOTRICITY, MUSIC, NEUROCOGNITIVE DEVELOPMENT, NEURODEVELOPMENT, NIACIN, NIACINA, NICKEL, NICOTINAMID, NICOTINAMIDA, NUTRITION, OLIGOSSACHARIDE, OMS, PAIN, PANTOTENIC ACID, PEDAGOGIA, PEDAGOGY, PERÍMETRO CEFÁLICO, PERINATAL, PERÍODOS CRÍTICOS, PERÍODOS SENSÍVEIS, PESO AO NASCER, POLIPHENOLS, POTASSIUM, PHOSPHURUM, PREVENTIVE NUTRITION, PHONOLOGY, PLAY, PREGNANCY, PRIMITIVE REFLEXES, PROTEIN, PSICOBIOLOGIA, PSYCHOSOCIAL DEVELOPMENT, PUFA, RDC, REFLEXES, RETINIDS, REQUIREMENT, RIBOFLAVIN, RIBOFLAVINA, RITMO CIRCADIANO, SCALE, SELENIUM, SENSITIVE PERIODS, SIALIC ACID, SLEEP, SOCIAL, SOCIAL DEVELOPMENT, SOCIOECONOMIC, SODIUM, SOY, STATUS, STRESS, STUNTING, SUGAR, SUPPLEMENTATION, TRACE ELEMENT, THEORY, THIAMIN, TIAMINA, TODDLER, UMBILICAL CORD, VANADIUM, VEGAN, VISION,

VITAMIN, VITAMIN A, VITAMIN B, B COMPLEX, VITAMIN B1, VITAMIN B2, VITAMIN B6, VITAMIN B12, VITAMIN C, VITAMIN D, VITAMIN D3, VITAMIN K, WEANING, WHO, WINDOWS OF OPPORTUNITY, ZINC. Foram priorizados dados obtidos de fontes primárias, enquanto que, para as fontes secundárias, foi considerada a bibliografia que as originou. Foram consideradas pesquisas realizadas a partir de 1970, pois foi o período em que: (i) foram retomados os estudos sobre motricidade e desenvolvimento infantil, persistindo até os dias de hoje; (ii) os estudos sobre metabolismo voltaram a atenção à infância, influenciando os programas da FAO/OMS de combate à desnutrição; (iii) os estudos em epigenética ganharam força - fatos estes que foram descritos nas sessões anteriores do item INTRODUÇÃO que trazem um breve histórico sobre os estudos entre motricidade, nutrição, metabolismo, epigenética e desenvolvimento infantil. Ainda com relação às fontes bibliográficas, deu-se prioridade às pesquisas do início do século XXI até janeiro de 2019, compreendendo estudos realizados desde a concepção, gestação, neonatos e de bebês até os 72 meses de idade. Foram excluídos artigos que tinham como foco principal a administração de drogas para tratamento de crianças com quaisquer tipos de problemas que envolvam cognição, nutrição e/ou motricidade. Foram consideradas fontes bibliográficas de revistas Qualis A ou B.

O mapeamento foi elaborado a partir de um grande número de determinantes ou “variáveis” que foram estudadas ao longo dos últimos quarenta anos, em diversas partes do mundo e em diferentes populações, e encontradas como fatores fisiológicos chaves no desenvolvimento da criança de 0 aos 6 anos. Deu-se preferência para os dados mais recentes encontrados na literatura. O tema central do mapeamento é **Desenvolvimento Infantil** e as variáveis foram agrupadas em 5 temas:

- 1) Metabolismo: refere-se à taxa metabólica de 0 a 72 meses e aos órgãos responsáveis pelo metabolismo de nutrientes (desenvolvimento do sistema digestório);
- 2) Cognição: consiste das variáveis que permitem mensurar o desenvolvimento do cérebro por conta da expressão por parte da criança, como visão, audição, comunicação (linguagem), e também dados específicos ao desenvolvimento de determinadas áreas do cérebro;
- 3) Motricidade: consiste desde os movimentos voluntários e involuntários do bebê até os 72 meses;

- 4) Nutrição: inclui os macronutrientes (proteínas e ácidos graxos) e micronutrientes (vitaminas A, C, D, E, K e as do complexo B; ferro, zinco, selênio, iodo, cálcio, magnésio, sódio, fósforo, cobalto, cobre e molibdênio) encontrados na literatura como essenciais ao desenvolvimento da criança do 0 aos 6 anos de idade;
- 5) Epigenética: selecionando os fatores do meio, desde a gestação, que influenciam a taxa de metilação de DNA no sentido de potencializar o desenvolvimento de doenças, como obesidade, diabetes tipo II, hipertensão, doenças neurodegenerativas etc.

2.1 Apresentação do mapeamento como Marcos de Desenvolvimento (*Milestone*)

O resultado das buscas foi organizado primeiramente na forma de uma linha do tempo com os marcos do desenvolvimento infantil destacados em cada fase, organização esta conhecida também como *milestone*. *Milestone*, ou Marco, é definido como “um estágio ou um evento significativo no desenvolvimento de algo” (Oxford, 2018). A abordagem por marcos é utilizada em diversos processos para organização de dados em diversas áreas, como, por exemplo, a empresarial, para acompanhamento do projeto como um todo (PROGRAM MANAGEMENT INSTITUTE, 2017); educacional, em metodologias para acompanhamento da aprendizagem (CONFORTI *et al.*, 2018; LEE *et al.*, 2017; QUINN *et al.*, 2016); na área médica, para identificação de lacunas no desenvolvimento de uma criança prematura no intuito de promover estímulos que possam atenuar ou dirimir os problemas advindos de seu nascimento (DI ROSA *et al.*, 2016).

Para o acompanhamento do desenvolvimento infantil, como exemplo, há o aplicativo lançado pelo Conselho de Assistência Social da Irlanda do Norte e desenvolvido pela Universidade de Belfast e pela Universidade de Ulster, em 2013, o *Child Development App*, para informar a pais, educadores e cuidadores cuidados básicos às crianças de 0 aos 12 anos de idade (NISCC, 2013, 2018), e também o recente *Milestone Tracker App*, aplicativo lançado pelo Centro de Controle e Prevenção de Doenças (CDC) em 2017, nos Estados Unidos, e desenvolvido pelo Instituto de Tecnologia da Geórgia (CDC, 2017). Ambos como forma de política pública para cuidados com a primeira infância e com resultados positivos para a população em termos da sensibilização de pais para o desenvolvimento da criança do 0 aos 6 anos de idade.

Escolheu-se o mapeamento na forma de marcos de desenvolvimento (*milestone*) para que a compreensão seja acessível ao maior número de pessoas possível, mesmo a leigos em fisiologia ou em desenvolvimento infantil, seguindo os princípios dos softwares *Child Development App* e *Milestone Tracker App*. Dessa forma, garante-se que o material possa ser utilizado tanto por instituições educacionais, de saúde ou de cuidados com a criança, públicas, privadas ou do terceiro setor, como também por pais e educadores.

Cada item listado nas planilhas criadas obedeceram aos seguintes parâmetros:

- ✓ Serem citados em, no mínimo, três referências bibliográficas de autores e anos distintos, sendo em livros técnicos e acadêmicos, relatórios de congressos ou de políticas públicas ou em revistas científicas. Quando localizadas em livros técnicos, buscou-se as fontes originais;
- ✓ Para a apresentação dos períodos, quando discrepantes entre os autores, foram consideradas a menor e a maior idade encontrada entre os autores para o aparecimento ou permanência da característica ou do estímulo;

2.2 Apresentação dos Marcos de Desenvolvimento como planilhas

Para apresentar o resultado das pesquisas bibliográficas e da integração da variáveis pesquisadas como marcos de desenvolvimento e para a criação da planilha de anamnese, escolheu-se o uso de planilhas do Microsoft Office Excel, tanto para a apresentação e acompanhamento dos marcos de desenvolvimento, como para a elaboração da ferramenta para anamnese. O uso de planilhas de Excel se deu pelos seguintes motivos:

- 1) Pela forma dinâmica e simplificada de apresentação dos resultados que o software poderia proporcionar;
- 2) Por ser mais prático para a automatização dos cálculos necessários para o acompanhamento de cada item e para apresentar àqueles que acompanharão o desenvolvimento da criança;
- 3) Por ser um software de uso disseminado pelo país e fora dele, sendo encontrado em grande parte das instituições públicas ou privadas e na maioria dos lares cujo computador esteja presente, independente do sistema operacional;

- 4) Por facilitar a construção futura de um software online: organizar os dados em planilhas do Excel facilita a migração destes para SQL (*Structured Query Language* = Linguagem de Consulta Estruturada), uma linguagem de pesquisa declarativa de padrão universal para manipular banco de dados relacionais utilizada em informática (JOBSTRAIBIZER, 2010).
- 5) Por ser a primeira vez que uma planilha de anamnese para a investigação do desenvolvimento infantil é elaborada para ser utilizada por um público não especialista no Brasil, faz-se necessária uma prova de conceito, isto é, a ferramenta Anamnese do Desenvolvimento Infantil precisa ser aplicada em escala controlada para que seja aprimorada e validada posteriormente;
- 6) É necessária uma equipe multidisciplinar que envolveria programadores, analistas de sistemas, *web designers*, especialistas em comunicação, pedagogos, para o desenvolvimento de um aplicativo que pudesse estar disponível via *world wide web* para dispositivos móveis.

2.3 Organização das planilhas dos Marcos de Desenvolvimento e dos Estímulos

Os marcos do desenvolvimento cognitivo, motor, nutricional e metabólico são apresentados mês a mês, do primeiro ao 72º mês de vida (6 anos). Acompanhando os marcos de desenvolvimento, foram elaborados os “marcos dos estímulos”, no qual são descritos os estímulos mínimos necessários encontrados nas pesquisas para cada categoria em cada idade que promovem o desenvolvimento minimamente saudável da criança durante a primeira infância.

O acompanhamento pode ser registrado e monitorado, além de sinalizar quando é necessário dar mais atenção à criança e procurar ajuda profissional, no caso das Planilhas de Acompanhamento do Desenvolvimento (fig. 01), e quando é necessário recordar de trabalhar um estímulo com a criança, no caso das Planilhas de Aplicação dos Estímulos.

A visualização dos itens listados resultantes da pesquisa bibliográfica e do acompanhamento destes em planilhas de Excel são dados por meio de um Gráfico de Gantt adaptado para mostrar o desenvolvimento ESPERADO, o desenvolvimento REAL e o REAL (além do esperado). O ESPERADO refere-se ao que é encontrado sobre cada item nas pesquisas realizadas. O REAL trata-se daquele observado na criança e que corresponde ao

ESPERADO. O REAL (além do esperado) refere-se àqueles marcos cujo tempo ultrapassa o ESPERADO e que, pelas pesquisas realizadas, indicam que a criança precisa de atenção especial, como, por exemplo, uma consulta a um especialista para uma investigação pormenorizada (fig. 01). Foi elaborada uma planilha que segue a mesma configuração para cada categoria, sendo: Acompanhamento Motor, Acompanhamento Cognitivo, Acompanhamento Nutricional, Acompanhamento Metabólico, Acompanhamento do Desenvolvimento Infantil, Aplicação dos Estímulos Motores, Aplicação dos Estímulos Cognitivos, Aplicação dos Estímulos Nutricionais e de Aplicação dos Estímulos.

Figura 01: Planilha para Acompanhamento do Desenvolvimento Motor.

Fonte: Imagem do autor

Em “Nome da Criança” identifica-se a criança a ser acompanhada e em “Data de Nascimento”, o respectivo dado. Os comportamentos esperados para cada idade estão listados à esquerda. Os períodos estão dispostos em colunas, do mês 1 ao mês 72, mês a mês. Em “INÍCIO” e “FIM” estão colocados o mês de início e o mês de fim do período esperado para o comportamento. Em “REAL INÍCIO” e “REAL FIM” devem ser colocados o período de início e de fim observados dos comportamentos. À direita, o acompanhamento é visualizado em um Gráfico de Gantt adaptado para mostrar o “ESPERADO”, com células preenchidas com hachuras nos meses correspondentes ao período; o “REAL”, que seria o comportamento esperado ocorrendo no período esperado, com células preenchidas com hachuras e coloridas com cor violeta; e o “REAL (além do esperado)”, que destaca quando comportamento é observado além do período esperado, mostrado pela célula preenchida com hachuras e cor laranja. Neste caso, aconselha-se uma maior atenção à criança, com ida a um profissional para acompanhamento mais pormenorizado. Em “Mês de Referência”, coloca-se o mês que consta das colunas dos PERÍODOS que se deseja destacar. Cada linha tem seu número de identificação (ID).

2.4 Elaboração da Planilha de Anamnese do Desenvolvimento Infantil

Com os Marcos do Desenvolvimento Infantil organizados em **Planilhas de Acompanhamento do Desenvolvimento e Planilhas de Aplicação dos Estímulos** e os dados coletados sobre fatores de influência epigenética, foi elaborada a **Planilha de Anamnese do**

Desenvolvimento Infantil, cujas perguntas, baseadas nas duas primeiras planilhas, remetem ao comportamento dos pais antes da concepção, principalmente no que se refere ao uso de drogas lícitas ou ilícitas, medicamentos e vida social; gestação, incluindo o acompanhamento pelo pai; nascimento, considerando as medidas da criança, tipo de parto, Escala de Apgar⁷, cuidados com a criança, considerando nutrição, vacinação, sono, infraestrutura do local onde a criança vive e aspectos de convivência com os pais e família; e os aspectos sociais, como vizinhança, facilidades que o bairro possui e criminalidade (fig. 02). As perguntas foram agrupadas em diferentes planilhas (Criança, Pais, Comunidade), bem como itens como a necessidade de explicação de como receber o dado ou avaliar (Apgar, Perímetro Cefálico, Sono, Vacinação e Definições). Para cada pergunta foi associada uma pontuação de maneira que, ao final, a soma das pontuações indique a necessidade ou não de uma atenção especial.

Figura 02: Planilha para ANAMNESE da criança.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	
1																			
3	ANAMNESE: CRIANÇA																		
4																			
5	Nome da Instituição: _____																		
6	Nome da Criança: _____																		
7	Nome da Mãe: _____																		
8	Nome do Pai: _____																		
9	Nome do Responsável: _____																		
10																			
11	Observação para preenchimento: Para assinalar uma alternativa, escreva o número correspondente a ela entre parênteses. Não use "X".																		
12																			
13	NASCIMENTO																		
14	Peso:	☐ abaixo de 2,5kg (-1)	☐ acima de 2,5kg (1)	☐ acima de 4kg (-1)															
15	Comprimento:	<input type="text" value="cm"/>																	
16	Perímetro cefálico:	<input type="text" value="cm"/>																	
17	Intercorrências perinatais	☐ infecções (-1)	☐ oxigênio (-1)	☐ incubadora (-1)	☐ outros (-1)														
18	Corte do cordão umbilical	☐ antes de 3 min (-1)	☐ após 3 min (1)																
19	Nota na escala de Apgar:	<input type="text"/>																	
20																			
21	NUTRIÇÃO																		
22	aleitamento materno	☐ não amamentou (-1)	☐ até 4º mês (1)	☐ até 6º mês (2)	☐ até 9º mês (3)	☐ além do 9º mês (4)													
23	alimentação especial	☐ sim (0)	☐ não (1)																
24	alimentação transitória:																		
25	fórmula infantil (1)	<input type="text"/>																	
26	frutas (2)	<input type="text"/>																	
27	verduras (2)	<input type="text"/>																	
28	legumes (2)	<input type="text"/>																	
29	carnes (2)	<input type="text"/>																	
30	cereais (2)	<input type="text"/>																	
31	papinhas (2)	<input type="text"/>																	
32	chás (2)	<input type="text"/>																	
33	sucos naturais sem açúcar (2)	<input type="text"/>																	
34	ovos (2)	<input type="text"/>																	
35	laticínios (2)	<input type="text"/>																	

Fonte: Imagem do autor

Para a anamnese são preenchidos dados como o Nome da Instituição, caso seja realizado para ou por uma instituição, seja educacional ou de saúde, pública, privada ou do terceiro setor; Nome da Criança; Nome do Pai; Nome da Mãe; Nome do Responsável, caso a criança não viva com seus pais. Nesta imagem, vê-se as sessões Nascimento e Nutrição, com os itens a ele correspondentes com uma pontuação associada a cada um entre

⁷ Escala ou Índice de Apgar é uma escala criada pela Dra. Virginia Apgar, em 1953, para avaliar os 5 sinais objetivos de um recém-nascido no primeiro e no quinto minuto após o nascimento, atribuindo uma pontuação de 0 a 2 a cada um dos 5 sinais: aparência (cianose), frequência cardíaca, gesticulação, atividade e respiração. É formado pelo acrônimo, em inglês, *Appearance, Pulse, Grimace, Activity, Respiration* (APGAR, 1953).

parêntesis. Esta pontuação é calculada automaticamente assim que preenchida e mostrada na planilha de “Resultado-C”, como mostrado na região inferior da figura em que constam as abas das planilhas. Para cada categoria (CRIANÇA, PAIS, COMUNIDADE) há uma planilha correspondente de resultados, identificadas, cada uma, em sua aba (Resultado-C, Resultado-P e Resultado-Co). As planilhas Sono, Perímetro Cefálico, Apgar, Vacinação e Definições também encontram-se identificadas por abas e são planilhas com informações para auxiliar no preenchimento das planilhas CRIANÇA, PAIS e COMUNIDADE.

Os pais ou responsáveis pelas crianças que preencherão a anamnese recebem uma versão sem as pontuações para evitar que estas influenciem nas respostas. No lugar das pontuações, os pais preenchem com um “X” no quadrado relativo à resposta. Os dados coletados com a realização da **Anamnese do Desenvolvimento Infantil** com os pais são transferidos para uma planilha do EXCEL igual à anamnese preenchida pelos pais (ANEXO B), sendo que, em vez de marcar com um “X”, são colocados números de 0 a 1, ou de -2 a +2, dependendo da pergunta, para que sejam computados ao final da planilha, já automatizada, que dará uma nota para cada grupo de itens a partir da soma dos números colocados em cada item. Ex.: uma das perguntas é sobre a amamentação. Há dados que indicam que a maioria das mães que vivem na zona urbana amamentam até o 4º mês; o tempo mínimo recomendado é de 6 meses; o desmame é recomendado a partir dos 9 meses, com crianças sendo amamentadas ainda aos 2 anos de idade, o que confere mais vantagens à saúde da criança. Na ficha de anamnese, pede-se que se marque um “X” em um dos seguintes períodos: Aleitamento materno: () não amamentou () até 4º mês () até 6º mês () até 9º mês () além do 9º mês. Na planilha do Excel, o tempo mínimo recomendado para amamentação (6 meses) teria o valor 0 (zero). Não amamentou, o valor é de -2, pois a não amamentação causa diversos prejuízos para a criança, como no desenvolvimento motor da fala, do sistema imunitário da criança e das bactérias intestinais; no vínculo, o que se refletirá na auto confiança da criança posteriormente, por exemplo. Até o 4º mês, valor -1, pois, de acordo com as pesquisas, amamentar por até 4 meses há prejuízos para a criança na questão de desenvolvimento das bactérias intestinais, por exemplo. Até os 9 meses, é colocado o valor +1, pois a criança passa a ter benefícios com a amamentação, como na dentição. Após os 9 meses, valor +2, pois os benefícios para a criança amamentada por mais de 9 meses são maiores do que àquelas amamentadas até o 9º mês. Para cada questão, é atribuído o ponto 0 (zero), de acordo com as pesquisas já realizadas sobre aquele aspecto do desenvolvimento infantil, e, a partir dele, os outros valores acima positivos, denotando benefício para a criança, e abaixo negativos, prejuízo para a criança. O grau de prejuízo dará qual a recomendação a ser fornecida para poder se trabalhar com a criança. No caso da amamentação citada acima,

por exemplo, para crianças não amamentadas, será recomendado estimular a criança falando pausadamente sílabas complexas (com encontros consonantais) para que ela possa imitar e desenvolver a parte motora da fala; dar alimentos mais consistentes, como cenoura pouco cozida, para desenvolvimento dos movimentos da língua e do maxilar. Observar quando a criança começar a falar, caso enrole a língua com frequência, encaminhar a um fonoaudiólogo para que a criança receba os estímulos adequados antes que se torne um problema para a criança se relacionar com o ambiente e com as pessoas.

2.5 Aplicação da Anamnese do Desenvolvimento Infantil

Para a obtenção da prova de conceito da ferramenta **Anamnese do Desenvolvimento Infantil**, esta foi aplicada em uma escola municipal de Educação Infantil e Ensino Fundamental I do município de Suzano, São Paulo, com mães de crianças que estudam na Educação Infantil, no segundo semestre do ano de 2018, com processo aprovado pelo Comitê de Ética sob o registro CAAE 02556818.6.0000.5464. As mães foram convidados pela direção da escola a comparecerem para a participação da anamnese. Das 15 mães previstas, 9 participaram da Anamnese. Em um dia estipulado, as mães presentes se dirigiram a uma sala designada pela direção da escola, onde a pesquisadora responsável apresentou o projeto e a anamnese às presentes, incluindo o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (ANEXO B). As mães que se posicionaram de acordo com a pesquisa preencheram o TCLE e receberam as cópias da Anamnese do Desenvolvimento Infantil para preenchimento. A pesquisadora permaneceu na sala todo o tempo de aplicação da anamnese e se colocou à disposição para o esclarecimento de eventuais dúvidas quanto ao preenchimento por parte das participantes. O tempo médio para preenchimento de todos os itens pelas mães foi de quarenta minutos. Para as mães com dificuldades de leitura, a pesquisadora leu as perguntas e preencheu a anamnese de acordo com as respostas dessas mães.

De posse dos dados preenchidos pelas mães, estes foram transferidos para a **Planilha de Anamnese do Desenvolvimento Infantil** com as notas para a obtenção da pontuação de cada item. A pontuação final de cada bloco deve indicar a necessidade ou não de um acompanhamento especializado ou mais detalhado da criança.

O acesso a todas as planilhas (de Acompanhamento do Desenvolvimento, de Aplicação dos Estímulos, de Anamnese do Desenvolvimento Infantil para preenchimento pelos pais e

para a obtenção da pontuação) poderá ser feito baixando as planilhas usando um computador, *tablet* ou *smartphone* com acesso à internet a partir do link: <https://bit.ly/2SuHDq5>.

3 RESULTADOS & DISCUSSÃO

O conhecimento obtido através do levantamento bibliográfico realizado para a consecução dos objetivos operacionalizados do presente trabalho foi organizado sob a forma de planilhas utilizando o software Excel, como descrito no item MATERIAIS & MÉTODOS: os aspectos intrínsecos que devem ser observados em determinados períodos do desenvolvimento infantil estão listados, primeiramente, em planilhas separadas, cada uma designada pelo nome do aspecto a ela relacionado, e integrados em uma planilha, denominada Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Infantil. Os estímulos a serem proporcionados pelos adultos em determinados períodos do desenvolvimento infantil estão descritos, cada um, em uma planilha respectiva a seu aspecto, e integrados, na Planilha de Aplicação dos Estímulos. A partir das Planilhas de Acompanhamento do Desenvolvimento e das Planilhas de Aplicação dos Estímulos foi elaborada a Planilha de Anamnese do Desenvolvimento Infantil como ferramenta para investigação da qualidade e quantidade dos estímulos que a criança vem recebendo a partir do ambiente familiar.

3.1 Planilhas de acompanhamento do desenvolvimento

A **Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Motor** é constituída por 137 itens que correspondem aos reflexos primitivos, posturais, locomotores e movimentos voluntários a serem observados do 1º ao 72º mês, com base nos trabalhos de BERTENTHAL; VON HOFSTEN (1998); CORBETTA; THELEN (1996); GABBARD (1998, 2008); GALLAHUE; OZMUN; GOODWAY (2013); KAKEBEEKE *et al.* (2013); KAKEBEEKE; CAFLISCH; JENNI (2008); PAYNE; ISAACS (2012); PIEK (2006); PIEK; BAYNAM; BARRETT (2006); SANTROCK (2011); SHERIDAN (2007); THELEN, E. (1995a, 2000); THELEN, E.; FISHER (1982); THELEN, E.; KELSO; FOGEL (1987); THELEN, E.; CORBETTA; SPENCER (1996); THELEN, ESTHER; FISHER; RIDLEY-JOHNSON (2002); WARD (2012). Mais de um dos itens relacionados na planilha foram encontrados em um mesmo trabalho. Alguns dos trabalhos realizados por esses autores foram também utilizados para a elaboração dos aplicativos para acompanhamento do desenvolvimento infantil citados em “Materiais e Métodos”. Cada item da planilha, citado com sua respectiva ID, está descrito no ANEXO C.

Na **Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Cognitivo**, são listados 319 comportamentos que envolvem o desenvolvimento da percepção do ambiente através dos

sentidos, a organização e interpretação das informações recebidas, com base nos trabalhos de BERK (2006b); BRUCE; MEGGITT; GRENIER (2010); CLARK-GAMBELUNGHE; CLARK (2015); CROSS (2009); DAEHLER (2008); FABRIZI *et al.* (2011); FOX, N. A *et al.* (1995); FRIEDERICI (2005, 2006); FRIEDRICH; FRIEDERICI (2010); GROSSMANN *et al.* (2010); HAGAN JR.; SHAW; DUNCAN (2017); HART (1991); IVERSON, J. M.; THELEN (1999); MEHLER *et al.* (1988); MISSANA; ALTVATER-MACKENSEN; GROSSMANN (2017); NAZZI; RAMUS (2003); OPITZ; FRIEDERICI (2004); RUBIN *et al.* (1995); SANTROCK (2011); SHERIDAN (2007); SLATER (2001). Alguns dos trabalhos desses autores foram também utilizados para a elaboração dos aplicativos para acompanhamento do desenvolvimento infantil citados em “Materiais e Métodos”. Mais de um dos itens relacionados na planilha foram encontrados em um mesmo trabalho. Vale ressaltar que os comportamentos são observáveis dentro de uma “janela de tempo”, ou seja, eles aparecem entre os períodos marcados como “INÍCIO” e “FIM” na Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Cognitivo. Não necessariamente o comportamento deixa de ser exibido após o tempo delimitado como “FIM”, ao contrário da Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Motor. Exemplo: O bebê faz sons guturais no 1º mês. No 3º mês de vida, vocaliza. No 4º mês, começa a balbuciar, e, no 6º mês, começa a falar as vogais “a”, “e” e “o”. Não significa que no 6º mês a criança não emitirá sons guturais, deixará de vocalizar ou de balbuciar. Apenas serão cada vez menos constantes, sendo substituídos gradativamente por uma forma mais elaborada de comunicação utilizando a voz. A não observação nos períodos delimitados, sim, sinaliza para uma investigação mais detalhada do desenvolvimento da criança por parte de um profissional. A descrição de cada item da Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Cognitivo encontra-se no ANEXO E.

Na **Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Nutricional**, estão listados tanto a quantidade de cada nutriente necessário nas diferentes faixas etárias, bem como os comportamentos e habilidades alimentares da criança, do 1º ao 72º mês. A quantidade de nutrientes tem por base o trabalho de Butte *et al.* (2004) e as recomendações da FAO/OMS⁸, pois, apesar de o Brasil ter publicado a RDC nº 269⁹, a qual trata da ingestão diária de nutrientes, esta resolução utiliza dados da FAO/OMS desatualizados¹⁰. A planilha foi categorizada da seguinte maneira: “Nutrientes” (com a quantidade necessária de cada

⁸ Ver Anexo G

⁹ Ver Anexo F

¹⁰ Ver Anexo H

nutriente); “O que oferecer ao bebê/criança” (tipo de alimento a ser oferecido); “Nutrientes” (listagem dos nutrientes e suas respectivas quantidades necessárias); e “Comportamento do bebê/criança” (lista os comportamentos do bebê ao se alimentar). A lista dos comportamentos a serem observados na criança ao se alimentar foi baseada nos trabalhos de Butte *et. al.* (2004) e Sheridan (2007). A tabela 01 reúne os dados listados na Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Nutricional.

Vale ressaltar que os aspectos relacionados à nutrição são mencionados no presente trabalho como “desenvolvimento nutricional” por se tratar de mudanças que ocorrem ao longo do tempo, devido ao desenvolvimento da criança, e que cada nutriente listado corresponde a um item a ser acompanhado.

Tabela 01: Desenvolvimento Nutricional. A tabela reúne as categorias mencionadas na Planilha de Desenvolvimento Nutricional do 1º ao 72º mês.

Período	O que oferecer ao bebê/criança	Habilidades do bebê/criança	Comportamentos do bebê/criança
1º ao 4º mês	Leite materno	Bebê aprende a sugar-engolir-respirar durante a mamada;	Chora ou esperneia quando está com fome; Olha para o cuidador/mãe com a boca aberta, indicando que quer mais; Cospe o mamilo ou mamadeira quando está satisfeito; Para de mamar quando está satisfeito;
4º mês	Leite materno	Língua move-se para frente e para trás para mamar;	Chora ou esperneia quando está com fome Sorri, olha para cuidador/mãe durante a mamada indicando que quer que continue; Cospe o mamilo ou mamadeira quando está satisfeito; Dorme quando está satisfeito;
4º ao 5º mês	Leite materno		Para de mamar quando está satisfeito;
5º ao 6º mês	Leite materno	Empurra a comida para fora da boca, com a língua;	Reconhece uma colher e abre a boca quando uma colher se aproxima;
		Mexe a papinha para frente e para trás na boca, com a língua, para engolir;	Move a cabeça para frente para alcançar a colher;
			Pode deslizar a comida na boca quando está com fome;
			Afasta ou vira a cabeça para longe da colher quando satisfeito;
			Pode se distrair mais com as coisas ao redor quando satisfeito;
6º ao 7º mês	Baby Led Weaning (BLW); Papinha leve; Apresentar 1 item alimentar novo por vez (a cada 2 a 4 dias) e observar se há reações; Apresentar sabores leves diferentes; Apresentar texturas leves diferentes; Oferecer item rejeitado na primeira vez mais 10 a 15 vezes, em chances diferentes; Expor ao sol todos os dias pela manhã; Leite materno; Papinha rala e grossa; Comida amassada sem pedaços; Sucos naturais;	BLW; Aprende a manter a papinha rala na boca; Abaixa a cabeça e pressa a colher com o lábio superior para tirar a comida da colher; Tenta juntar a comida para si com o punho; Consegue transferir comida de uma mão para a outra; Consegue beber de um copo com alguém segurando o copo para ele;	Alcança/procura colher e comida quando com fome; Aponta comida quando com fome; Mostra alegria quando lhe mostram comida; Come devagar quando está satisfeito; Fecha a boca e não abre quando está satisfeito;
8º ao 12º	Suco de frutas natural; Papinha mais grossa; Comida amassada com pedaços pequenos e macios; Comida com uma leve textura; Comida crocante que dissolve; Comidas de diferentes sabores; Leite materno;	Aprende a transferir a comida de um lado a outro com a língua para mastigar/amassar; Começa a usar a mandíbula e a língua para mastigar/amassar a comida;	Brinca com a colher durante a refeição (coloca na boca sem usá-la para comer); Consegue levar pequenos pedaços de comida à boca; Segura um copo sozinho; Segura pequenos alimentos entre os dedos polegar e indicador; Procura por comida quando com fome; Aponta comida quando com fome; Mostra alegria quando lhe mostram comida; Empurra a comida quando satisfeito; Come devagar quando está satisfeito;
12º ao 18º mês	Suco de frutas natural; Comida grosseiramente cortada com pedaços; Comidas com texturas suaves a moderadas; Comidas de tamanhos e texturas variadas; Leite materno;	Alimenta-se facilmente usando os dedos; Consegue beber de um canudinho; Consegue segurar um copo com as duas mãos e beber; Maior habilidade ao mastigar; Mergulha a colher na comida ao invés de escavar;	Pede para comer sozinho; Morde diferentes texturas; Expressa desejo por comidas específicas usando palavras e sons; Sacode a cabeça para dizer que não quer mais;
18º ao 24º mês	Leite integral; Suco de frutas natural; Comida grosseiramente cortada com pedaços; Pedaços de comida do tamanho da mordida; Comidas de variadas texturas; Leite materno;	Mastiga e engole comida com mais habilidade; Aprende a usar um garfo para espetar; Usa colher sem derramar muita comida; Consegue segurar copo com uma mão e beber com habilidade;	Combina frases com gestos tais como “quero isto” e aponta; Usa palavras como “acabou”; Brinca com a comida ou joga a comida quando satisfeito;
24º ao 72º mês	Refeição da família;	Controle das mordidas de sólidos macios ou crocantes;	Hábitos de comer como de um adulto (imita os pais);
36º ao 72º mês	Refeição da família;	Controle do ato de comer como de um adulto;	Hábitos de comer como de um adulto (imita os pais);

As recomendações de ingestão calórica e de nutrientes disponibilizados pela FAO/OMS, e que constam na Planilha de Desenvolvimento Nutricional, derivam do cálculo da energia requerida. Para uma criança de até três anos de idade, o cálculo da Energia Requerida (ER) é resultado da energia ingerida através dos alimentos, balanceada com o gasto de energia num nível de atividade física consistente com o desenvolvimento normal e que esteja disponível para a deposição nos tecidos numa taxa consistente com a saúde (BUTTE, N. *et al.*, 2004). Para crianças acima dos 6 anos, jovens e adultos, a Energia Requerida é calculada a partir da Taxa metabólica Basal (TMB) e na disponibilidade de energia para um nível de atividade física. Como não é possível estimar a atividade física para bebês e crianças muito pequenas, a FAO/WHO/UNU determinaram que as recomendações para a ingestão de energia do nascimento aos 10 anos de idade fosse derivado de ingestões observadas de crianças saudáveis e ativas (BUTTE, N F *et al.*, 2000). Na **Planilha de Acompanhamento Metabólico** (fig. 03), a equação para cálculo na Energia Requerida Estimada (ERE) é resultado do Total do Gasto de Energia, equação linear encontrada a partir de experimentos com crianças saudáveis de países desenvolvidos utilizando o método de água duplamente marcada (DLW)¹¹, somado ao Custo Energético do Crescimento, baseado nas curvas de crescimento e taxas de deposição de gordura e proteínas estimadas por Fomon e colaboradores, em 1982 (BUTTE, NANCY F, 2005).

Figura 03: Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Metabólico.

São mostrados apenas as respostas metabólicas que se iniciam no primeiro mês de vida (Mês de referência: 1). As barras em cor violeta hachuradas mostram o tempo de duração de cada resposta. É possível ver todos os 19 itens listados na Planilha.

¹¹ DLW (*Doubly Labeled Water*): método a partir do qual determinar-se o gasto energético quantificando-se isótopos de hidrogênio e oxigênio presentes na urina com o emprego de um espectrofotômetro de massa. É um dos métodos mais acurados para determinação de gasto energético (LAM; RAVUSSIN, 2016).

Na tabela 02, encontram-se as equações para o cálculo de ERE do 1º ao 36º mês recomendados pela FAO/WHO/UNU, acompanhados dos acontecimentos que influenciam no valor do Custo Energético do Crescimento (ECG = *Energy Cost of Growth*) baseados nos trabalhos de Butte (2004), com sua respectiva identificação (ID) na **Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Metabólico**. Notar que a variação do Custo Energético do Crescimento entre os períodos é tanto maior quanto mais dramática são as mudanças no crescimento e no desenvolvimento. A obtenção dessas equações foi realizada para crianças de um mês a três anos (36 meses) de idade. Não foram encontrados trabalhos em que constem as equações para cálculo de ERE para crianças entre 3 anos e 1 mês (37 meses) e 6 anos (72 meses).

Tabela 02: Equação para cálculo de ERE do 1º ao 36º mês. A Energia Requerida Estimada (ERE) é calculada somando o Total do Gasto de Energia (TEE = *Total Energy Expenditure*), destacado em vermelho, ao Custo Energético do Crescimento (ECG = *Energy Cost of Growth*), destacado em verde. O Custo Energético do Crescimento é tanto maior quanto mais drásticas são as mudanças no crescimento e no desenvolvimento, como no período entre o 1º e o 3º mês de vida. Ao longo do desenvolvimento, esse valor cai, observando uma diferença pequena entre o valor para o período entre o 8º e o 12º mês e o 13º e o 36º mês de vida. Em ID, encontram-se os números de identificação de cada item na Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Metabólico. Adaptado de Butte e col. (2004).

Período	ID	Acontecimento	ID	Energia Requerida Estimada (ERE) (kcal)
1º ao 3º mês	1	Alta taxa de crescimento entre as mamadas (gasto de 61 kcal)	6	ERE = (89 x MC (kg) – 100) + 175
	2	Alta taxa de formação do SNC (multiplicação dos neurônios e sinapses)		
	3	Desenvolvimento do trato gastrointestinal		
	4	Ganha até 3,5 kg, sendo 40% gordura		
	5	Pouca atividade física		
4º ao 7º mês	7	Queda da taxa de crescimento	10	ERE = (89 x MC (kg) – 100) + 56
	8	Aumento da atividade física		
	9	Aumento da capacidade digestiva		
8º ao 12º mês	11	Diminui taxa de crescimento	16	ERE = (89 x MC (kg) – 100) + 22
	12	Trato gastrointestinal desenvolvido		
	13	Mudanças no SNC (mastigação, articulação do discurso)		
	14	Mudanças anatômicas (boca, faringe, esôfago e dentes)		
	15	Mudanças posturais (cabeça e pescoço)		
13º ao 36º mês	17	Independência motora	19	ERE = (89 x MC (kg) – 100) + 20
	18	Trato gastrointestinal com funcionamento próximo do de um adulto		

A reunião das quatro planilhas de Acompanhamento do Desenvolvimento foi feita na **Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Infantil**, que reúne todos os itens listados na **Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Motor**, na **Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Cognitivo**, na **Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Nutricional** e na **Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Metabólico**, totalizando 569 itens, com o propósito de reunir um conjunto de itens a serem

observados de cada aspecto, num único documento, na tentativa de sensibilizar aquele que utilizar-se da planilha para a observar do desenvolvimento da criança como um todo. Ou seja, o desenvolvimento motor está relacionado ao desenvolvimento cognitivo que, por sua vez, dependem de que os nutrientes necessários estejam disponíveis na quantidade requerida de acordo com o metabolismo da criança. É na **Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Infantil** que cognição, motricidade, nutrição e metabolismo que encontram-se interligados pois, um conjunto de itens, respeitando o período de desenvolvimento da criança, foi descrito no Anexo N explicando como os aspectos citados influenciam entre si, salientando observação da criança como um todo.

3.2 Planilhas de Aplicação dos Estímulos

Os marcos do desenvolvimento infantil são um guia conveniente que permitem observar a taxa ou a extensão do progresso do desenvolvimento da criança (SHERIDAN, 2007). Dessa forma, elaborar um conjunto de estímulos que auxiliem o desenvolvimento da criança nos períodos correspondentes ao aparecimento das características e ao desenvolvimento do cérebro também seria um conjunto conveniente que permitiria apresentar os estímulos requeridos no período necessário. **As Planilhas de Aplicação dos Estímulos Motores, Cognitivos e Nutricionais** apresentam os estímulos a serem proporcionados às crianças, de acordo com a fase de seu desenvolvimento, tendo, por base, as Planilhas de Acompanhamento do Desenvolvimento Motor, Cognitivo, Nutricional e Metabólico e a Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Infantil.

Nas **Planilhas de Aplicação dos Estímulos Motores, Cognitivos e Nutricionais** estão listados estímulos mínimos que a criança deve receber de acordo com seu desenvolvimento, indicando as Janelas de Oportunidade para cada um com hachuras. O período em que o estímulo foi oferecido (REAL) é marcado com hachuras e cor violeta. Havendo a necessidade de continuar com o estímulo, o período além do esperado é marcado com hachuras e na cor laranja (REAL (além do esperado)) (fig. 4).

Figura 4: Planilha de Aplicação dos Estímulos Motores.

Fonte: Imagem do autor

A figura mostra o período das janelas de oportunidades para os itens do desenvolvimento infantil nela citados com hachuras. Como exemplo, o que foi oferecido no período estimado está marcado com hachuras e na cor violeta (REAL). No item ID 2, o estímulo foi oferecido além do tempo estimado. Este tempo além está marcado com hachuras e na cor laranja (REAL (além do esperado)). As Planilhas de Aplicação dos Estímulos Cognitivos e Nutricionais foram elaboradas da mesma maneira.

Na **Planilha de Aplicação dos Estímulos Motores**, por ter sido elaborada com base na **Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Motor**, as janelas de oportunidades seguem como “INÍCIO” o mês ao qual o estímulo se refere. Muitas vezes, um estímulo promove o trabalho com mais de um item do desenvolvimento motor. Por esse motivo o número de estímulos listados (um total de 100 estímulos) não é o mesmo da Planilha de Desenvolvimento Motor. Os estímulos motores têm como base as seguintes referências bibliográficas: BONIFACCI (2004); BRUCE; MEGGITT; GRENIER (2010); CHARITOU; ASONITOU; KOUTSOUKI (2010); CHEN *et al.* (2004); CLARK (2002); FONSECA (2008); GABBARD (1998, 2008); GALLAHUE; OZMUN; GOODWAY (2013); HAGAN JR.; SHAW; DUNCAN (2017); HERNANDEZ-REIF; FIELD; DIEGO (2004); IVERSON (2010); IVERSON; FAGAN (2004); KAKEBEEKE *et al.* (2013); LEDEBT; BRENIÈRE (1994); NEPTUNE; KAUTZ; ZAJAC (2001); NEPTUNE; ZAJAC; KAUTZ (2004); PAYNE; ISAACS (2012); PEREZ; GEWIRTZ (2004); PIEK (2002); PIEK *et al.* (2008); SHERIDAN (2007); SHONKOFF; PHILIPS (2001); THELEN; CORBETTA; SPENCER (1996); THELEN; SPENCER (1998); THELEN; FISHER (1982); VIHOLAINEN *et al.* (2006); ZAJAC; NEPTUNE; KAUTZ (2002); ZEANAH *et al.* (2011). A descrição de cada item da Planilha de Aplicação dos Estímulos Motores encontra-se no Anexo O.

A **Planilha de Aplicação dos Estímulos Cognitivos** foi elaborada com base na **Planilha de Desenvolvimento Cognitivo**. Além da Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Cognitivo, a Planilha de Aplicação dos Estímulos Cognitivos teve por base também as seguintes referências: BONIFACCI (2004); BRUCE; MEGGITT; GRENIER (2010); BUTTE, N. *et al.* (2004); CHRISTAKIS (2009); DAWSON; ASHMAN; CARVER (2000); FOX, S. E.; LEVITT; NELSON (2010); FRIEDMANN; RUSOU (2015); GINSBURG (2007); HAGAN JR.; SHAW; DUNCAN (2017); HART (1991); HERNANDEZ-REIF; FIELD; DIEGO (2004); IVERSON; FAGAN (2004); IVERSON; THELEN (1999); JOLLY (2007); KOLB; FANTIE (2009); KUHL (2010); LACERDA; VON HOFSTEN; HEIMANN (2001); LAGERCRANTZ (2016); MAITRE *et al.* (2017); NATIONAL SCIENTIFIC COUNCIL ON THE DEVELOPING CHILD (2008); ROCHAT (2003); SANTROCK (2011); SHERIDAN (2011); SHONKOFF; PHILLIPS (2002); VIHOLAINEN *et al.* (2006); ZEANAH *et al.* (2011). Assim como na **Planilha de Aplicação dos Estímulos Motores**, um estímulo pode trabalhar mais de uma característica. Por esse motivo, o número de itens na Planilha de Aplicação dos Estímulos Cognitivos não é o mesmo que consta da Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Cognitivo (foram listados 132 estímulos). No Anexo P encontram-se descritos cada item da Planilha de Aplicação dos Estímulos Cognitivos.

A **Planilha de Aplicação dos Estímulos Nutricionais** tem por objetivo ser uma ferramenta para que o adulto saiba o que e como oferecer o alimento mais adequado à criança de acordo com o seu desenvolvimento. Visto que a **Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Nutricional** é composta por esses dados, as duas planilhas são similares. A diferença entre elas é de que, na Planilha de Aplicação dos Estímulos Nutricionais, há um link para a Tabela TACO^{®12} (fig. 05 e 06), na qual pode-se encontrar a quantidade de diversos nutrientes em diferentes itens alimentares. Dessa maneira, à partir da Planilha de Aplicação dos Estímulos Nutricionais e da tabela TACO[®], é possível elaborar refeições que satisfaçam as necessidades nutricionais da criança nas diferentes fases de seu desenvolvimento. Na Planilha de Aplicação dos estímulos Nutricionais, cada nutriente listado é considerado um estímulo a ser oferecido à criança.

¹² A Tabela TACO[®] (Tabela Brasileira de Composição de Alimentos) é um conjunto de tabelas elaboradas pelo Núcleo de Estudos e Pesquisas Alimentares (NEPA) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) com a composição nutricional dos alimentos mais consumidos no Brasil.

Figura 05: Planilha de Aplicação dos Estímulos Nutricionais.

Figura 05. Planilha de Aplicação dos Estímulos Nutricionais.

Aplicação dos Estímulos Nutricionais

Nome da Criança:

Data de nascimento:

[Link para a tabela TACO® \(clique aqui\)](#)

Mês de referência: 1

Esperado

Real

Real (além do esperado)

ID	COMPORTAMENTO	INÍCIO	FIM	REAL INÍCIO	REAL FIM	PERÍODOS (meses)																												
		(mês)	(mês)	(mês)	(mês)	[1 anos]																												
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1	O que oferecer ao bebê	1	6	1	6																													
2	Leite materno	1	6	1	6																													
3	Nutrientes	1	6	1	6																													
4	Proteína: 9,1g/d	1	6	1	6																													
5	Gordura total: 31g/d	1	6	1	6																													
6	ácido linoléico: 4,4g/d	1	6	1	6																													
7	ácido α-linoléico: 0,5g/d	1	6	1	6																													
8	Vit. A: 375 µg/d	1	6	1	6																													
9	Vit. C: 25 mg/d	1	6	1	6																													
10	Vit. D: 5µg/d	1	6	1	6																													
11	Vit. E (α-tocoferol): 4mg/d	1	6	1	6																													
12	Vit. K: 5µg/d	1	6																															
13	Tiamina: 0,2 mg/d	1	6																															
14	Riboflavina: 0,3 mg/d	1	6																															
15	Niacina: 2 mg/d	1	6																															
16	Vit. B6: 0,1 mg/d	1	6																															
17	Folato: 80µg/d	1	6																															
18	Vit. B12: 0,4µg/d	1	6																															
19	Ácido Pantotênico: 1,7 mg/d	1	6																															

Fonte: Imagem do autor

Fonte: Imagem do autor

A figura mostra o período das janelas de oportunidades, nas colunas, para os itens da Aplicação dos Estímulos Nutricionais, nas linhas. Abaixo do campo “Data de Nascimento” encontra-se o link para a tabela TACO®.

Figura 06: Tabela TACO®.

Tabela de Acompanhamento dos Estímulos (clique aqui)																															
Tabela de Acompanhamento dos Estímulos Nutricionais (clique aqui)																															
Número do		Umidade	Energia	Proteína	Lípidos	Colesterol	Carbo-	Fibra	Cinzas	Cálcio	Magnésio	Número do	Manganês	Fósforo	Ferro	Sódio	Potássio	Cobre	Zinco												
Alimento	Descrição dos alimentos	(%)	(kcal)	(g)	(g)	(mg)	idrato	Alimentar	(g)	(g)	(mg)	Alimento	(mg)	(mg)	(mg)	(mg)	(mg)	(mg)	(mg)												
Cereais e derivados																															
1	Arroz, integral, cozido	70,1	124	517	2,6	1,0	NA	25,8	2,7	0,5	59	1	0,63	106	0,3	1	75	0,02	0,7												
2	Arroz, integral, cru	12,2	360	1505	7,3	1,9	NA	77,5	4,8	1,2	8	2	2,99	251	0,9	2	173	0,07	1,4												
3	Arroz, tipo 1, cozido	69,1	128	537	2,5	0,2	NA	28,1	1,6	0,1	4	2	0,30	18	0,1	1	15	0,02	0,5												
4	Arroz, tipo 1, cru	13,2	358	1497	7,2	0,3	NA	78,8	1,6	0,5	4	30	4	1,03	104	0,7	1	62	0,11	1,2											
5	Arroz, tipo 2, cozido	68,7	130	544	2,6	0,4	NA	28,2	1,1	0,1	3	6	5	0,37	22	0,1	2	20	0,04	0,5											
6	Arroz, tipo 2, cru	13,2	358	1498	7,2	0,3	NA	78,9	1,7	0,4	5	29	6	0,83	82	0,6	1	57	0,05	1,3											
7	Aveia, flocos, crua	9,1	394	1648	13,9	8,5	NA	66,6	9,1	1,8	48	119	7	1,89	153	4,4	5	336	0,44	2,6											
8	Biscoito, doce, maisena	3,2	443	1853	8,1	12,0	NA	75,2	2,1	1,5	54	37	8	0,78	166	1,8	352	142	0,17	1,0											
9	Biscoito, doce, recheado com chocolate	2,2	472	1974	6,4	19,6	Tr	70,5	3,0	1,3	27	48	9	0,59	139	2,3	239	232	0,27	1,0											
10	Biscoito, doce, recheado com morango	2,7	471	1971	5,7	19,6	Tr	71,0	1,5	1,0	36	27	10	0,66	138	1,5	230	113	0,13	0,7											
11	Biscoito, doce, wafer, recheado de chocolate	1,2	502	2102	5,6	24,7	Tr	67,5	1,8	1,1	23	48	11	0,44	124	2,4	137	240	0,26	0,9											
12	Biscoito, doce, wafer, recheado de morango	1,2	513	2148	4,5	26,4	1	67,4	0,8	0,6	14	19	12	0,28	73	1,1	120	75	0,08	0,5											
13	Biscoito, salgado, cream cracker	4,1	432	1806	10,1	14,4	NA	68,7	2,5	2,7	20	40	13	0,69	148	2,2	854	181	0,18	1,1											
14	Bolo, mistura para	1,0	419	1752	6,2	6,1	Tr	84,7	1,7	2,0	59	28	14	0,46	333	1,2	463	75	0,15	0,6											
15	Bolo, pronto, alim	34,1	324	1355	4,4	12,7	73	47,9	0,7	0,8	85	10	15	0,11	122	0,5	111	135	0,05	0,4											
16	Bolo, pronto, chocolate	19,3	410	1715	6,2	18,5	77	54,7	1,4	1,3	75	28	16	0,38	197	2,1	283	212	0,05	0,7											
17	Bolo, pronto, coco	29,3	333	1395	5,7	11,3	83	52,3	1,1	1,4	57	16	17	0,40	303	0,8	190	143	0,09	0,7											
18	Bolo, pronto, milho	36,7	311	1303	4,8	12,4	82	45,1	0,7	1,0	83	10	18	0,11	128	0,7	134	118	0,04	0,4											
19	Canjica, branca, crua	13,6	358	1496	7,2	1,0	NA	78,1	5,5	0,2	2	12	19	0,09	48	0,3	1	93	0,05	0,4											
20	Canjica, com leite integral	72,5	112	471	2,4	1,2	1	23,6	1,2	0,3	43	6	20	0,02	41	0,1	28	70	0,03	0,3											
21	Cereais, milho, flocos, com sal	9,3	370	1546	7,3	1,6	NA	80,8	5,3	1,0	2	20	21	Tr	91	0,5	272	69	Tr	0,6											
22	Cereais, milho, flocos, sem sal	11,2	363	1520	6,9	1,2	NA	80,4	1,8	0,3	2	17	22	Tr	58	1,7	31	29	0,24	0,3											
23	Cereais, mingau, milho, infantil	4,7	394	1650	6,4	1,1	NA	87,3	3,2	0,5	219	16	23	0,11	169	3,0	399	82	0,04	0,4											
24	Cereais, mistura para vitamina, trigo, cevada e aveia	4,4	381	1595	8,9	2,1	NA	81,6	5,0	3,0	584	72	24	2,28	515	12,6	1163	244	0,21	2,0											
25	Cereal matinal, milho	5,5	365	1529	7,2	1,0	NA	83,8	4,1	2,5	143	11	25	0,06	101	3,1	655	83	0,06	7,6											
26	Cereal matinal, milho, açúcar	4,3	377	1576	4,7	0,7	NA	88,8	2,1	1,5	56	8	26	0,13	43	3,9	405	52	0,04	8,5											
27	Crema de arroz, pó	7,3	386	1615	7,0	1,2	NA	83,9	1,1	0,5	7	51	27	1,24	153	0,6	1	115	0,04	1,9											
28	Crema de milho, pó	5,7	333	1393	4,8	1,6	NA	86,1	3,7	1,7	323	30	28	0,20	303	4,3	594	166	0,04	0,8											
29	Curau, milho verde	81,6	78	326	2,4	1,6	5	13,9	0,5	0,5	53	16	29	0,06	75	0,4	21	162	0,03	0,4											
30	Curau, milho doce, mistura para	3,9	402	1683	6,2	13,4	NA	79,8	2,5	0,7	31	9	30	0,05	45	0,7	123	55	0,03	0,5											
31	Ervilha, de/arroz, enriquecida	12,7	363	1519	4,3	0,3	NA	85,6	2,6	0,7	31	31	31	0,04	36	14,4	127	53	0,05	0,8											

integrada dos itens que a compõem, explicando como se inter-relacionam, encontra-se no ANEXO Q.

Figura 07: Planilha de Aplicação dos Estímulos

A figura mostra o período das janelas de oportunidades, nas colunas, para os itens da Aplicação dos Estímulos, nas linhas. Abaixo do campo “Data de Nascimento” encontra-se o link para a tabela TACO®.

3.3 Planilhas de Acompanhamento e de Aplicação e as “Janelas de Oportunidades”

O desenvolvimento é um processo contínuo e cumulativo, no qual o ambiente oferece as condições que interagem com a biologia na produção das características de cada indivíduo. Para alcançar a precisão de um adulto, a criança precisa ser adequadamente estimulada (GABBARD, 2008). As experiências vividas durante a primeira infância são importantes, não somente porque criam as vias de ajuste ao ambiente, mas também porque cria o caminho mais eficiente para as respostas de ajuste. Processos compensatórios subsequentes necessitam mais energia para atingir o resultado esperado devido ao modo hierárquico pelo qual o cérebro é organizado e se desenvolve, visto que algumas experiências podem servir para estabelecer as condições para a aquisição de habilidades que serão necessárias em um ponto mais adiante no desenvolvimento (ZEANAH *et al.*, 2011). Os estímulos nos primeiros anos de vida ativam genes específicos em diferentes partes do cérebro no sentido de diferenciar funções neuronais e estabelecer as vias para os sentidos, o que, por sua vez, influencia o desenvolvimento neuronal em outras partes do cérebro envolvidas com resolução de problemas, movimento, linguagem e cognição, bem como outras vias biológicas, como as do sistema imunitário e hormonal. As funções executivas, responsáveis por como um

indivíduo responde aos estímulos sociais e emocionais, são desenvolvidas no córtex pré-frontal a partir dos três anos de idade, enquanto que as conexões neurais responsáveis por detectar as ameaças do ambiente, que partem do mesencéfalo para o córtex pré-frontal, desenvolvem-se antes: apesar de o senso fisiológico de ameaça se desenvolver muito tempo antes, o repertório para as respostas às ameaças do ambiente se desenvolvem posteriormente (HERTZMAN, 2012).

A maior parte do desenvolvimento de axônios, dendritos e conexões sinápticas que embasam todo o comportamento é realizado durante a infância, tanto que o aumento da produção de sinapses tem sido usado para definir anatomicamente um período crítico (PINEL, 2011). Os **períodos críticos**, momentos específicos em que a criança está em um nível de desenvolvimento particular e apta biologicamente a desenvolver estruturas neuronais ou habilidades mais avançadas, desde que os estímulos apropriados estejam disponíveis, representam uma **janela de oportunidade** e preparam as condições para o desenvolvimento posterior. Durante o período crítico, a criança está especialmente sensível ao impacto de determinados tipos de experiências, e parece ter dois estágios: (i) um primeiro, durante o qual o período de sensibilidade é máximo a uma experiência específica; (ii) e um segundo, quando a sensibilidade gradualmente diminui. Após a passagem de um período crítico, pode ser muito difícil, e em alguns casos, até impossível, determinadas partes do cérebro ou habilidades se desenvolverem como deveriam (DOHERTY, 1997). É importante salientar que os períodos de crescimento e organização neuronal não podem ser alterados, pois são determinados geneticamente. Por conseguinte, após um período crítico, há limites para a neuroplasticidade, habilidade do cérebro em se reorganizar frente aos desafios do ambiente. De forma geral, pode-se considerar que, enquanto a genética exerce a função principal de determinar os principais circuitos neuronais, os estímulos influenciam os trilhões de conexões feitas após o nascimento. Os estímulos ambientais promovem uma sinalização que forma várias conexões no cérebro. As conexões pré-existentes que foram pouco ou nada estimuladas são podadas, enquanto que aquelas que foram suficientemente estimuladas permanecem e são integradas ao circuito neuronal. As experiências fortalecem as sinapses e é durante o período crítico que as conexões são forjadas (GABBARD, 2008). Com o aumento da idade, a plasticidade do cérebro decai: uma criança que perdeu uma janela de oportunidade pode não desenvolver o circuito neuronal com todo o potencial para uma função específica. Diversas pesquisas

mostram que o período sensível para a grande maioria das intervenções seria até antes dos seis anos de idade, como mostrado nas figuras 28 e 29 (DOHERTY, 1997; GABBARD, 2008; MCCAIN; MUSTARD, 1999; SHERIDAN, 2007; ZEANAH *et al.*, 2011). O aprendizado que acontece durante os períodos sensíveis fundamenta os aprendizados futuros (KNUDSEN, 2004).

Segundo Knudsen (2004), um período sensível não se abre até que três condições sejam contempladas:

1ª) A informação fornecida ao circuito neuronal deve ser suficientemente confiável e precisa para permitir que o circuito realize sua função. As funções de alto nível podem não acontecer até um período mais adiante no desenvolvimento;

2ª) O circuito deve conter uma conectividade adequada, tanto de conexões excitatórias quanto de inibitórias, para processar a informação;

3ª) Deve-se ter ativados mecanismos que permitem a plasticidade, tais como a capacidade de alterar a morfologia axonal ou dos dendritos, mudando a força das conexões sinápticas.

As experiências que, porventura, ocorram antes dessas três condições não afetam o circuito (KNUDSEN, 2004). De fato, uma janela de oportunidade para uma área em particular do desenvolvimento é também um período de grande vulnerabilidade para o desenvolvimento da criança. Forçar as crianças a realizarem os estímulos muito cedo, sem que esteja pronta, ou mesmo após o período para que receba os estímulos tem efeitos deletérios no desenvolvimento infantil. Crianças forçadas antes do período podem se tornar desinteressadas, neste caso ela sofre do que chamam de abuso intelectual. O contrário disso, não oferecer os estímulos no período correto chama-se negligência intelectual. Em ambos os casos a criança sobrevive. Entretanto, aquelas que são estimuladas apropriadamente, no período correto, em um ambiente estimulante, por pessoas sensíveis e observadoras ao que uma criança consegue realizar, fazem mais do que apenas sobreviver (BRUCE; MEGGITT; GRENIER, 2010). Em razão disso, as Planilhas de Aplicação dos Estímulos foram elaboradas sabendo que, para as janelas de oportunidades, os estímulos adequados devem ser oferecidos à criança no período correto, naquele de maior neuroplasticidade que, de acordo com as pesquisas, é até os seis anos de idade (fig. 08 e 09).

Em suma, as Planilhas de Acompanhamento têm listados os marcos de desenvolvimento, que representam as janelas de oportunidades, enquanto que as Planilhas de Aplicação dos Estímulos são uma complementação das primeiras, pois o progresso do desenvolvimento depende de quais, quando e como os estímulos são oferecidos às crianças.

Figura 08: Janelas de Oportunidades.

Fonte: GABBARD (2008)

A figura mostra o período das janelas de oportunidades para os itens do desenvolvimento infantil nela citados (GABBARD, 2008).

Figura 09: Períodos sensíveis

Fonte: Conselho de Desenvolvimento da Primeira Infância, Canadá (2010)

A figura mostra os períodos sensíveis (ou períodos críticos) para algumas características e suas fases de máxima sensibilidade e de diminuição da plasticidade. Nota-se que o período de alta sensibilidade encontra-se entre 0 e os 4,5 anos. No período correspondente ao Ensino Fundamental, vê-se que a sensibilidade da maioria das características encontra-se em declínio. A imagem foi desenvolvida pelo Conselho de Desenvolvimento da Primeira Infância, Canadá (2010), baseado nos trabalhos de DOHERTY, 1997; MCCAIG; MUSTARD, 1999; SHONKOFF; PHILIPS, 2001.

3.4 Integração das variáveis metabólicas, cognitivas, motoras, nutricionais e de influência epigenética relativas à primeira infância: Planilha de Anamnese do Desenvolvimento Infantil

O controle da expressão gênica durante o desenvolvimento é realizado por meio de mecanismos epigenéticos (metilação do DNA, modificação das histonas e micro RNAs)¹³, um sistema bastante reativo que permite responder às perturbações ambientais para garantir a sobrevivência desde o crescimento fetal (BERNAL; JIRTLE, 2010). A metilação do DNA e das histonas está intimamente relacionada à nutrição: muitos nutrientes, incluindo colina, folato, vitamina B₁₂ e vitamina B₆, são cofatores críticos do processo de metilação (WATERLAND, 2012). Baixos níveis de folato durante a gestação, por exemplo, estão associados à hiperatividade e dificuldades sociais da criança (SCHLOTZ *et al.*, 2010). Além da nutrição, experiências negativas estão associadas tanto à hiper- quanto à demetilação de sítios regulatórios específicos em genes chaves no processamento do estresse, especialmente durante os períodos sensíveis (MURGATROYD; SPENGLER, 2011). A desregulação de vias epigenéticas podem levar tanto ao silenciamento quanto à expressão inapropriada de um conjunto específico de genes que manifestam para algumas enfermidades e o ambiente é fator determinante dos mecanismos epigenéticos (MURGATROYD; SPENGLER, 2011).

A **Anamnese do Desenvolvimento Infantil** foi a maneira encontrada para integrar as variáveis motoras, cognitivas, nutricionais e metabólicas e os fatores de influência epigenética encontrados na pesquisa bibliográfica realizada para a consecução do presente trabalho com o objetivo de investigar o ambiente em que a criança vive sua primeira infância. O princípio norteador dessa ferramenta é o de que conhecer o ambiente no qual a criança vive pode fornecer evidências para a compreensão do que ela está expressando em termos motores, cognitivos, nutricionais e metabólicos, sabendo que o ambiente é fator preponderante nos mecanismos epigenéticos, como mostrado anteriormente.

3.4.1 Elaboração das planilhas de anamnese

A **Anamnese do Desenvolvimento Infantil** é composta por três planilhas: (i) Criança, na qual estão relacionados os itens relativos ao nascimento e aqueles listados nas planilhas de Acompanhamento do Desenvolvimento Motor, Cognitivo e Nutricional; (ii) Pais, que se

¹³ VER ANEXO R: Mecanismos Epigenéticos

refere às condições dos pais e às condições e estímulos que os pais oferecem à criança, e tem por base as Planilhas de Aplicação dos Estímulos; e (iii) Comunidade, na qual os pais informam as facilidades e serviços oferecidos no local onde moram.

A seguir, serão descritos os fatores epigenéticos nos quais se baseiam os itens listados e justificadas suas respectivas pontuações que se encontram entre parênteses na planilha.

3.4.1.1 Planilha de Anamnese: Criança

Dados para Identificação. As primeiras linhas correspondem ao preenchimento dos dados para identificação: Nome da Instituição, Nome da Criança, Nome da Mãe, nome do Pai, Nome do Responsável (que está responsável pela criança, diferente do pai ou da mãe), Idade de cada um, Telefone de cada um e Endereço Completo.

Nascimento. Para este bloco foram considerados os seguintes itens:

- **Tipos de Parto** com as seguintes pontuações:
 - Normal: aqui colocado como sinônimo de parto vaginal. As bactérias com as quais o bebê tem contato propiciam a formação de uma flora intestinal composta de bactérias probióticas. Níveis de catecolaminas produzidas, responsáveis por disparar a primeira respiração do bebê e absorção do líquido no pulmão, suficientes para respiração normal do bebê e aumento rápido da temperatura corpórea, estimulando a produção de gordura marrom (CLEMENTE *et al.*, 2012; LAGERCRANTZ, 2016; MATAMOROS *et al.*, 2013; SANTROCK, 2011). Pontuação: 1.
 - Cesariana: realização de cirurgia para o nascimento do bebê que deve ser realizada quando o parto vaginal oferece risco para a mãe e/ou para o bebê. As bactérias com as quais o bebê tem contato durante o parto cesariana promovem a colonização de gêneros relacionados ao desenvolvimento de cólicas nos primeiros meses, mais adiante, de alergias, e de sobrepeso, o que pode levar ao desenvolvimento de diabetes do tipo II quando adulta. Níveis de catecolaminas produzidas abaixo dos níveis produzidos no parto vaginal, provocando um pequeno atraso na absorção dos líquidos dos pulmões e com aumento menor da temperatura corpórea, com consequente menor produção de gordura

marrom (CLEMENTE *et al.*, 2012; LAGERCRANTZ, 2016; MATAMOROS *et al.*, 2013; SANTROCK, 2011). Pontuação: 0.

- Fórceps: parto natural realizado com auxílio de um fórceps quando a contração natural não é suficiente para a saída do bebê ou quando o bebê muda de posição e, ao invés da cabeça, as nádegas são a primeira parte a emergir da vagina (*breech position*). Traumático tanto para a mãe quanto para o bebê, com risco de hemorragia intracranial, cefalohematoma, dano no nervo facial e no plexo braquial, convulsões, dificuldades na amamentação, fraturas no ombro, Escala de Apgar < 3 no primeiro minuto (LAGERCRANTZ, 2016; SANTROCK, 2011; WEN *et al.*, 2001). Pontuação: -1.
- Humanizado: quando a prática obstétrica é realizada em acordo prévio com a mãe, evitando traumas para a mãe e para o bebê. Inclui-se aqui, outros tipos de partos naturais, como de cócoras e na água. Esta prática reduz a possibilidade de complicações durante o parto (LAGERCRANTZ, 2016; RATTNER, 2009; SANTROCK, 2011). Pontuação: 2.
- **Peso.** Para o peso ao nascer, foram considerados:
 - Abaixo de 2,5 kg: considerado baixo peso ao nascer. Associado com bebês prematuros. Pode interferir no desenvolvimento motor e cognitivo. Alto risco de desenvolvimento de diabetes tipo II (HARDER *et al.*, 2007; SMITH, D. L., 2008; WEI *et al.*, 2003). Pontuação: -1.
 - Entre de 2,5 kg e 4 kg: considerado peso normal (SMITH, D. L., 2008). Pontuação: 1.
 - Acima de 4 kg: considerado peso acima do normal. Alto risco de desenvolver diabetes tipo II (HARDER *et al.*, 2007; SMITH, D. L., 2008; WEI *et al.*, 2003). Pontuação: -1.
- **Comprimento e perímetro cefálico.** Dados preenchidos pela mãe ou obtido a partir da Caderneta de Saúde da Criança (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2007). A própria Caderneta de Saúde da Criança fornece o gráfico para acompanhamento do perímetro cefálico. Não se teve acesso. Ao nascer: para meninas: entre 31,5 a 36,2;

para meninos: 31,9 a 37. Pontuação: -1 para crescimento fora dos valores citados e 0 (zero), para crescimento normal.

- **Intercorrências perinatais.** Infecções, oxigênio (situações de hipóxia), incubadora (se o bebê ficou em incubadora), outros (alguma outra intercorrência diferente das citadas). Todas as situações interferem no desenvolvimento do bebê nos primeiros meses. Situações de hipóxia podem causar danos no desenvolvimento cerebral (SMITH, D. L., 2008). Cada uma com pontuação no valor -1.
- **Corte do cordão umbilical.** Segundo pesquisas, o tempo mínimo ideal para corte do cordão umbilical seria de 3 minutos, com benefícios para o status de ferro do bebê, prevenindo contra deficiência de ferro e anemia por deficiência de ferro (BONITA-BEAGLEHOLE; GOLLOGLY, 2006; ZARAMELLA *et al.*, 2008). Pontuação: antes de 3 minutos (-1) e após 3 minutos (1).
- **Nota da escala de Apgar.** A pontuação deste item é igual ao valor obtido com a avaliação da Escala de Apgar no primeiro e no quinto minuto após o nascimento do bebê. Importante para detectar se o bebê está em risco e se a criança poderá desenvolver algum problema neurológico mais adiante por conta de uma pontuação inferior a 5, especialmente no quinto minuto, na Escala de Apgar (tabela 03). Este valor deve ser colocado pelo médico na Caderneta de Saúde da Criança, assim que ele nasce. Não foi possível ter acesso a esses dados.

Tabela 03: Escala de Apgar. Criado na década de 1950 pela Dra. Virgínia Apgar, o método é empregado para avaliar o ajuste imediato do recém-nascido à vida extra-uterina aos 1, 5 e 10 minutos de vida. O boletim do primeiro minuto é considerado um diagnóstico de situação presente, índice que pode traduzir sinal de asfixia e da necessidade de ventilação mecânica. O Apgar de quinto e décimo minuto revelam o prognóstico de saúde neurológica da criança (APGAR, 1953).

Pontos	0	1	2
Frequência Cardíaca	ausente	<100/minuto	>100/minuto
Respiração	ausente	fraca, irregular	forte/choro
Tônus Muscular	flácido	flexão de pernas e braços	movimento ativo/boa flexão
Cor	cianótico/pálido	cianose de extremidades	rosado
Irritabilidade Reflexa	ausente	algum movimento	espirros/choro

- **Nutrição.** Foi considerado o período de amamentação, de inserção de alimentos sólidos (alimentação transitória) e a dieta atual da criança. Para cada item

alimentar foi atribuída uma pontuação de acordo com seu potencial de contribuição positiva ou negativa para o desenvolvimento da criança. A seleção dos itens teve por base uma dieta da região Sudeste do Brasil (COELHO; AGUIAR; FERNANDES, 2009; RODRIGUES; FIATES, 2012; SAÚDE, 2014) e itens encontrados na Tabela TACO® (NEPA/UNICAMP, 2011).

- Aleitamento materno: Bebês não amamentados apresentam prejuízo no desenvolvimento motor, cognitivo e nutricional, pois as fórmulas não substituem o leite materno perfeitamente por não terem a mesma composição. O leite materno é um alimento completo e deve ser exclusivo até os seis meses de idade, quando é inserida a alimentação transitória. Recomenda-se o aleitamento até os nove meses. Entretanto, amamentar a criança até os dois anos traz muitos benefícios ao desenvolvimento da criança em todos os aspectos. (FANARO *et al.*, 2003; ISAACS, E. B. *et al.*, 2010; ODDY, W. *et al.*, 2012; TOMITA; BENTO; MORAES, 2006).
- Não amamentou. Pontuação: 0.
- Até o 4º mês. Pontuação: -1.
- Até o 6º mês. Pontuação: 0.
- Até o 9º mês. Pontuação: 1.
- Além do 9º mês. Pontuação: 2
- Alimentação especial (fórmula).
 - Sim. Pontuação: -1
 - Não. Pontuação: 1
- Alimentação transitória. Recomenda-se que a introdução de açúcar (e de alimentos que o contenha) seja feita somente à partir dos dois anos de idade. Antes desse período, aumentam as chances de a criança desenvolver sobrepeso e diabetes tipo II em idade escolar (BELLISLE, 2004; BENTON, 2010c). Crianças não devem consumir café até os cinco anos de idade, com riscos de prejuízo no sono, urinar na cama durante a noite, agitação e irritabilidade durante o dia e interferir no desenvolvimento cognitivo (TEMPLE, 2009; WARZAK *et al.*, 2011). Deve-se sempre dar preferência por alimentos naturais,

sem aditivos. Evitar ovos, laticínios por poderem causar alergia (CABALLERO, B., 2002a, b; WHO, 2003). Atentar para que a alimentação da criança não seja a mesma da do adulto que dela cuida, pois o trato gastrointestinal ainda não está completamente formado (CHIERICI *et al.*, 2003; FANARO *et al.*, 2003; MARQUES *et al.*, 2010; PENDERS *et al.*, 2006). Macarrão instantâneo é um forte candidato para o desenvolvimento de alergias e intoxicação alimentar, além de promover o sobrepeso em idade mais adiante (BRIEFEL *et al.*, 2004; HUSSAIN, 2012; VICKERS, 2014; WHO, 2003).

- Fórmula infantil: Pontuação: 0.
- Frutas, verduras, legumes, carnes, papinhas, chás, sucos naturais sem açúcar. Pontuação: 2.
- Ovos, refeição da família. Pontuação: -1.
- Macarrão instantâneo. Pontuação: -6
- Ingestão de açúcar. Pontuação para todos os itens:
 - Antes do 4º mês: -5.
 - Entre o 4º e o 6º mês: -4.
 - Entre o 7º e o 12º mês: -3.
 - Entre o 13º mês e o 23º mês: -1.
 - Após os 2 anos: 0
- Café:
 - Antes do 4º mês: -5.
 - Entre o 4º e o 6º mês: -4.
 - Entre o 7º e o 12º mês: -3.
 - Após os 1 anos: -2.
 - Nunca: 0
- Suplementos vitamínicos. A pontuação, neste caso, é usada para chamar a atenção do pesquisador para as necessidades nutricionais especiais da criança:
 - Antes do 4º mês: -4.
 - Entre o 4º e o 6º mês: -3.
 - Entre o 7º e o 12º mês: -2.

- Após 1 ano -1.
 - Nunca: 0
- Dieta atual: considerando uma criança a partir do 12º mês. Com relação à frequência de consumo de cada item, as opções disponíveis são “de vez em quando” (quando a frequência não é semanal, mas algumas vezes durante o mês), “até 2 vezes por semana”, “3 a 5 vezes por semana”, “todos os dias”, “nunca” (quando nunca foi dado à criança até o momento de preenchimento da anamnese).
 - Fórmula infantil: a frequência de consumo pela criança é inversamente proporcional à pontuação para indicar ao pesquisador que a criança precisa de atenção nutricional.
 - Laticínios: as pontuações para laticínios consideraram a quantidade de açúcar que é colocada nos produtos para crianças, especialmente iogurtes e bebidas lácteas, e no desenvolvimento de refluxo, alergias, inflamações e a frequência de estudos que relacionam o consumo frequente de leite de vaca à diabetes mellitus dependente de insulina (diabetes tipo I) (BISHOP; HILL; HOSKING, 1990; DAHL-JØRGENSEN; JONER; HANSSEN, 1991; ELLIOTT *et al.*, 1999; HØST, 2002; IACONO *et al.*, 1996, 1998; MORE, 2013; NIELSEN, R. G. *et al.*, 2004; SCOTT, 1990; VAARALA *et al.*, 1998).
 - Farináceos: neste grupo encontram-se alimentos processados com alto teor de sódio e açúcar, como biscoitos e biscoitos recheados, e massas. O consumo deve estar associado a outros grupos alimentares e com fibras e produtos integrais (BENTON, 2010c; BUTLAND *et al.*, 2007; BUTTE, N. *et al.*, 2004; GIL, 2000; MORE, 2013). A pontuação é inversamente proporcional ao aumento do consumo.
 - Cereais: aqui, considera-se que, apesar de saudáveis para a microbiota intestinal, o consumo em altas quantidades pode inibir a absorção de alguns nutrientes¹⁴ (MORE, 2013).

¹⁴ VER ANEXOS I e L.

- Doces: a pontuação é inversamente proporcional à frequência de consumo. O consumo exagerado de doces pode provocar cáries e o desenvolvimento de sobrepeso e diabetes tipo II (BENTON, 2010c; BUTLAND *et al.*, 2007; BUTTE, N. *et al.*, 2004; GIL, 2000; MORE, 2013).
- Mel: devido à grande quantidade de açúcar, a pontuação é inversamente proporcional à frequência de consumo. Entretanto, há várias pesquisas que comprovam as propriedades anti-inflamatória, antibacteriana, antioxidante, antimutagênica do mel e de alívio da tosse noturna (AJIBOLA; CHAMUNORWA; ERLWANGER, 2012; BOGDANOV *et al.*, 2008; MIGUEL *et al.*, 2010; PAUL *et al.*, 2007; SHADKAM; MOZAFFARI-KHOSRAVI; MOZAYAN, 2010; TANZI; GABAY, 2002).
- Frutas, Legumes, Verduras: a pontuação é diretamente proporcional à frequência de consumo, com alerta de pontuação (-4) quando assinalado “nunca”, para chamar a atenção do pesquisador para possível deficiência de vitaminas e minerais por falta de consumo desses itens alimentares, pois neles são encontrados os nutrientes necessários ao desenvolvimento¹⁵.
- Frituras: a pontuação é inversamente proporcional à frequência de consumo devido ao prejuízo à saúde causado pela oxidação de lipídios durante o processo de fritura. Apesar disso, alguns trabalhos mais recentes relacionam o método e o tipo de óleo usado ao potencial perigo das frituras, chamando a atenção para a necessidade de realização de estudos mais detalhados sobre o assunto (KANNER, 2007; SAGUY; DANA, 2003).
- Salgadinhos fritos, assados, industrializados pizza, lanches (de lanchonete): a pontuação é inversamente proporcional à frequência de consumo pelos motivos citados para as frituras e também pela combinação de altas quantidades de sal, açúcar e gordura combinados, o que pode fazer com que a criança prefira este tipo de alimento a um menu saudável. Os lanches devem ser sempre saudáveis para as

¹⁵ VER ANEXO I

crianças (BENTON, 2010c; BUTLAND *et al.*, 2007; BUTTE, N. *et al.*, 2004; GIL, 2000; MORE, 2013).

- Nozes, castanhas: pontuação diretamente proporcional à frequência de consumo devido ao tipo de gordura presente nesses alimentos¹⁶.
- Café: pontuação inversamente proporcional à frequência de consumo pelos motivos citados anteriormente, além de inibir a absorção de cálcio. Idealmente, café pode ser dado a partir dos 5 anos de idade.
- Laticínios até 2h pré e pós- almoço e durante o almoço: considerando que a refeição oferecida no almoço é aquela com maior oferta de nutrientes, especialmente de ferro, oferecer laticínios durante o almoço, e até duas horas antes e depois do almoço inibe a absorção de ferro pelo intestino. A frequência desta prática pode provocar deficiência de ferro e anemia por deficiência de ferro¹⁷.
- **Vacinação**: a pontuação é igual à soma da pontuação de todas as vacinas dadas de acordo com a Caderneta de Saúde da Criança (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2007).
- **Sono**: cada faixa etária tem como pontuação (0) (zero) a média entre o número mínimo de horas encontrada em diferentes estudos, pontuação (1) a média entre o número de horas médias; pontuação (2) a média entre o número de horas máximas de sono; pontuação (-1) o número de horas abaixo da média de horas mínima; e pontuação (-1) o número de horas acima da média entre o número de horas máximas de sono (GALLAND *et al.*, 2012).
- **Higiene**: relacionado à frequência de higiene corporal e bucal. A pontuação é diretamente proporcional à frequência dos hábitos de higiene listados.
- **Motricidade & Cognição**: elaborado a partir das Planilhas de Acompanhamento do Desenvolvimento Motor e Cognitivo. A presença do item é pontuada como (1) e a ausência, como (-1), do 1º ao 72º mês. Está incluído o perímetro cefálico para cada faixa etária.

Na planilha de Resultados (“Resultado-C”), o campo “Nota obtida” se refere à soma das pontuações de cada item nas sessões. O campo “Nota mínima” se refere à pontuação

¹⁶ VER ANEXO I

¹⁷ VER ANEXOS I, K e L

mínima a ser obtida para cada bloco. A obtenção de valor abaixo do esperado sinaliza para a atenção especial para cada bloco e é marcado em vermelho. Para cada título do bloco, uma “nota” está inserida com recomendações para notas obtidas abaixo da nota mínima e é visualizada ao passar o cursor sobre a célula (fig. 10). As recomendações para cada sessão são:

- **Nascimento:** realizar acompanhamento com pediatra; realizar testes com escalas Bayle, Denver II, BMAT-R. Os testes de escala devem ser realizados por um profissional (fisioterapeuta ou psicopedagogo). Por este motivo, não está disponibilizado neste trabalho e nem na Planilha de Anamnese do Desenvolvimento Infantil.
- **Nutrição:** realizar acompanhamento com pediatra e nutricionista; atentar para a merenda oferecida na escola.
- **Sono:** estabelecer uma rotina; realizar acompanhamento com pediatra e nutricionista.
- **Higiene:** aumentar a frequência com que se realiza hábitos de higiene com a criança.
- **Motricidade & Cognição:** oferecer mais estímulos; realizar testes com escalas BMAT-R, Denver II e Bayle (somente por um profissional); realizar *checklist* para verificação da visão (Sheridan, 2007) (planilha CHK Visão); realizar *checklist* para verificação da audição (Sheridan, 2007) (planilha CHK Audição); perguntar ao pediatra se é necessário o acompanhamento com neurologista, oftalmologista, otorrinolaringologista ou fonoaudiólogo.

Figura 10: Planilha de Resultados: Criança

	Nota obtida	Nota Mínima		Nota obtida	Nota Mínima	
NASCIMENTO	0	8	NASCIMENTO	8	8	
Parto	?		Parto	normal		
NUTRIÇÃO	0	16	NUTRIÇÃO	-2		Recomendações para nota < 16: - Realizar acompanhamento com pediatra e nutricionista; - Atentar para a merenda
primeiros meses	0	16	primeiros meses	-2		
itens	0	16	itens	-2		
ingestão de açúcar	0	0	ingestão de açúcar	0		
Dieta atual	0	12	Dieta atual	0	12	
laticínios	0	9	laticínios	0	9	
farináceos	0	0	farináceos	0	0	
cereais	0	0	cereais	0	0	
doces	0	0	doces	0	0	
outros	0	3	outros	0	3	
carnes	0	0	carnes	0	0	
SONO	0	0	SONO	0	0	
HIGIENE	0	1	HIGIENE	0	1	
MOTRICIDADE & COGNIÇÃO			MOTRICIDADE & COGNIÇÃO			
1º mês	0	8	1º mês	0	8	
2º e 3º meses	0	16	2º e 3º meses	0	16	
4º e 5º meses	0	20	4º e 5º meses	0	20	
6º e 7º meses	0	18	6º e 7º meses	0	18	
8º e 9º meses	0	19	8º e 9º meses	0	19	
1 ano	0	28	1 ano	0	28	
18 meses	0	23	18 meses	0	23	
2 anos	0	40	2 anos	0	40	
3 anos	0	30	3 anos	0	30	
4 anos	0	27	4 anos	0	27	
5 anos	0	30	5 anos	0	30	
6 anos	0	19	6 anos	0	19	
◀ ▶	CRIANÇA	Resultado-C	PAIS	◀ ▶	CRIANÇA	Resultado-C
					Resultado-P	

Fonte: Imagem do autor

A figura mostra a planilha Resultado-C, na qual se verifica, em vermelho, as notas obtidas abaixo da nota mínima esperada. As notas obtidas iguais ou superiores à nota mínima não são marcadas em vermelho. Ao preencher os dados da planilha “CRIANÇA”, estes são automaticamente somados e relacionados na planilha “Resultado-C”. Na figura à direita, é mostrada uma nota com a recomendação para a nota obtida menor do que a nota mínima para a sessão “Nascimento”.

3.4.1.2 Planilha de Anamnese: Pais & Cuidadores

O desenvolvimento infantil, definido como uma interação dinâmica entre o ambiente e a criança, é mediado por uma série de modificações epigenéticas de específicos genes que resultam em mudanças fisiológicas, cognitivas, emocionais e comportamentais estáveis e persistentes¹⁸ (VAN IJZENDOORN; BAKERMANS-KRANENBURG; EBSTEIN, 2011). Aspectos como a gestação, as relações de afeto, as condições econômicas em que a criança vive e a escolaridade dos pais interferem diretamente no desenvolvimento da criança, que expressará características produzidas via mecanismos epigenéticos com as quais terá que lidar nas fases subsequentes da vida (BELSKY; PASCO FEARON, 2002; HEIM; BINDER, 2012; LUPIEN *et al.*,

¹⁸ VER ANEXO R.

2009; MURGATROYD *et al.*, 2010; MURGATROYD; SPENGLER, 2011; ROTH; SWEATT, 2011; WATERLAND; MICHELS, 2007).

A Planilha de Anamnese: Pais & Cuidadores foi elaborada com o objetivo de investigar o período de gestação, as condições econômicas da família da criança, a relação dos pais e da família com ela, no intuito de identificar fatores que eventualmente estimulem mecanismos epigenéticos que possam atuar de forma negativa no desenvolvimento da criança. A planilha **PAIS** é composta das seguintes sessões:

- **ESCOLARIDADE & OCUPAÇÃO:** investiga o grau de escolaridade dos pais e emprego. A pontuação é diretamente proporcional ao grau de escolaridade dos pais: negativa para desempregado e inversamente proporcional à quantidade de empregos do pai ou da mãe, pois a maioria dos pais com maior grau de escolaridade têm maior atenção aos estímulos motores, cognitivos e nutricionais a serem oferecidos às crianças (SHONKOFF; PHILLIPS, 2002). Quanto ao emprego, quanto maior o tempo fora de casa, menor o tempo com a criança, e quanto mais empregos, mais estressante para o pai/mãe e maiores são as chances de fazer uso de violência contra a criança (MCLOYD, 1998). O estresse e o ambiente tóxico têm um efeito negativo no desenvolvimento infantil, pois alteram epigeneticamente o eixo hipotálamo-pituitária-adrenal (HPA), responsável pelas respostas ao estresse, com produção do hormônio cortisol, mesmo em níveis mínimos de estresse. Este quadro pode levar ao desenvolvimento de diabetes tipo II, a problemas cardíacos na idade adulta, além de depressão ainda na adolescência, e hiperatividade e déficit de atenção na primeira infância (BELSKY; PASCO FEARON, 2002; HILL, J. *et al.*, 2019; HUSSAIN, 2012; MASTEN; NARAYAN, 2012; ROTH; SWEATT, 2011; SHONKOFF *et al.*, 2012; VAN IJZENDOORN; BAKERMANS-KRANENBURG; EBSTEIN, 2011; WATERLAND; MICHELS, 2007).
- **HÁBITOS DA JUVENTUDE:** a ser preenchido por mães e pais exclusivamente, pois as práticas antes da concepção e da juventude podem ativar mecanismos epigenéticos nos pais e a modificação na ativação/desativação de alguns genes pode ser transmitida aos filhos (MASTEN; NARAYAN, 2012). A pontuação é inversamente proporcional aos hábitos prejudiciais à saúde (alimentação

desequilibrada, vícios) e diretamente proporcionais aos hábitos de saúde saudáveis (alimentação saudável, prática de exercícios físicos).

- **HÁBITOS ATUAIS:** investiga os hábitos de saúde atuais dos pais e se estes compartilham desse hábitos com a criança. A pontuação é inversamente proporcional aos hábitos prejudiciais à saúde, com pontuação muito baixa para hábitos relacionados ao uso de álcool, tabaco e drogas ilícitas, e diretamente proporcional aos hábitos saudáveis (ANDERSON, O. S.; SANT; DOLINOY, 2012; KRAEMER; ZIMMERMANN, 2007; STEVENSON, 2017; YEHUDA; RABINOVITZ; MOSTOFSKY, 2006). Também é investigada a frequência com que se brinca com a criança.
- **SONO:** a quantidade e a qualidade do sono estão diretamente relacionadas com os níveis de atenção, irritabilidade e a capacidade de resolução de problemas (BANICH; COMPTON, 2011; FOX, S. I., 2011; KANDEL *et al.*, 2013). Poucas horas de sono ou uma qualidade de sono ruim dos pais pode leva-los a uma falta de paciência com a criança, que pode traduzir-se no uso de violência contra a criança. A pontuação é diretamente proporcional à quantidade de sono dos pais.
- **MÃE: GESTAÇÃO:** a gestação influencia diretamente no desenvolvimento infantil (fig.11), sendo um dos períodos mais sensíveis, pois trata-se da formação do bebê. Os hábitos de saúde da mãe, com especial atenção à alimentação e a quantidade de estresse vivida por ela influenciam diretamente na formação do bebê, inclusive na ativação/desativação de genes via mecanismos epigenéticos, cuja expressão ou não desses poderá ser determinada durante a gravidez para toda a vida do indivíduo que virá a nascer (DIJK *et al.*, 2016; DUNSTAN *et al.*, 2012; KNOPIK, 2012; MCCULLOUGH *et al.*, 2016, 2017; MEANEY, 2010; MURGATROYD; SPENGLER, 2011; PREVIC, 2007; ROTH; SWEATT, 2011; THOMPSON; NELSON, 2001). Por esse motivo, a pontuação é diretamente proporcional aos hábitos saudáveis da mãe, com especial atenção ao número de consultas pré-natais e à ingestão de vitaminas (ferro, ácido fólico, vitamina A) durante a gestação (a deficiência dessas vitaminas pode provocar deficiências irreversíveis na formação do bebê)¹⁹.

¹⁹ VER ANEXO I

Figura 11: Períodos críticos durante a gestação

Fonte: Adaptado de PAYNE; ISAACS (2012).

Durante as primeiras duas semanas do desenvolvimento, o embrião não é muito sensível aos teratogênicos. No estágio pré-embriônico, uma substância pode prejudicar tanto todas como a maioria das células do embrião, resultando em morte, ou danifica somente algumas células, possibilitando o desenvolvimento ao longo da gestação sem defeitos ao nascer. As barras em cor violeta denotam períodos de alta sensibilidade quando grandes defeitos podem ser desenvolvidos, como a deficiência de membros. As barras em cor verde claro indicam estágios nos quais a sensibilidade aos teratogênicos é menor, causando defeitos menos dramáticos (PAYNE; ISAACS, 2012).

- AMBIENTE:** nesta sessão, é investigada a relação da família com a criança. São consideradas as condições de moradia da criança (o número de cômodos da casa, o número de pessoas que vivem na casa, saneamento básico, se está ligado à rede elétrica), a relação da criança com as pessoas que vivem na casa e as oportunidades que a criança tem para brincar (pessoas e espaço). As pontuações são diretamente proporcionais ao número de cômodos da casa e de saneamento básico e inversamente proporcional ao número de pessoas na casa. O brincar da criança precisa de espaço e ser respeitado, pois é no brincar que a criança desenvolve os aspectos cognitivos, motores, sociais e afetivos²⁰. Para cada período da infância há um brincar característico, cujas demandas são diferentes (BRUCE; MEGGITT; GRENIER, 2010; FROST; WORTHAM; REIFEL, 2007; GINSBURG, 2007; HOWES; STEWART, 1987; JOLLEY, 1995; PELLIS; PELLIS, 2007; SHERIDAN, 2011; TAMIS-

²⁰ VER ANEXO T

LEMONDA *et al.*, 2004). É também investigado se a criança é tratada com violência pelas pessoas da casa (se apanha ou gritam com ela), se a criança é agressiva ou carinhosa. A pontuação é inversamente proporcional à frequência de tratamento violento contra a criança.

A planilha de Resultados: **PAIS (Resultado-P)** é similar ao funcionamento da planilha Resultado-C quanto ao campo “Nota obtida” e “Nota mínima” e ao destaque às notas obtidas menores do que as notas mínimas. As Recomendações também são colocadas em forma de notas visualizadas ao passar o cursor sobre a célula (fig. 12). As recomendações para cada sessão são:

- **ESCOLARIDADE & OCUPAÇÃO:** Conversar e trabalhar mais com a criança na escola (atividades extras); incentivar os pais a estudar ou a ler.
- **HÁBITOS DA JUVENTUDE:** Realizar testes de escala BMAT-R, Bayle, Denver II.
- **HÁBITOS ATUAIS:** Realizar testes de escala TIPM, Bayle, Denver II; conversar com os pais da criança sobre mudança de hábitos; em caso de vício dos pais, levar a criança ao pediatra para um *check up*.
- **SONO:** Conversar com os pais e ajudá-los a rever a própria rotina para garantir um bom sono.
- **MÃE:GESTAÇÃO:** Realizar teste de escalas BMAT-R, Bayle, Denver II; realizar teste de visão, audição, levar a criança ao pediatra para um *check up* em caso de uso de drogas lícitas ou ilícitas durante a gravidez.
- **AMBIENTE:** Permitir que a criança brinque nos espaços da escola e proporcionar mais tempo para o brincar; em caso de violência, conversar com os pais sobre notificá-los junto ao Conselho Tutelar.

Figura 12: Planilha de Resultados: Pais

	Nota obtida	Nota mínima		Nota obtida	Nota mínima
ESCOLARIDADE & OCUPAÇÃO	0	0	ESCOLARIDADE & OCUPAÇÃO	-3	0
HÁBITOS DA JUVENTUDE	0	0	HÁBITOS DA JUVENTUDE	-1	0
tabaco	não	0	tabaco	sim	0
drogas ilícitas	não	0	drogas ilícitas	não	0
Patologias	0	0	Patologias	0	0
Medicamentos	0	0	Medicamentos	0	0
HÁBITOS ATUAIS	0	0	HÁBITOS ATUAIS	0	0
Patologias	0	0	Patologias	0	0
Medicamentos	0	0	Medicamentos	0	0
SONO	0	0	SONO	0	0
MÃE: GESTAÇÃO	0	0	MÃE: GESTAÇÃO	0	0
tabaco	não	0	tabaco	não	0
bebida alcoólica	não	0	bebida alcoólica	não	0
drogas ilícitas	não	0	drogas ilícitas	não	0
Patologias	0	0	Patologias	0	0
Medicamentos	0	0	Medicamentos	0	0
AMBIENTE	0	0	AMBIENTE	-2	0
A casa	0	0	A casa	0	0
As Pessoas	0	0	As Pessoas	0	0
A Criança	0	0	A Criança	-2	0
gritam com criança	não	0	gritam com criança	sim	0
criança apanha	não	0	criança apanha	sim	0
criança é agressiva	não	0	criança é agressiva	sim	0
criança é carinhosa	sim	0	criança é carinhosa	sim	0

Recomendações para notas menores do que 0 (zero):
 - Permitir que a criança brinque nos espaços da escola e proporcionar mais tempo para o brincar
 - Em caso de violência, conversar com os pais sobre notificá-los no Conselho Tutelar.

Fonte: Imagem do autor

A figura mostra a planilha Resultado-P, na qual se verifica, em vermelho, as notas obtidas abaixo da nota mínima esperada. As notas obtidas iguais ou superiores à nota mínima não são marcadas em vermelho. Ao preencher os dados da planilha “PAIS”, estes são automaticamente somados e relacionados na planilha “Resultado-P”. Na figura à direita, é mostrada uma nota com a recomendação para a nota obtida menor do que a nota mínima para a sessão “AMBIENTE”.

3.4.1.3 Planilha de Anamnese: Comunidade

Bronfenbrenner (1917 – 2005), em sua teoria dos sistemas ecológicos, enfatiza o espectro de situações e contextos que uma pessoa possa encontrar, descrevendo os ambientes nos quais os indivíduos se desenvolvem em cinco sistemas: o microsistema, que corresponde ao indivíduo e as relações mais próximas, como família, amigos, colegas de escola, etc; o mesossistema, o qual corresponde à inter-relação entre os aspectos do microsistema, como, entre os pais e a escola, a família e a comunidade; o exossistema, quando a relação se dá em um sistema no qual o indivíduo não tem participação ativa, que seriam os amigos da família, os vizinhos, a mídia, os serviços públicos; o macrosistema, que envolve a cultura, as crenças e outros produtos particulares de um grupo e que são passados de geração à geração; e o último contexto, o cronossistema, que envolve os padrões temporais de eventos do ambiente, os contextos sócio-históricos. O desenvolvimento de uma

Figura 13: Planilha de Resultados: Comunidade

	Nota obtida	Nota mínima
SERVIÇOS	0	0
VIOLÊNCIA	0	0
<i>Drugas</i>	não	
<i>Roubos</i>	não	
<i>Violência doméstica</i>	não	
<i>Assassinatos</i>	não	
<i>Estupros</i>	não	
AUXÍLIOS	0	1
	0	
	0	
	0	

Fonte: Imagem do autor

3.4.1.4 Planilhas de Informação

3.4.2 Aplicação da Anamnese da Primeira Infância

A **Anamnese do Desenvolvimento Infantil** foi aplicada a 9 mães de uma escola de educação infantil e ensino fundamental do Município de Suzano, SP. Nenhuma das crianças apresentava diagnóstico de qualquer problema de ordem cognitiva, motora, nutricional ou social. Das 9 crianças, 7 delas tinham idade entre 2 e 6 anos. A pedido de uma professora, foi realizada anamnese com a mãe de uma criança com 9 anos, pois, segundo as palavras dessa professora, ela gostaria de entender melhor o que acontecia com a criança, que tinha muitas dificuldades e era agressiva, sendo que não foi diagnosticado qualquer problema pela equipe multidisciplinar da Secretaria de Educação do município. Uma outra professora, ao saber da anamnese, pediu para fazê-la sobre a filha dela, com 8 anos de idade, também pelo mesmo motivo: gostaria de conhecer um pouco mais sobre a filha para ajudá-la nas dificuldades que ela apresentava na escola. Todas as mães foram informadas do resultado final da anamnese. Cada criança é identificada com uma letra do alfabeto com o objetivo de se respeitar o anonimato.

Os dados obtidos a partir das planilhas **Resultado-C**, **Resultado-P** e **Resultado-Co** sinalizaram para os itens a serem melhor investigados. O detalhamento desses itens foram disponibilizados, primeiramente, em gráficos, como dados gerais do grupo com o qual foi realizada a **Anamnese do Desenvolvimento Infantil** e, posteriormente, individualizado por criança, na tabela 04.

3.4.2.1 Dados obtidos com a aplicação da Anamnese da Primeira Infância

Observando o gráfico 01, vê-se que a amostragem concentrou-se em crianças entre 2 anos e 2,5 anos (24 e 30 meses, respectivamente), período em que as intervenções são mais efetivas por se tratar de uma faixa etária na qual o cérebro ainda está no período máximo de plasticidade (fig. 08 e 09), traduzindo-se em várias janelas de oportunidades (DOHERTY, 1997; GABBARD, 1998; NYARADI *et al.*, 2013; SHONKOFF; PHILLIPS, 2002). Como o aprendizado que ocorre durante os períodos sensíveis fundamenta os aprendizados futuros (KNUDSEN, 2004), a aplicação a mães de crianças de 8 e 9 anos de idade se deu com o enfoque de se descobrir como se deu a primeira infância dessas crianças, em termos dos estímulos recebidos, no intuito de se descobrir se ela, a criança, deixou de receber os estímulos necessários durante alguma janela de oportunidade que poderiam se refletir nas dificuldades atuais dela.

Gráfico 01: Número de crianças por idade.

Fonte: Imagem do autor

O gráfico mostra a relação entre a quantidade de crianças por faixa etária das(os) filhas(os) das mães que realizaram a Anamnese do Desenvolvimento Infantil. Número de amostragem: $n = 9$.

Na figura 14, encontram-se os gráficos relacionados à gestação. Como mencionado anteriormente, a gestação é um dos períodos mais sensíveis, pois é quando se dá a formação do bebê e se está mais suscetível à ativação de inúmeros mecanismos epigenéticos que podem ativar/desativar a expressão de determinados genes (KNOPIK, 2012; MURGATROYD; SPENGLER, 2011; ROTH; SWEATT, 2011; VEENA *et al.*, 2016). O gráfico 02 informa o número de gestações que foram esperadas ou planejadas e aquelas que não foram esperadas pelos pais das crianças. No gráfico 03, vê-se a quantidade de gestações em que as mães se alimentaram adequadamente e inadequadamente, considerando que uma alimentação adequada é aquela composta principalmente por verduras, legumes e frutas, e uma alimentação inadequada aquela com alto consumo de doces e alimentos processados. O gráfico 04 apresenta o número de gestações tranquilas e estressantes, considerando que gestações tranquilas seriam aquelas em que a mãe não tenha passado por grandes níveis de estresse ou violência, como violência doméstica, assaltos, ameaças ou abandono, e estressante aquela na qual a mãe tenha passado por alguma situação de estresse em qualquer período da gestação. No gráfico 05, vê-se a quantidade de pais que acompanharam a gestação da criança.

Figura 14: Dados gerais: Gestação.

Fonte: Imagem do autor

O gráfico 02 refere-se as respostas às perguntas: “A Gestação foi esperada?”. O gráfico 03 refere-se à qualidade da alimentação que a mãe ingeriu durante a gestação da criança. Considerou-se “adequada” a alimentação composta por frutas, verduras, legumes e baixo consumo de doces e alimentos processados, e inadequada a alimentação com alto consumo de doces e alimentos processados. O gráfico 04 mostra as respostas à pergunta: “A gestação foi tranquila?”. O gráfico 05 mostra as respostas à pergunta: “O pai acompanhou a gestação?”. Número de amostragem: $n = 9$. O número do gráfico segue a sequência dos gráficos apresentados neste trabalho.

No gráfico 06, vê-se a relação da quantidade partos pelos tipos normal (ou natural), cesariana, fórceps e humanizado. Apesar de nove mães terem participado da Anamnese, um erro de impressão em algumas fotocópias indisponibilizou o item para leitura. Apesar de pedir para as mães escreverem na planilha o tipo de parto de suas/seus filhas(os), somente algumas lembraram de fazê-lo. Por esse motivo, o número de amostragem é menor: $n=4$.

Gráfico 06: Número de partos normais, cesarianas, fórceps e humanizados.

Fonte: Imagem do autor

O gráfico mostra a quantidade de partos pelos tipos de parto: normal (ou natural), cesariana, fórceps e humanizado. Número de amostragem: $n = 4$.

Na figura 15, encontram-se os resultados obtidos sobre a nutrição da criança. No gráfico 07, vê-se o número de crianças que foram amamentadas por um período menor do que 9 meses, por 9 meses e por um período maior do que 9 meses. O gráfico 08 mostra o número de crianças com uma alimentação adequada, ou seja, a ela é oferecida uma alimentação adequada, constituída principalmente por frutas, verduras e legumes, e inadequada, na qual há uma alto consumo de alimentos processados e doces pelas crianças. Número de amostragem: $n = 9$.

Figura 15: Dados gerais: Nutrição da criança.

Fonte: Imagem do autor

A figura mostra os gráficos relacionados à nutrição da criança. No gráfico 07, encontram-se relacionados o número de crianças que foram amamentadas por um período menor do que 9 meses, por 9 meses e por um período maior do que 9 meses. O gráfico 08 relaciona o número de crianças que recebem uma alimentação adequada e inadequada. Classificou-se como adequada a alimentação constituída principalmente de frutas, legumes, verduras, e inadequada aquela constituída por alta ingestão de alimentos processados e doces. Número de amostragem: $n = 9$.

A figura 16 mostra os gráficos relacionados à convivência com a criança, considerando convivência como a relação da criança com o espaço físico da casa e dela com as pessoas que moram junto com ela. O gráfico 09 considera a frequência com que a mãe brinca com a criança. No gráfico 10, vê-se a quantidade de respostas “sim” e “não” para a pergunta se há espaço suficiente na casa para a criança brincar, qualificando o espaço pelo número de cômodos por pessoas que moram na casa. Os gráficos 11 e 12 tratam da violência que a criança pode sofrer pelas pessoas que moram na mesma casa. O gráfico 11 mostra a quantidade de crianças que têm adultos gritando com ela e o gráfico 12, se elas apanham dos adultos ou irmãos mais velhos.

Figura 16: Dados gerais: Convivência.

Fonte: Imagem do autor

A figura mostra os gráficos relacionados à convivência dos pais com a criança. No gráfico 09, encontram-se as respostas relacionadas às frequências com que as mães brincam com suas/seus filhas(os). O gráfico 10 mostra o número de casas com espaço suficiente para o número de pessoas nelas residentes. O gráfico 11 mostra a quantidade de mães que gritam com suas/seus filhas(os). Na sequência, o gráfico 12 mostra a quantidade de crianças que apanham de seus pais ou de algum membro residente na mesma casa. Número de amostragem: n = 9.

Na figura 17, encontram-se os gráficos referentes ao nível de escolaridade da mãe e do pai (gráfico 13) e se estão empregados, somente um deles ou ambos, ou se ambos estão desempregados (gráfico 14).

Figura 17: Dados gerais: Pais.

Fonte: Imagem do autor

A figura mostra os gráficos relacionados às condições dos pais quanto à escolaridade e empregabilidade. No gráfico 13, vê-se a distribuição do número de pessoas, entre pais e mães, nos diferentes níveis de escolaridade. O gráfico 14 mostra o número pais e mães empregados e desempregados. Número de amostragem: n = 9. EF = Ensino Fundamental; EM = Ensino Médio; ES = Ensino Superior.

Na figura 18, encontram-se os dados sobre a comunidade em que as participantes moravam sob a perspectiva. O gráfico 15 refere-se à violência, aqui investigada sobre a ocorrência de contravenções específicas, como consumo ou tráfico de drogas, roubos, violência doméstica, estupros e assassinatos. O gráfico 16 refere-se ao acesso a serviços, perguntado quanto à distância da residência a serviços básicos, como hospital, postos de saúde, farmácia, escola, açougue, padaria, supermercados, delegacia de polícia, parques, entre outros. No gráfico 17, encontram-se as respostas sobre a presença de algum auxílio externo à comunidade, como pastorais, trabalhos missionários ou ONGs.

Figura 18: Dados gerais: Comunidade.

Fonte: Imagem do autor

A figura mostra os gráficos relacionados à comunidade onde as crianças viviam. No gráfico 15, sobre violência, vê-se a distribuição do tipo de violência relatado pelas participantes. No gráfico 16, relaciona a facilidade de acesso a serviços. No gráfico 17, vê-se a relação entre respostas positivas e negativas sobre o conhecimento de algum auxílio externo à comunidade. Considerou-se como auxílio externo a presença na comunidade de pastorais, trabalho missionário ou ONG. Número de amostragem: n = 9.

Na tabela 04, os dados obtidos foram organizados individualmente, para uma visão particularizada de cada criança.

Tabela 04: Resultado das Anamneses do Desenvolvimento Infantil aplicadas. A tabela compreende do resumo dos dados sobre Nutrição, Cognição, Motricidade, Gestação, Nascimento, Escolaridade dos pais, Convivência (das crianças em casa) e Comunidade (dados sobre serviços e violência) obtido a partir do preenchimento da Anamnese do Desenvolvimento Infantil pelas mães das crianças. As crianças foram identificadas por letras do alfabeto.

Criança, Idade	Nutrição	Cognição	Motricidade	Gestação e Parto	Escolaridade dos Pais	Moradia	Convivência	Criança	Comunidade
A, 2 anos	Muito mel e nenhuma verdura; higiene bucal 2 vezes por dia.	Não brinca de faz-de- conta e não sabia usar copo aos 18 meses; não sabe desenhar retas e círculos.	Não sabe segurar o lápis.	Não esperada; pai presente; pré-natal completo.	Mãe: ES incompleto; Pai: EM completo. Ambos trabalham	Casa pequena, com água, luz, sem ligação com rede de esgoto.	Única(o) filha(o); Gritam com a criança.	Criança não é agressiva e é carinhosa.	Maioria dos serviços fica entre 15 a 30 minutos da residência. Há consumo de drogas. Há trabalho missionário.
B, 2 anos	Amamentação > 9 meses; precisou de alimentação especial; come frutas, verduras, legumes, frituras, salgadinhos industrializados, pizzas; come balas, chicletes todos os dias; oferece laticínios até 2h antes do almoço.	Criança não copiava movimentos faciais aos 4-5 meses; não respondia ao próprio nome e não emitia sons com consoantes aos 6-7 meses; não brincava de esconder objetos e não procurava pelos objetos aos 8-9 meses; meses; não escala Não encontra objetos escondidos facilmente; não diz palavras isoladas; não diz "não".	Não se levantava pelos cotovelos quando de bruços aos 4-5 meses; não ficava em pé aos 8- 9 meses; não dava pequenos passos sem que a segurassem aos 12 meses; não empilhava blocos ou jogava bola aos 18 meses; não escala móveis e não joga bola por cima da cabeça.	Não esperada, tranquila; pai presente; pré-natal completo; consumiu muitos alimentos processados e doces até o 6º mês de gestação. Parto: cesariana.	Mãe: EM incompleto; Pai: EM incompleto. Ambos desempregados.	Casa pequena, com luz elétrica e água encanada, sem ligação com rede de esgoto.	3ª filha(o). Gritam muito com a criança.	Criança é carinhosa	Serviços básicos longe da residência. Há consumo de drogas e roubo de casas. Houve casos de estupro.
C, 2 anos	Amamentação > 9 meses; oferece macarrão instantâneo e salgadinho industrializado; não come frutas, nem legumes ou frutas; toma café todos os dias	Mãe não conseguia saber se a criança estava feliz ou não aos 4-5 meses de idade; não entendia "não", não fazia diferentes sons, não copiava sons ou gestos aos 8-9 meses; não se refere a si mesmo pelo nome e não consegue seguir instruções simples.	Não rastejava ou gatinhava aos 8-9 meses; não esticava os braços e pernas para ajudar a se vestir; não jogava objetos e não conseguiu ficar sozinho em um ambiente aos 12 meses.	Não esperada, tranquila; pai presente; pré-natal completo; consumiu muitos alimentos processados e doces até o 6º mês de gestação. Parto: cesariana.	Mãe: EF incompleto; Pai: EF incompleto. Ambos empregados.	Casa pequena, com água encanada e luz elétrica, sem ligação com a rede de esgoto.	Única(o) filha(o). Brinca somente em casa. Gritam sempre com a criança e criança apanha.	Criança bate nos pais, é agressiva com outras criança e é carinhosa. roubo de drogas e casos de estupro na comunidade.	Serviços são distantes da residência. Há consumo de drogas e roubo de casas e casas na comunidade.
D, 30 meses	Amamentação > 9 meses; oferece macarrão instantâneo para a criança, biscoito recheado e salgadinhos industrializados; come frutas e verduras; higiene bucal somente na creche.	Criança não apontava aos 8-9 meses; Não brincava de faz-de- conta e não ficava recosa com situações novas aos 18 meses; não tem longas conversas difíceis de entender; não se mostra indisposta em não ser atendida ao que ela(e) pede.	Não foram identificadas dificuldades motoras.	Desejada, tranquila, pai presente. Pré-natal completo. Parto: cesariana.	Mãe: EM completo; Pai: EM completo; Somente o pai trabalha	Casa pequena, com água encanada e luz elétrica, sem ligação com a rede de esgoto.	2ª filha(o). Gritam com a criança e criança apanha.	Criança não é agressiva e é carinhosa.	Maioria dos serviços ficam próximos a residência. Há consumo de drogas e roubo de carros. Houve relatos de violência doméstica entre os vizinhos.

(continua)

(continua)

Criança, Idade	Nutrição	Cognição	Motoricidade	Gestação	Escolaridade dos Pais	Moradia	Convivência	Criança	Comunidade
E, 30 meses	Amamentação: até 4º mês; ingestão de açúcar após 12 meses; come frutas e verduras.	Não preencheu meses anteriores. Não foram encontradas dificuldades cognitivas.	Não foram identificadas dificuldades motoras.	Não esperada; tranquila; pai presente. Parto: cesariana.	Mãe: EM completo; Pai: EM completo. Ambos trabalham.	Casa pequena, com luz elétrica e água encanada, sem ligação com rede de esgoto.	Única(o) filha(o). Gritam com a criança.	Criança não é agressiva e é carinhosa.	Maioria dos dos serviços ficam próximo da residência. Há tráfico de drogas e roubo.
F, 33 meses	Amamentação > 9 meses. Alimentação transitória com lóguetes infantis a partir do 4º mês; refrigerante e chocolates, a partir do 7º mês; ingere doces; frutas e verduras: de vez em quando	Dorme menos do que 10h. Não se incomodou com estranhos em nenhuma fase; não imitava tarefas domésticas.	Não engatinhou. Não foram identificadas dificuldades motoras.	Não esperada; tranquila; pai presente. Desenvolveu alergia.	Mãe: EM completo; Pai: EM completo. Somente o pai trabalha	Tamanho da casa satisfatório para o número de pessoas que nela vivem. Água encanada, luz elétrica, sem ligação com rede de esgoto	Única(o) filha(o). Há fumantes na casa que não fumam próximo à criança. Não gritam com a criança.	Criança não é agressiva e é carinhosa	Maioria dos serviços ficam próximos à residência. Não identificou violência no bairro. Conhece auxílio de pastoral e trabalho missionário.
G, 3 anos	Amamentação > 9 meses; come frutas, verduras, legumes, fritura, laticínios antes e durante o almoço.	Criança não brincava de faz-de-conta; não rabiscava aos 18 meses; não tinha longas conversas difíceis de entender, não conseguia desenhar retas e círculos.	Não jogava bola sobre a cabeça.	Não esperada; tranquila; pai presente; consumo de muitos doces e alimentos processados. Parto natural.	Mãe: EM completo; Pai: ES incompleto. Somente o pai trabalha.	Casa pequena, criança brinca somente em casa. Água encanada, luz elétrica, sem ligação com rede de esgoto.	Única(o) filha(o). Criança apanha e gritam com a criança.	Criança é agressiva com outras crianças e é carinhosa.	Serviços básicos longe da residência. Não tem conhecimento de casos de violência na comunidade.
H, 9 anos	Amamentação: até 4º mês; come muitos doces; higiene bucal 2 vezes/dia; criança entre 0 e seis anos; não dizia o próprio nome; dificuldades em quantificar, numerar, ordenar; dificuldade em contar histórias; dificuldade com igual e diferente.	Pais pouco conversaram com a criança entre 0 e seis anos; não dizia o próprio nome; dificuldades em quantificar, numerar, ordenar; dificuldade em contar histórias; dificuldade com igual e diferente.	Não pulava corda; Não havia brincadeiras desafiadoras; pouca interação com crianças maiores.	Não esperada; estressante; pai ausente; consumo de muitos doces e alimentos processados; tomou vitaminas; pré-natal completo.	Mãe: EF incompleto; Pai: EF completo; Somente o pai trabalha.	Casa pequena, entre 6 e 10 pessoas na casa; Água encanada, luz elétrica, sem ligação com rede de esgoto.	Vê pessoas bêbadas; Brinca somente em casa. Tem mais 1 irmã(o). Gritam com a criança e criança apanha.	Criança grita e bate nos pais. É carinhosa.	Serviços básicos são muito distantes. Há consumo de drogas e roubo de carros.
I, 10 anos	Amamentação: até o 4º mês, com alimentação especial.	Dificuldade em quantificar, numerar, ordenar, classificar; Dificuldade em expressar-se por meio de palavras	Dificuldades na coordenação motora fina.	Desejada; tranquila; pai presente; pré-natal completo.	Mãe: ES completo; Pai: ES completo; Ambos trabalham	Casa grande, com saneamento básico.	Grita com a criança; única(o) filha(o). Pais separados.	Criança agressiva com outras crianças. Carinhosa.	Serviços básicos próximos à residência. Roubo de casa e carros; Alguns casos de assassinatos e estupro.

3.4.2.2 Algumas inferências a partir dos dados obtidos com a aplicação da Anamnese do Desenvolvimento Infantil

Uma disposição geral dos dados obtidos, apresentada nos gráficos de dados gerais, permite visualizar as condições oferecidas pela maioria dos pais e identificar pontos comuns nas famílias das crianças, possibilitando avaliar a viabilidade de se propor ações de intervenção que envolvam o grupo, além de apresentar as limitações e as oportunidades que o grupo oferece para o planejamento dessas ações que, em nível de comunidade, poderia, inclusive, envolver o poder público ou pessoas da própria comunidade. Um exemplo seria o pedido ao poder público de instalação de um posto de saúde mais próximo à comunidade, com especialidades que atendessem a saúde da mulher e da criança. Um outro exemplo seria estimular a comunidade a se organizarem para a instalação de serviços, como um mercado com açougue, farmácia e padaria.

Uma disposição dos dados obtidos individualizada por criança, por sua vez, enseja uma análise pormenorizada desses dados, fornecendo um conjunto de conhecimento sobre como vêm acontecendo os marcos de desenvolvimento e sobre os estímulos motores, cognitivos e nutricionais que a criança vem recebendo. Estímulos não proporcionados nos períodos sensíveis nos quais são requisitados fazem com que a criança não desenvolva determinados aspectos em sua plenitude, ou fique estagnada em uma fase por não ter subsídios para prosseguir o desenvolvimento adequadamente, especialmente em termos das funções cognitivas superiores (DOHERTY, 1997; GABBARD, 2008). Por exemplo, esses dados forneceria indicações para a compreensão das dificuldades acadêmicas de uma criança e, em vez de atuar no sentido de apresentar mais vezes o conteúdo, trabalhar os aspectos do desenvolvimento que não foram estimulados adequadamente para, então, apresentar ou reapresentar o conteúdo acadêmico.

Combinar a disposição geral com a disposição individualizada por criança dos dados, por outro lado, permite elaborar estudos de correlação para a obtenção de informações sobre como o ambiente estaria afetando o desenvolvimento da criança e apurar quais ações nos níveis da criança, da família e da comunidade poderiam ser realizadas no sentido de se evitar um ambiente tóxico. Um exemplo: das nove mães participantes, oito delas gritam com a criança (gráfico 11) (dado geral). Individualmente (tabela 04), cada mãe que grita mora em uma casa pequena para o número de pessoas que vive na casa, independente do nível de

escolaridade e se a gestação foi esperada ou não. A mãe que não grita vive em uma casa cujo tamanho é adequado para o número de pessoas que vivem nela e não foi uma gravidez esperada. Dessas oito mães que gritam, quatro delas batem na criança e, dessas quatro crianças que apanham, três são agressivas com outras crianças sendo, uma delas, agressiva também com os pais. Esta criança, especificamente, com 2 anos de idade, toma café todos os dias. Como mencionado anteriormente, recomenda-se a ingestão de café somente a partir dos 5 anos de idade por deixar a criança agitada (TEMPLE, 2009). Um outro dado importante é de que não há parques na comunidade, onde os pais poderiam levar as crianças para terem onde brincar, como extensão da casa, que é pequena. A partir desses dados, algumas inferências podem ser feitas.

Estudos mostram que as condições socioeconômicas afetam a saúde da criança, bem como seu desenvolvimento cognitivo e socioemocional: crianças com menos acesso a recursos e experiências e que vivem em um ambiente tóxico têm uma chance maior de terem problemas em seu desenvolvimento (BRADLEY; CORWYN, 2002; PINEL, 2011; SCHORE, 2016). As crianças sobre as quais foi realizada a **Anamnese do Desenvolvimento Infantil** vivem em uma comunidade de alta vulnerabilidade social (gráficos 15, 16 e 17) e vivem em casas pequenas. Uma casa pequena também traz outros problemas para o desenvolvimento da criança: com pouco espaço para explorar, o desenvolvimento motor é prejudicado, o que traz prejuízos ao desenvolvimento da linguagem e às bases para funções cognitivas superiores (IVERSON, J. M., 2010; LAGERCRANTZ, 2016). Além disso, ao viverem em casas pequenas, as pessoas têm menos privacidade por terem menos ou praticamente nenhum espaço privativo, fator gerador de estresse entre os moradores. Isto se volta para a criança em forma de violência: gritam com ela e batem. O estresse tóxico pode levar a mudanças permanentes no aprendizado, nas habilidades linguísticas, cognitivas e socioemocionais, no comportamento e na fisiologia, tendo uma resposta ao estresse crônica ou hiper-responsiva (SHONKOFF *et al.*, 2012). O estresse na primeira infância induz a traços permanentes nos genes, via mecanismos epigenéticos, de desequilíbrio do mecanismo que regula a atividade do eixo hipotálamo-pituitária-adrenal (HPA), causando distúrbios de ordem cognitiva (dificuldades de aprendizagem, hiperatividade), fisiológica (problemas cardíacos) e psicológica (depressão) (MURGATROYD *et al.*, 2010). Isto se reflete diretamente no desempenho acadêmico das crianças durante o período escolar. Uma intervenção possível seria a instalação de um parque

na comunidade, pois proporcionaria: (i) um local para as crianças brincarem com grande espaço para exploração de suas habilidades motoras; (ii) o contato com outras crianças; (iii) um momento para os pais saírem e relaxarem, diminuindo o estresse em casa. Como consequência, diminuiria o nível de estresse tóxico, o que, por conseguinte, afetaria de modo positivo o desenvolvimento da criança e o desempenho acadêmico quando em idade escolar.

Outro dado obtido que merece atenção refere-se à questão nutricional. Os gráficos 03 e 08 mostram que a alimentação da criança é inadequada desde a gestação. Estudos mostram que a nutrição é um dos principais fatores ambientais a ativarem mecanismos epigenéticos, que podem, inclusive, ser transmitidos a gerações posteriores, além de atuar diretamente no desenvolvimento infantil, especialmente no desenvolvimento cognitivo. Nutrientes como ferro, cálcio, zinco, selênio, vitamina A, vitamina D, vitamina B₁₂, vitamina C, ácido fólico, ácidos graxos e glicerol são essenciais para o desenvolvimento do cérebro²¹. Dependendo do nível de deficiência de algum desses nutrientes, danos irreversíveis podem ser causados, mesmo suplementando posteriormente (NYARADI *et al.*, 2013; POLANSKA *et al.*, 2017; POSTON *et al.*, 2012). Não apenas a deficiência aguda, mas a insuficiência também afeta o desenvolvimento cognitivo e motor, fazendo com que a criança tenha um baixo desempenho acadêmico quando em idade escolar e seja uma criança menos ativa (CABALLERO, B., 2002a; IVANOVIC *et al.*, 2007). Neste caso, um programa de intervenção possível seria a promoção de eventos para a sensibilização da comunidade com vistas a uma alimentação mais saudável, envolvendo escolas e instituições religiosas, na comunidade. Entretanto, será que este tipo de ação atingiria o objetivo de mudar os hábitos alimentares da comunidade, quando um supermercado, quitanda ou qualquer outro estabelecimento comercial em que se vendam produtos naturais podem encontrar-se muito distante da residência, levando de 30 minutos a 2 horas para se chegar a esses locais? A preferência por alimentos processados estaria relacionada ao fato de durarem mais tempo, evitando o gasto com transporte público para irem a um estabelecimento comercial em busca de um produto fresco, de menor durabilidade, o que aumentaria as idas ao comércio e, por consequência, os gastos com transporte? O fator distância contribuiu para uma cultura alimentar com preferência para alimentos processados naquela comunidade? A resposta a essas questões são de suma importância para a elaboração

²¹ VER ANEXO I

de uma intervenção eficaz. Provavelmente, um número de amostragem maior poderia trazer dados importantes para esclarecer essas questões.

O primeiro ponto levantado foi sobre um dos fatores que poderiam contribuir com a violência sofrida pelas crianças (gritar e bater na criança). Os resultados individuais mostram que uma criança que sofre violência não é, por consequência, agressiva também, apesar de os dados terem mostrado que todas as crianças que são agressivas sofrem violência. O segundo, sobre a má alimentação dessas crianças. BELLISLE (2004), em um de seus trabalhos, chama a atenção para a presença dos aditivos e alta quantidade de açúcar nos alimentos processados como sendo responsáveis por induzir hiperatividade nas crianças, o que as tornam mais propensas a comportamentos agressivos. Das crianças que são agressivas, a ingestão de doces e alimentos processados é preponderante à de verduras, legumes e frutas. A mais agressiva bebe café, com 2 anos de idade, e não consome verduras, legumes ou frutas. Um número de amostragem maior poderia esclarecer melhor esta questão. Contudo, é possível perceber que o sucesso das duas primeiras intervenções sugeridas depende de ambas acontecerem ao mesmo tempo, de maneira integrada.

A partir do que foi exposto, percebe-se o potencial da **Anamnese do Desenvolvimento Infantil** no fornecimento de dados que permitem, não somente conhecer o andamento do desenvolvimento de uma criança com relação aos marcos de desenvolvimento, mas, também, identificar os fatores do ambiente, sejam no nível familiar ou da comunidade, que estejam afetando seu desenvolvimento, integrando cognição, motricidade, nutrição e epigenética. A **Anamnese do Desenvolvimento Infantil** mostrou-se uma ferramenta investigativa eficaz na obtenção de dados sobre a qualidade do desenvolvimento infantil para o planejamento de intervenções, desde o nível individual até o da comunidade, em prol de uma primeira infância plena e saudável.

3.4.2.3 Melhorias na aplicação da Anamnese do Desenvolvimento Infantil

A partir das contingências que ocorreram na aplicação da **Anamnese do Desenvolvimento Infantil**, foram elaboradas melhorias com o objetivo de solucionar os problemas detectados. Na tabela 05, estão colocadas as contingências e as soluções a elas relacionadas.

Tabela 05: Contingências e soluções para a aplicação da Anamnese do Desenvolvimento Infantil.

Contingência	Solução
1) Fotocópias das anamneses para preenchimento em papel. A anamnese é um documento longo, com muitas páginas a serem fotocopiadas. Em uma escala maior do que o número de amostragem utilizado para o presente trabalho, o custo torna inviável para muitas escolas, especialmente escolas públicas, carentes de recursos financeiros.	Montar as planilhas CRIANÇA, PAIS e COMUNIDADE da Anamnese de Desenvolvimento Infantil em um formulário do GOOGLE FORMS para a solução dos itens de 1 a 5. 1) Evitaria a necessidade de fotocópias, economizando em papel e dinheiro;
2) Erro de impressão/fotocópia impedindo a leitura de alguma pergunta. Para cópias em grande escala é inviável a correção. Pedir para que os participantes escrevam a resposta em vez de assinalar não é garantia de que todos preencham. Ex.: Pergunta sobre o tipo de parto.	2) Eliminar as chances de erro de impressão. Mesmo que haja algum erro, a alteração na planilha original altera para qualquer pessoa que acessá-la, automaticamente.
3) Participante esquecer de preencher alguma questão. Uma das participantes esqueceu de preencher os anos anteriores à idade atual da criança pois resolveu começar pela planilha COMUNIDADE.	3) Com o mecanismo de tornar a resposta obrigatória à questão, o usuário seria impossibilitado de seguir em frente ou enviar as respostas até responder a todas as questões, além de não poder trocar a sequência de resposta às perguntas.
4) Termos desconhecidos pelos participantes. Na anamnese em papel não há espaço para explicação dos termos, ficando a cargo do aplicador a explicação aos participantes.	4) Os termos desconhecidos podem ser explicados nas próprias questões, com a possibilidade de inserir figuras que ilustrem a explicação.
5) Transferência da anamnese impressa preenchida para planilha de pontuação do Excel. Por serem muitos itens, a transferência é demorada, levando um tempo considerável para a liberação dos resultados, além da probabilidade de erro no preenchimento.	5) A transferência seria automatizada, interligando os resultados da anamnese da planilha gerada pelo GOOGLE FORMS e as respectivas planilhas da Anamnese do Desenvolvimento Infantil , sem a necessidade de uma pessoa transferir o que foi preenchido pelos participantes.
6) Para crianças acima dos 3 anos, menor era a lembrança da mãe do primeiro ano de vida da criança. As mães cujas crianças tinham 8 e 9 anos de idade não se recordavam muito bem do período de acontecimento dos marcos de desenvolvimento infantil do 1º e do 2º ano de vida da criança.	6) Para crianças a partir dos 4 anos de idade, as perguntas para os dois primeiros anos serão simplificadas, com uma relação dos reflexos mais marcantes do período.

3.4.3 Anamnese do Desenvolvimento Infantil como prova de conceito

A **Anamnese do Desenvolvimento Infantil** foi elaborada e aplicada como prova do conceito de que variáveis motoras, cognitivas, nutricionais, metabólicas e de influência epigenética no desenvolvimento infantil entre 0 e 6 anos de idade poderiam ser integradas na forma de uma ferramenta para a investigação do andamento do desenvolvimento de uma criança durante a primeira infância. Para tal, a ferramenta, ao ser aplicada, deve fornecer dados sobre o andamento do desenvolvimento infantil, com base nos marcos de desenvolvimento para cada variável citada, e sobre o ambiente em que a criança está inserida, dando especial atenção àqueles fatores ambientais que ativariam mecanismos epigenéticos. A partir dos dados obtidos com a aplicação da **Anamnese do Desenvolvimento Infantil** mostrados anteriormente, verificou-se que foi possível:

- 1) Investigar o andamento do desenvolvimento infantil de acordo com os marcos de desenvolvimento a partir da planilha **CRIANÇA**, na sessão “Motricidade & Cognição”, onde encontram-se listados os comportamentos a serem observados na criança por período;
- 2) Investigar os fatores de influência epigenética na planilha **CRIANÇA**, nas sessões “Nascimento” e “Nutrição”, na planilha **PAIS**, nas sessões “Hábitos da juventude”, “Mãe: Gestação”, “Ambiente: A Criança”;
- 3) Investigar percepção dos pais sobre a comunidade onde vivem, a partir da planilha **COMUNIDADE**, e identificar os fatores da comunidade que influenciam direta ou indiretamente o desenvolvimento da criança;
- 4) Obter dados suficientes para a elaboração de um plano de intervenção que envolva a criança, os pais e a comunidade, em observância aos aspectos motores, cognitivos, nutricionais e de influência epigenética a partir do que foi obtido.

Portanto, pode-se afirmar que a **Anamnese do Desenvolvimento Infantil** é uma ferramenta que permite a investigação do desenvolvimento infantil por cumprir com o requisito a ela colocado: fornecer dados sobre o andamento do desenvolvimento infantil sob os aspectos motor, cognitivo, nutricional e de influência epigenética entre zero e seis anos de idade de forma integrada.

3.5 Contribuições à saúde pública

Com os avanços científicos, os fatores que promovem ou prejudicam o processo do desenvolvimento humano, atualmente, vêm sendo compreendidos como “uma dança entre o inato e o adquirido” (*nature vs. nurture*). Ou seja, iniciando no período pré-natal, continuando ao longo da infância, se estendendo mais adiante, a saúde e o desenvolvimento são conduzidos por interações contínuas, intrincadas e complexas entre a biologia, incluindo os fatores de predisposição genética, e a ecologia, considerando os ambientes físico e social (fig. 30). Estudos longitudinais que documentaram as consequências a longo prazo de adversidades na infância indicaram que alterações na ecologia da criança pode ter um efeito mensurável na trajetória de desenvolvimento dessa criança, com efeitos na vida acadêmica, produtividade econômica, saúde e longevidade (SHONKOFF *et al.*, 2012).

Figura 19: Abordagem multidisciplinar da infância.

Fonte: Adaptado de SHONKOFF *et al.* (2012).

A figura mostra a associação entre a ecologia da infância e um grande escopo de efeitos do desenvolvimento e de trajetórias do curso de vida (linha tracejada). Avanços conseguidos recentemente nas ciências biológicas, particularmente em neurociência e epigenética, constituem os primeiros passos para a elucidação de mecanismos biológicos (linhas contínuas) subjacentes a essas importantes associações. A convergência dessas diferentes disciplinas definem um caminho promissor para a compreensão e para a formação de uma ciência básica da infância (SHONKOFF *et al.*, 2012).

O contexto ecológico modula a expressão de determinados genes via mecanismos epigenéticos. Ambientes tóxicos, tanto para a gestante, quanto para a criança durante a primeira infância, altera permanentemente a resposta ao estresse, o que tem efeito em múltiplos órgãos, inclusive modificando o cérebro, agregando custos fisiológicos e psicológicos para o indivíduo por toda a vida, como a persistência de quadros inflamatórios e depressão (SCHETTER; TANNER, 2012; SHONKOFF *et al.*, 2012; WEINSTOCK, 2008). A nutrição

da gestante e da criança durante a primeira infância promovem uma memória persistente no DNA dos estados nutricionais desses períodos via mecanismos epigenéticos, favorecendo o desenvolvimento de enfermidades crônicas, como obesidade e diabetes tipo II, asma, doenças pulmonares, osteoporose e até alguns tipos de câncer (BURDGE; LILLYCROP, 2010; DEMETRIOU *et al.*, 2019; VICKERS, 2014). Esses são alguns exemplos de como os estímulos recebidos na primeira infância podem compor os gastos em saúde pública, gastos esses que poderiam ser evitados com intervenções adequadas no período de maior plasticidade: a primeira infância.

A **Anamnese do Desenvolvimento Infantil** é uma ferramenta de investigação que fornece os dados de maneira que seja possível analisá-los sob uma perspectiva intrincada e complexa do desenvolvimento da criança, abordando os três eixos mostrados na figura 19 de forma inter-relacionada, contribuindo para uma compreensão integrada da primeira infância. Dessa forma, as intervenções em saúde pública voltadas para a primeira infância podem ser planejadas de modo a executar diferentes ações em diferentes aspectos, como bem-estar físico, mental e social, de forma coordenada e integrada, com resultados a longo prazo que afetarão os custos em saúde pública no futuro.

3.6 Contribuições às práticas pedagógicas para crianças de 0 aos 6 anos

A nutrição nos primeiros anos de vida pode afetar o desempenho cognitivo em idades posteriores (ANJOS *et al.*, 2013; STEVENSON, 2017). O rápido crescimento do cérebro durante os três últimos meses de gestação e os 2 anos de vida faz dele um órgão vulnerável a inadequações da dieta durante os primeiros anos de vida, podendo criar problemas cognitivos e motores futuros. Além disso, micronutrientes são essenciais para o metabolismo e, em particular, à divisão celular e crescimento de tecidos, como o nervoso, o muscular e o esquelético (BENTON, 2010a, b). Uma criança que apresenta dificuldades de aprendizagem ou motoras, não necessariamente sofre de problemas de ordem cognitiva - podem ser de ordem nutricional (IVANOVIC *et al.*, 2007), como mostrado na tabela 06. É preciso prover à criança o alimento correto, nas quantidades necessárias, respeitando seu desenvolvimento, inclusive do sistema digestório e da microbiota, cujo desenvolvimento se completa em torno dos 4 anos de idade²² (BUTTE, N. *et al.*, 2004). Portanto, é de suma importância que a criança

²² VER ANEXOS I e M

receba uma alimentação adequada, e isto significa receber a quantidade correta de nutrientes no período requerido do desenvolvimento, tanto em casa, quanto na escola.

Tabela 06: Comportamentos observáveis em crianças com alguma deficiência nutricional. Para cada nutriente da tabela, comportamentos podem ser observados quando da deficiência de um deles. Também estão descritas as funções e as respectivas referências bibliográficas.

Nutriente	Função	Comportamento	Referência
Cálcio	Formação dos ossos; absorção de ferro.	Dificuldades motoras e de aprendizagem; passividade; apatia.	(ALLEN; KERSTETTER, 2005; GOULDING, 2002; HALLBERG <i>et al.</i> , 1991; HIDALGO; NÚÑEZ, 2007; ILICH <i>et al.</i> , 2000; MIRANDA <i>et al.</i> , 2014; WEAVER, 2012)
Ferro	Formação da hemoglobina (transporte de oxigênio).	Anemina; palidez, fraqueza; apatia; dificuldades de aprendizagem; déficit de atenção; cansaço.	(BEARD, 2003; DOMELLÖF, 2007; DRAPER, 1996; FUGLESTAD <i>et al.</i> , 2013; LOZOFF <i>et al.</i> , 1998; MIRANDA <i>et al.</i> , 2014; SHAFIR <i>et al.</i> , 2006)
Iodo	Formação de hormônios da tireóide.	Retardo mental; dificuldades de aprendizagem; comprometimento do desenvolvimento físico.	(GORDON, 2003; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; HOUSTON, 2005; R. GORDON, S. SKEAFF, A. GRAY, 2009; THOMSON, 2002)
Zinco	Imunidade; absorção de ferro; memória.	Baixa imunidade; retardo no crescimento; cansaço; fraqueza; dificuldades de aprendizagem.	(ANEJA <i>et al.</i> , 2005; BHATNAGAR; TANEJA, 2007; BLACK <i>et al.</i> , 2004; CASTILLO-DURÁN <i>et al.</i> , 2001; LONNERDAL, 2000; MOTT; DINGLELINE, 2011)
Vitamina A	Formação dos pigmentos da visão; memória (plasticidade do hipocampo); proteção das células nervosas contra radicais livres; imunidade	Dificuldades de aprendizagem; baixa imunidade	(BHAN; SOMMERFELT; STRAND, 2001; BOURRE, 2006; FABER; VENTER; BENADÉ, 2002; SEMBA, 1998; SOLOMONS, 1986; WEST JR, 1991; WEST, K. P., 2003)
Vitamina D	Absorção de cálcio pelos ossos; imunidade.	Raquitismo; dificuldades motoras; dificuldades de aprendizagem; apatia; tristeza; baixa imunidade.	(GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; HARMS <i>et al.</i> , 2011; NORMAN; HENRY, 2012)
Vitamina E	Função antioxidante; divisão celular; imunidade.	Dificuldades motoras (dor nos músculos), fraqueza; dificuldades de aprendizagem.	(GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; TRABER, 2005)
Vitamina K	Coagulação sanguínea; regulação de cálcio nos ossos.	Dificuldades motoras; hematomas que aparecem facilmente e de longa duração.	(BERDANIER; ZEMPLINI, 2009)
Vitamina C	Antioxidante; absorção de ferro; imunidade.	Fraqueza, fadiga, apatia; baixa imunidade.	(FOX, M. K. <i>et al.</i> , 2006; LANE; RICHARDSON, 2014; MAGGINI; WENZLAFF; HORNIG,

			2010; SINGH, 2004; TARAS, 2005)
Tiamina	Facilita o uso da glicose pelo cérebro.	Dificuldades de aprendizagem (pensamento abstrato); irritabilidade	(BELLISLE, 2004; BETTENDORF, 2012; BOURRE, 2006; THURNHAM, 2005)
Niacina e piridoxina	Metabolismo de aminoácidos; liberação de glicose no músculo; modulação de hormônios esteroides.	Fraqueza, irritabilidade, nervosismo; dificuldade para dormir; dificuldades motoras	(BENDER, 2005; BERDANIER; ZEMPLINI, 2009; BOURRE, 2006; SILVA; RUSSELL; GREGORY III, 2012; TRUSWELL; MILNE, 2002)
Riboflavina	Respiração celular; metabolismo intermediário; absorção de ferro.	Inflamação da boca, afta, boqueira.	(BENDER, 2003; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; TRUSWELL; MILNE, 2002)
Ácido fólico	Abosrção de ferro, síntese de aminiácidos.	Anemia; dermatite; fraqueza; depressão; dificuldades de aprendizagem e de socialização.	(BAILEY; CAUDILL, 2012; BENDER, 2003; BERDANIER; ZEMPLINI, 2009)
Cobalamina (B₁₂)	Respiração celular; síntese de alguns aminoácidos.	Anemia; desmielinização; dificuldades de aprendizagem; déficit de atenção.	(BERDANIER; ZEMPLINI, 2009; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; TRUSWELL; MILNE, 2002)
Colina	Formação da membrana celular; balanço hídrico; imunidade.	Problemas no fígado; danos musculares; dificuldades motoras;	(ZEISEL; CARBIN, 2012)
Proteínas	Formação de enzimas e proteínas musculares	Difuculdades motoras; cansaço, apatia; dificuldades de aprendizagem; déficit de atenção.	(GRANTHAM-MCGREGOR; BAKER-HENNINGHAM, 2005; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009)
PUFAs	Formação da membrana celular; parte de vários hormônios; mielinização; imunidade.	Dificuldades de aprendizagem; déficit de atenção; irritabilidade; distúrbios hormonais; baixa imunidade.	(CALDER, 1999; FOX, M. K. <i>et al.</i> , 2006; INNIS, 2007; LASSEK; GAULIN, 2011; UAUY <i>et al.</i> , 2003; YAQOOB; SHAIKH, 2010; YAUDIM; MARTIN; JOSEPH, 2000)

Assim como a nutrição, criar um ambiente estimulante para o desenvolvimento também é importante para engajar ativamente a mente da criança no sentido de fortalecer sua rede neuronal (RUSHTON; JUOLA-RUSHTON; LARKIN, 2010). O brincar²³ oferece amplos benefícios físicos, emocionais, cognitivos e sociais, pois permite: (i) o desenvolvimento das habilidades motoras, de comunicação, de criatividade e de resolução de problemas, de

²³ VER ANEXO S

competência social e resiliência; (ii) promove cenários alternativos para a experiência de seu repertório social; e (iii) sinaliza para comportamentos positivos e negativos resultantes do processo de desenvolvimento da criança. O brincar livre é de vital importância para o desenvolvimento saudável durante a infância, reconhecido pelas Nações Unidas como um direito fundamental da criança (NIJHOF *et al.*, 2018; OFFICE OF THE HIGH COMMISSIONER FOR HUMAN RIGHTS, 1990). Entretanto, muitas delas não recebem os benefícios do brincar em sua plenitude, seja porque são pressionadas pelo estilo de vida acelerado dos pais, ou porque vivem em comunidades socialmente vulneráveis, interferindo diretamente no desempenho acadêmico, na socialização com outras crianças e na relação dela com os pais (GINSBURG, 2007).

Um conhecimento detalhado dos mecanismos que controlam os períodos sensíveis e da plasticidade, a qual, por sua vez, acontece durante os períodos sensíveis, fornece as bases para a elaboração de procedimentos que ajudem a minimizar os efeitos a longo prazo de experiências prejudiciais durante a primeira infância e a maximizar a aquisição das funções motoras e cognitivas, uma vez que as condições adequadas sejam restabelecidas. Tal conhecimento pode também levar a métodos mais eficazes para educar uma criança, para que ela aproveite todo o potencial que o sistema nervoso pode oferecer para que a criança possa aprender a partir das próprias experiências (KNUDSEN, 2008). A partir do que foi descrito anteriormente ao longo deste trabalho, pode-se afirmar que o desempenho acadêmico de uma criança está diretamente relacionado com as experiências proporcionadas à criança durante a primeira infância, em termos do ambiente físico e social, dos estímulos nutricionais, motores e cognitivos a ela oferecidos.

As crianças que chegam à escola são o resultado dos estímulos que receberam até então. Os educadores, num primeiro momento, trabalham com as eficiências e deficiências das crianças, que são descobertas durante as atividades pedagógicas realizadas. Um desempenho insatisfatório em qualquer atividade não deve ser tratado de forma simplificada, pois diversos fatores estão envolvidos nesse resultado. Um desempenho insatisfatório pode estar sinalizando a outros aspectos que precisam ser trabalhados que não sejam os acadêmicos. Como mostrado ao longo do presente trabalho, o desenvolvimento cognitivo está intimamente relacionado, não somente aos estímulos cognitivos, mas também aos estímulos motores e nutricionais que a criança recebeu nos anos anteriores a partir do

ambiente familiar. O desenvolvimento infantil é multidisciplinar, como discutido anteriormente (fig. 19). Portanto, a abordagem frente a um desempenho insatisfatório também deve ser multidisciplinar. Além disso, o desenvolvimento infantil não depende somente do amadurecimento do cérebro, mas também das interações entre a criança e o ambiente que a cerca. Por conta disso, os resultados observados do desenvolvimento de diferentes crianças pode variar substancialmente. Aprender sobre as sequências de desenvolvimento e o contexto em que ele precisa acontecer é necessário para a compreensão de possíveis problemas no desenvolvimento para, desse modo, planejar intervenções eficazes (SHERIDAN, 2007). É por esse motivo que cada criança apresentará desempenhos diferentes. A **Anamnese do Desenvolvimento Infantil** oferece essa abordagem multidisciplinar e integrada do desenvolvimento da criança, trazendo dados para a elaboração de uma prática pedagógica voltada para o acolhimento da criança, propiciando a compreensão das deficiências detectadas. Dessa forma, é possível planejar intervenções adequadas ao período de desenvolvimento em que a criança se encontra, fornecendo os estímulos necessários para que a criança consiga atingir as competências previstas para sua idade, em vez de ser classificada com base em suas deficiências. Sob este aspecto, a **Anamnese do Desenvolvimento Infantil** mostra-se uma ferramenta valiosa para os educadores embasarem suas práticas pedagógicas no desenvolvimento de cada criança.

3.7 Contribuição social: Marco Legal do Desenvolvimento Infantil

O Marco Legal da Primeira Infância, Lei nº 13.257, de 8 de março de 2016, em seu artigo 1º, dispõe sobre sua função: estabelecer os “princípios e diretrizes para a formulação e a implementação de políticas públicas para a primeira infância em atenção à especificidade e à relevância dos primeiros anos de vida no desenvolvimento infantil” (GOVERNO FEDERAL, 2016). A Lei nº 13.257/16 tem por áreas prioritárias a saúde, a educação, a alimentação, a nutrição, o brincar, a convivência familiar e comunitária, o espaço e o ambiente, a proteção contra qualquer forma de violência e a proteção contra a exposição precoce à comunicação mercadológica.

De todos os itens prioritários citados no Marco Legal do Desenvolvimento Infantil, o único item não abordado na **Anamnese do Desenvolvimento Infantil** é aquele que se refere à exposição precoce à comunicação mercadológica. Todos os outros itens podem ser

acompanhados utilizando a presente ferramenta elaborada para a investigação do desenvolvimento da criança. Isto faz com que **Anamnese do Desenvolvimento Infantil** seja uma ferramenta importante para a consecução dos objetivos da Lei nº 13.257/16, dentro das áreas prioritárias listadas pela lei, na promoção do desenvolvimento pleno e saudável da criança também em nível nacional.

3.8 Contribuição sobre o Estado da Arte das pesquisas sobre Desenvolvimento Infantil

Em paralelo à elaboração das planilhas, algumas lacunas no conhecimento acadêmico sobre o desenvolvimento infantil foram detectadas. A seguir, são citados os pontos encontrados durante a consecução do presente trabalho e as sugestões de pesquisas futuras a eles relacionadas para que o conhecimento advindo desses estudos possam ser agregados ao conjunto de conhecimentos existentes sobre a primeira infância.

Butte (2005) revisou as equações para a obtenção da Energia Requerida Estimada (ERE), tendo, como justificativa, a mudança dos hábitos alimentares da população e a diferença existente entre as crianças que vivem em países desenvolvidos e em desenvolvimento. Segundo a autora, os valores do Custo Energético do Crescimento (ECG = *Energy Cost of Growth*) são diferentes, pois a taxa de crescimento são diferentes (os valores são menores para países em desenvolvimento devido à menor taxa de crescimento). No caso do Gasto Energético Total (TEE = *Total Energy Expenditure*), a autora encontrou diferenças entre meninos e meninas e entre crianças de países desenvolvidos e em desenvolvimento, além de um valor menor do que o adotado. A autora concluiu a partir de seu trabalho que os valores de ERE para crianças de até 12 meses recomendados pela FAO/WHO/UNU são maiores que aqueles por ela encontrados, além de não diferenciar meninos de meninas, pois meninas apresentam taxas de crescimento menores que meninos, sinalizando, portanto, para uma revisão das recomendações da FAO/WHO/UNU. Além disso, os hábitos alimentares e a taxa de crescimento das crianças sofreram alterações desde a última pesquisa realizada sobre o assunto, em 1982 (FOMON *et al.*, 1982).

Tendo em vista que esses dados são a base para a obtenção das recomendações diárias de ingestão dos nutrientes, com relação ao Estado da Arte das pesquisas sobre taxa metabólica e metabolismo em crianças de 0 a 6 anos de idade, pode-se considerar que:

- ▶ É urgente a retomada das pesquisas sobre curvas de crescimento e taxas de deposição de gorduras e proteínas;
- ▶ São necessárias pesquisas para a obtenção das equações para cálculo de ERE para crianças entre o 37° e o 72° mês de vida;
- ▶ É preciso pesquisar sobre as mudanças nos hábitos alimentares dos últimos 30 anos;
- ▶ É preciso revisar os cálculos de ERE para crianças de até 3 anos de idade, a partir dos resultados obtidos com a pesquisa sobre mudança de hábitos alimentares.

A quantidade de energia a ser ingerida é calculada a partir da ERE e, sendo maior do que o necessário, pode acarretar em uma ingestão calórica além da requerida.

A Organização Mundial de Saúde recomenda que cada país estabeleça uma política de vigilância nutricional para a primeira infância como parte integral de um sistema de informação em saúde. Práticas de amamentação, padrões de alimentação e de status nutricional de crianças de 0 a 6 anos de idade devem ser monitorados regularmente para que seja possível a identificação de problemas e o desenvolvimento de estratégias para a prevenção de doenças e do baixo crescimento (MICHAELSEN *et al.*, 2003):

- ▶ Faz-se urgente a pesquisa de metodologias para o monitoramento regular das práticas nutricionais durante a primeira infância no Brasil. A **Anamnese do Desenvolvimento Infantil** é uma primeira tentativa neste sentido.

Quanto à alimentação no Brasil, o livro “Guia alimentar para a população brasileira” (SAÚDE, 2014) mostra a cultura alimentar do país, destacando pratos típicos de algumas regiões, desestimulando o consumo de alimentos processados e ultraprocessados. No livro, não há informações sobre IDR ou composição nutricional dos itens alimentares citados. Este é um material que poderia iniciar uma investigação sobre como se dá a nutrição nas diferentes regiões do país e, a partir desses estudos, inferir sobre a microbiota de grupos populacionais para um posterior aprofundamento da pesquisa. Conhecer as particularidades nutricionais de cada região de um país diverso como o Brasil tem o potencial de elaborar programas relacionados à vulnerabilidade nutricional mais eficazes, considerando as particularidades de cada comunidade na realização de trabalhos de prevenção em saúde pública.

Uma outra questão importante refere-se à IDR utilizada como padrão no Brasil ser originada de pesquisas realizadas com a população dos Estados Unidos, país com uma cultura alimentar muito diferente. Observando as recomendações de diferentes países, há discrepâncias entre as recomendações de alguns nutrientes, como mostra o estudo feito por HURST *et al.* (2013):

- ▶ É de suma importância que o Brasil realize pesquisas para a obtenção de uma IDR que reflita a realidade e a cultura nutricional do país, visto que a ingestão equivocada de muitos nutrientes pode acarretar sérios problemas de saúde pública.

Outros pontos, como aqueles relativos ao conhecimento mais profundo do desenvolvimento cognitivo frente a apresentação das novas tecnologias à criança, necessitam de estudos longitudinais. A recomendação da Associação Americana de Pediatria para que qualquer aparelho com tela (TVs, *smartphones*, *tablets*) seja apresentado somente a partir dos 2 anos de idade é decorrente de pesquisas longitudinais, cujos resultados se apresentaram após o período da primeira infância (CHRISTAKIS, 2009). Portanto, saberemos os efeitos das novas tecnologias ao observar os resultados que se apresentarão após o estudo de uma população acima dos 6 anos de idade que tenha sido exposta a esses dispositivos durante a primeira infância. Há alguns estudos, mas ainda controversos (PAYNE; ISAACS, 2012).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento de uma criança se desdobra ao longo de caminhos individuais cujas trajetórias contínuas e descontínuas, bem como uma série de transições significativas, são moldadas pela inter-relação entre os diferentes aspectos que as envolvem, pelas vulnerabilidades e pelas resiliências. O momento em que essas mudanças ocorrem é muito importante, tanto que o desenvolvimento infantil está sujeito a riscos e aberto a medidas protetivas que influenciam não somente os primeiros anos de vida, mas também a fase adulta. O que acontece durante os primeiros anos de vida é de extrema importância, não somente porque promove uma marca indelével no bem estar do adulto, mas também porque determina o quão robustos ou frágeis serão os estágios subsequentes (SHONKOFF; PHILLIPS, 2002).

A inquietação sobre a origem das dificuldades apresentadas por meus alunos do Ensino Fundamental II e as conversas com meu amigo Pedro sobre o que fazer em sala de aula para ajudá-los foram o impulso para iniciar as pesquisas que resultaram no presente trabalho. Muitas das perguntas que me fiz na época foram respondidas. Percebo, hoje, que as condições em que meus alunos viviam na época em que fui professora deles, e aquelas que viveram quando pequenos, resultaram nas dificuldades que me apresentaram em sala de aula. Passados quase dez anos, não é mais possível fazer algo por eles. No entanto, isto me levou a compreender que “promover as condições para que o desenvolvimento da criança ocorra de forma saudável depende de conhecer como ele se manifesta nos diferentes aspectos ao longo do desenvolvimento infantil” (GESELL; GESELL, 1912; PAYNE; ISAACS, 2012; SHERIDAN, 2007). É preciso considerar também que há uma grande variabilidade no comportamento das crianças – cada uma é única – pois, tanto os fatores genéticos como a influência do ambiente interagem para dar origem ao organismo individual. Os padrões básicos são determinados pela hereditariedade, mas os determinantes genéticos expressam-se através de interações com vários aspectos do ambiente: o ambiente fornece a energia, a substância e o meio para o desabrochar das potencialidades do indivíduo - nenhum indivíduo se desenvolve no vácuo. A estimulação do indivíduo na infância apresenta consequências amplas sobre o comportamento e a fisiologia do adulto (LEVINE, 1970). Variações no comportamento da mãe, por exemplo, influenciam diretamente nos processos epigenéticos, nos quais genes “ligam e desligam” de acordo com sinais do ambiente nos períodos críticos de desenvolvimento,

impactando no ambiente social, levando em consideração que o genoma atua na transmissão de diferenças individuais em resposta ao estresse (SCHORE, 2016). Democratizar o conhecimento acadêmico sobre desenvolvimento infantil na forma de uma ferramenta que possa ser utilizada por educadores, profissionais da infância e pais seria uma forma de criar as condições para que, aqueles que trabalham com a primeira infância, tenham o conhecimento necessário para fornecer os estímulos e o ambiente adequados para propiciar à criança um desenvolvimento saudável e pleno, ou em tempo de intervir com o objetivo de sanar os problemas que potencialmente resultarão em dificuldades em fases posteriores da vida da criança.

4.1 Dos Benefícios e das Possibilidades

O benefício de se transformar o conhecimento em uma ferramenta é a possibilidade de torná-lo disponível a pessoas que não teriam condições de ter acesso a ele, ou mesmo que tivessem, não conseguiriam transferi-lo às próprias práticas. Além disso, uma ferramenta traz um novo conjunto de conhecimentos advindos de seu uso, viabilizando a avaliação das próprias práticas e, a partir dessa avaliação, criar novas estratégias.

4.1.1 Perspectivas de Utilização dos Marcos de Desenvolvimento e da Anamnese do Desenvolvimento Infantil

4.1.1.1 *Em Políticas Públicas*

O Marco Legal da Primeira Infância sinaliza para a necessidade de:

- ▶ elaboração de políticas públicas para a primeira infância;
- ▶ participação das crianças em decisões;
- ▶ respeito às fases do desenvolvimento infantil;
- ▶ promoção de ambiente propício ao desenvolvimento da criança;
- ▶ proteção da criança contra qualquer forma de violência;
- ▶ articulação dos setores para a formulação das políticas públicas.

Com respeito à elaboração de políticas públicas para a Primeira Infância, as **Planilhas de Acompanhamento do Desenvolvimento Infantil e de Aplicação dos Estímulos** poderiam ser as ferramentas de promoção do respeito à individualidade e dos ritmos de desenvolvimento das crianças, enquanto que a **Anamnese do Desenvolvimento Infantil** seria

o componente de monitoramento e de coleta sistemática de dados, de avaliação periódica e de divulgação de resultados sobre o desenvolvimento infantil, sobre a violência contra a criança e sobre o ambiente em que esse desenvolvimento acontece.

4.1.1.1.1 Políticas Públicas: British Columbia, Canadá.

Na província de British Columbia, no Canadá, é aplicado o CHEQ, *Childhood Experiences Questionnaire* (Questionário de Experiências da Infância), elaborado pela Universidade de British Columbia juntamente com professores, administradores e líderes comunitários da província de British Columbia. O objetivo do questionário, aplicado aos pais no momento da matrícula de seus filhos no Kindergarten (correspondente ao Ensino Fundamental I no Brasil, a partir dos 5 anos de idade), é obter informações sobre as experiências de seus filhos entre 0 e 5 anos de idade. O CHEQ foca nas experiências em cinco áreas específicas do desenvolvimento fortemente relacionadas com a saúde e o bem-estar da criança, a educação e as habilidades sociais. São elas: (i) saúde e bem-estar, os pais respondem perguntas sobre as experiências das crianças, incluindo atividades físicas, rotina de cuidados, nutrição e hábitos de sono; (ii) linguagem e cognição, com questões sobre a variedade de experiências que influenciam o desenvolvimento da linguagem e da cognição, incluindo leitura, contar histórias, brincadeira de faz-de-conta, engajar-se em uma conversa; (iii) bem-estar social e emocional, no qual os pais são perguntados sobre as diferentes experiências sociais, incluindo brincar com outras crianças, compartilhar e ajudar os outros. Os pais também são indagados sobre as oportunidades que as crianças tiveram de falar sobre elas mesmas e os sentimentos delas; (iv) aprendizado e cuidados, com questões sobre as experiências das crianças na pré-escola e em programas de intervenção e suporte às famílias; e (v) comunidade e contexto, no qual os pais respondem sobre a percepção que têm sobre a comunidade com respeito à segurança e oportunidades para brincar que a criança tem. Os dados obtidos são então utilizados de modo a permitir que as comunidades ajudem as crianças e as famílias a chegarem ao que corresponderia o início do Ensino Fundamental no Brasil, aos 5 anos de idade, auxiliando também as escolas no planejamento de ações no nível da criança, da sala de aula e da escola como um todo.

Este relatório é incorporado a outro questionário preenchido pelos professores, no mês de fevereiro, o *Early Development Instrument*, EDI (Instrumento de Desenvolvimento da Infância), criado em 2001, pelo Dr. Dan Offord e pela Dra. Magdalena Janus, do Centro Offord

de Estudos para a Infância, na Universidade de McMaster, Hamilton, Canadá. O EDI é um questionário com 104 perguntas que medem cinco áreas principais do desenvolvimento da Primeira Infância, conhecidos por serem bons prenunciadores da saúde do adulto, da educação e da interação social: (i) a saúde física e bem-estar, que abordam questões como “A criança consegue segurar um lápis, uma caneta ou um giz de cera?”; (ii) linguagem e desenvolvimento cognitivo, com questões como “A criança está interessada em ler e escrever? A criança consegue contar e reorganizar números?”; (iii) competência social, com perguntas como “A criança compartilha com outras crianças?”, “É autoconfiante?”, “Convida outras crianças para brincar?”; (iv) maturidade emocional, com questões como “A criança é agressiva ou nervosa?”, “É impulsiva (age sem pensar)?”; e (v) habilidades comunicativas e conhecimento geral, com perguntas como “A criança consegue contar uma história?”, “A criança consegue se comunicar com adultos e com outras crianças?”. Os resultados obtidos não são utilizados para avaliar cada aluno individualmente, mas para compor um estudo sobre a população, permitindo observar variações na vulnerabilidade das crianças ao longo do tempo e do local, para o estabelecimento de intervenções e de políticas públicas com o objetivo de apoiar as famílias e as crianças.

O CHEQ foi elaborado para complementar o EDI com a visão dos pais sobre o desenvolvimento da criança, auxiliando os professores na compreensão das dificuldades detectadas quando do preenchimento do EDI. Tanto o CHEQ quanto o EDI fazem parte de um programa maior, o *Human Early Learning Partnership*, HELP, que envolve outros questionários e relatórios: para os 18 meses, a infância, a pré-adolescência e a adolescência. O programa de pesquisa HELP envolve **Neurogenômica e Epigenética, Trajetórias de Desenvolvimento e Monitoramento de Políticas Públicas e Programas**. No site do programa estão disponíveis todos os relatórios gerados desde a sua aplicação, ressaltando que British Columbia é uma província que vem se destacando dentre as outras do Canadá pelos resultados dos programas e das intervenções realizadas com base nos dados obtidos dos relatórios gerados a partir desse conjunto de questionários. Todas as informações estão disponíveis no site da Universidade de British Columbia, no espaço dedicado ao *Human Early Learning Partnership* (HUMAN EARLY LEARNING PARTNERSHIP, 2016; UNIVERSITY OF BRITISH COLUMBIA (UBC), 2000).

4.1.1.1.2 Potencial da Anamnese do Desenvolvimento Infantil para Políticas Públicas

Observando o programa *HELP* de políticas públicas para a Primeira Infância criado na província de British Columbia, no Canadá, percebe-se que a **Anamnese do Desenvolvimento Infantil** se baseia em princípios científicos similares e os questionários abordam questões também muito similares, com a diferença de que, no CHQ, a organização foi feita sob um ponto de vista social, e a **Anamnese do Desenvolvimento Infantil**, sob um ponto de vista biológico. Assim como o CHQ, a **Anamnese do Desenvolvimento Infantil** foi concebida para ser respondida pelos pais como auxílio aos educadores na compreensão das dificuldades detectadas pelos professores nas crianças. Além disso, é possível mapear a criança na comunidade, conhecendo como é a interação da criança com os espaços oferecidos (e se são oferecidos), além da escola e da própria casa. Assim sendo, percebe-se o grande potencial de contribuição da **Anamnese do Desenvolvimento Infantil**, não só para a pesquisa científica na área, mas também para a elaboração de programas de intervenção e de políticas públicas em prol da Primeira Infância.

4.1.1.1.3 Expansão da Anamnese do Desenvolvimento Infantil e Big Data

Como acontece o desenvolvimento infantil no Brasil? Há informações coletadas pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) sobre número de crianças por lares, vulnerabilidade social, número de crianças matriculadas em creches e escolas de educação infantil, mas não há dados sobre a Primeira Infância. Uma proposta a partir do potencial de investigação da **Anamnese do Desenvolvimento Infantil** seria aplica-la nas diferentes regiões do Brasil com o objetivo de mapear o desenvolvimento infantil no país, assim como o programa *HELP* da província de British Columbia vem fazendo desde o ano de 2000. As informações obtidas seriam valiosas para o planejamento de políticas públicas eficazes, que respeitassem o desenvolvimento da criança e as particularidades de cada região. Não é possível criar uma política pública que realmente funcione para uma população sem conhecê-la o mais profundamente possível, o que já é previsto pelo Marco Legal da Primeira Infância.

O local ideal para a aplicação da **Anamnese do Desenvolvimento Infantil**, expandindo-a para um nível maior (municipal, estadual ou nacional) seria a escola, onde, obrigatoriamente, as crianças devem ser matriculadas. Assim como em British Columbia, a

aplicação da ferramenta seria no momento da matrícula da criança, como um pré-requisito, assim como uma matrícula em uma creche ou escola de Educação Infantil só pode ser feita com a carteira de vacinação em dia. Segundo o CENSO Escolar do ano de 2018, mais de oito milhões e setecentas mil crianças foram matriculadas no Ensino Infantil (INEP, 2019). A aplicação da anamnese em todo o Brasil geraria um grande conjunto de dados, cuja análise só poderia ser realizada por meio de *Big Data*, pois softwares comuns não seriam capazes de lidar com tal quantidade de informação em um tempo razoável.

4.1.1.2 Na Educação

A aplicação da **Anamnese do Desenvolvimento Infantil** como uma ferramenta de investigação do desenvolvimento da criança forneceria aos educadores informações que auxiliariam na compreensão das dificuldades das crianças e, por consequência, na elaboração de práticas pedagógicas mais eficazes. As **Planilhas de Acompanhamento do Desenvolvimento Infantil** e **Planilhas de Aplicação dos Estímulos** seriam ferramentas de auxílio no planejamento das aulas, com base no construtivismo de Jerome Bruner (1915 – 2016), que coloca que a aprendizagem é um processo ativo, no qual os sujeitos constroem o seu próprio conhecimento (BRUNER, J., 1999; BRUNER, J. S., 1976). Para Bruner (1999), a função do educador é de reconstruir a informação de modo que seja apresentada em um formato adequado às características e competências da criança, o que a **Anamnese do Desenvolvimento Infantil** permite descobrir. Para a elaboração de atividades, estas devem estar de acordo com a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), na qual o educador atua guiando a criança na saída do nível em que ela está para um novo patamar. Segundo Vygotsky, respeitar a ZDP é importante, pois, atividades que se encontram abaixo do que a criança sabe, desenvolve o tédio. Por outro lado, atividades de nível de compreensão e execução acima daquele que a criança consegue, gera frustração e ansiedade. Em ambos os casos, o resultado é o desinteresse (FONSECA, 2008). Para uma determinação segura dos níveis, os marcos de desenvolvimento listados nas **Planilhas de Acompanhamento do Desenvolvimento Infantil** trazem as informações para identificá-los. Quanto às atividades, estas poderiam ter, como base, os estímulos listados nas **Planilhas de Aplicação dos Estímulos**, que obedecem os marcos de desenvolvimento infantil e cuja elaboração é multidisciplinar.

4.2 Depois dos estudos, as ações em Desenvolvimento Infantil

A elaboração das **Planilhas de Acompanhamento do Desenvolvimento Infantil e de Aplicação dos Estímulos** e da **Anamnese do Desenvolvimento Infantil** foi o ponto de partida para as ações que vêm a seguir:

- ▶ Validação da ferramenta **Anamnese do Desenvolvimento Infantil**. Após a prova de conceito realizada, a **Anamnese do Desenvolvimento Infantil** será validada com a sua aplicação em outras instituições de ensino, como creches, escolas de Educação Infantil e Ensino Fundamental I, processo que está em andamento.
- ▶ Elaboração de software para acesso online. Para a expandir a aplicação da anamnese é preciso que seja uma ferramenta online. O modo como foram construídas as ferramentas, facilita a elaboração do software, processo que está em andamento.
- ▶ Incluir dimensões social e afetiva. Após a validação dessa primeira versão, será incluída as dimensões social e afetiva numa versão II, tanto nas **Planilhas de Acompanhamento do Desenvolvimento Infantil e de Aplicação dos Estímulos**, quanto na **Anamnese do Desenvolvimento Infantil**. Para tanto, será necessário o acompanhamento de um profissional da área, processo que encontra-se em andamento.
- ▶ Criar um banco de conhecimentos para posterior disponibilização em site específico. A base de conhecimentos está sendo escrita no software livre para elaboração de páginas web “EPF Composer”, da “Eclipse®”, utilizando links para que haja o gerenciamento da granularidade da informação pelo usuário. Todos os anexos do presente trabalho serão uma *guideline*, mas com um grau maior de detalhamento. O processo está em andamento (fig. 20).

Figura 20: Banco de conhecimento.

Fonte: Imagem do autor.

Na figura, vê-se uma das *Guidelines* abertas, onde são inseridos os dados e montados os links para outras *Guidelines*. No caso, na *guideline* Nutrição no 1º mês há links, com palavras na cor azul, para as *guidelines* “Leite Materno”, “Proteínas”, “Fe” e “Anemina”. Ao clicar na palavra, o usuário será direcionado à *guideline* respectiva, quando todas as *guidelines* estiverem hospedadas em um site.

- **Alinhar as Planilhas de Acompanhamento do Desenvolvimento Infantil e de Aplicação dos Estímulos com conhecimento pedagógico.** Tendo por base a **Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Infantil**, o conhecimento pedagógico sobre a criança gerado por Rudolf Steiner (1861-1925), Jean Piaget (1896-1980), Lev Vygotsky (1896-1934), Maria Montessori (1870-1952), Henry Wallon (1879-1962), Daniil Elkonin (1904-1984), Jerome Bruner (1915 – 2016), Anna J. Ayres (1920-1988), com o objetivo de oferecer práticas pedagógicas alinhadas com os marcos de desenvolvimento infantil a partir desses autores que dedicaram-se no estudo da infância. Processo em andamento.

4.3 Garantias de um Desenvolvimento Infantil saudável

Para Piaget, a criança ajusta suas ações para aprender sobre os eventos a seu redor e, durante este processo, constrói novas maneiras de lidar com o mundo (CRAIN, 2014; PIAGET, 1960, 1965). O desenvolvimento da criança depende do ambiente que o adulto lhe oferece.

Alguns países adotaram como um dos itens de política pública direcionada ao cuidados com a infância orientar a população sobre como ocorre o desenvolvimento infantil. Como programa, adotaram uma política que possibilitasse a população, no caso pais e profissionais que trabalham com a infância, acompanhar o desenvolvimento de crianças durante a primeira infância. No presente trabalho, destacamos dois aplicativos para dispositivos móveis, o *Child Development App* e do *Milestone Tracker App*²⁴, com acesso gratuito, que apresentam os marcos do desenvolvimento infantil do 0 aos 6 anos de idade. Com o auxílio desses dispositivos, o usuário consegue acompanhar o desenvolvimento da criança e ter dicas de práticas, de modo que a criança tenha a chance de receber os estímulos necessários para um desenvolvimento minimamente saudável de qualquer adulto que o acesse, mesmo sendo leigo no assunto.

Por não existir uma ferramenta conhecida de acompanhamento do desenvolvimento infantil para leigos feita no Brasil, poder-se-ia pensar na utilização das escalas de desenvolvimento e avaliação da criança, como:

- Bayely Scales of Infant and Toddler Development III. A terceira edição da Escala Bayley (Bayley III) foi lançada em 2005 e consiste de uma bateria de cinco subtestes (motricidade, cognição, linguagem, comportamento adaptativo e sócio-emocional) elaborados para identificar deficiências em crianças do 1º ao 42º mês nos cinco aspectos (PAYNE; ISAACS, 2012).
- Denver II: elaborado para avaliar crianças entre o nascimento e os 6 anos de idade com o objetivo de detectar atrasos no desenvolvimento, abordando quatro aspectos: (i) pessoal-social, que consiste na habilidade de realizar tarefas como beber em um copo, tirar uma ou mais peças de roupa, lavar e secar as mãos; (ii) ajustes da coordenação motora fina, avaliando a habilidade de realizar tarefas como transferir um bloco de uma mão à outra e empilhar blocos; (iii) linguagem, se a criança consegue imitar sons, nomear partes do corpo, etc; e (iv) coordenação motora grossa, como pular, sentar, caminhar, pular e jogar. O teste contém 125 itens (PAYNE; ISAACS, 2012).

²⁴ VER ANEXO A

- Basica Motor Ability Test – Revised (BMAT-R): o Teste de Habilidades Motoras Básicas avalia o controle de respostas dos grandes e pequenos músculos (coordenação motora fina e grossa). A bateria de testes pode ser administrada a crianças de 4 a 12 anos de idade. Uma das vantagens desse teste é de que ele pode ser aplicado a um grupo de cinco crianças em aproximadamente 30 minutos (PAYNE; ISAACS, 2012).

Essas escalas foram criadas para detectar possíveis problemas relacionados ao desenvolvimento da criança, mas não revelam as possíveis origens dos problemas detectados.

O presente trabalho apresenta as **Planilhas de Acompanhamento do Desenvolvimento Infantil**, como um complemento a essas ferramentas de acompanhamento, e as **Planilhas de Aplicação dos Estímulos**, disponibilizando práticas para estimular a criança adequadamente, respeitando o seu desenvolvimento. E vai além. Apresenta, também, a **Anamnese do Desenvolvimento Infantil**, uma ferramenta que permite investigar o andamento do desenvolvimento da criança, que considera os fatores do ambiente com potencial atuação na ativação de mecanismos epigenéticos que poderão afetar o desenvolvimento da criança, possibilitando atuar de forma preventiva. A **Anamnese do Desenvolvimento Infantil** é, portanto, uma ferramenta que permite conhecer como se dá o desenvolvimento infantil, fornecendo dados para o planejamento e implementação de práticas pedagógicas e de intervenções em saúde pública, algo não fornecido por nenhum dos aplicativos mencionados.

As escalas de desenvolvimento, como Denver II, BMAT-R, e Bayley Scale III, são ferramentas diagnósticas; a **Anamnese Do Desenvolvimento Infantil**, uma ferramenta de investigação do andamento do desenvolvimento da criança; as **Planilhas de Aplicação dos Estímulos** sugerem as práticas necessárias de acordo com as janelas de oportunidades; e as **Planilhas de Acompanhamento dos Estímulos** sugerem o acompanhamento das janelas de oportunidades. O funcionamento conjunto dessas ferramentas em uma prática de intervenção poderia se fazer da seguinte maneira: a **Anamnese do Desenvolvimento Infantil** seria a ferramenta para a investigação dos diagnósticos fornecidos pelas escalas, as **Planilhas de Aplicação dos Estímulos** forneceriam as práticas para o reajuste do desenvolvimento da criança, e as **Planilhas de Acompanhamento do Desenvolvimento Infantil** seriam uma ferramenta para a avaliação do processo de intervenção. Dessa forma, tem-se a possibilidade

de se elaborar políticas públicas e práticas pedagógicas para crianças de 0 aos 6 de idade que garantam o desenvolvimento pleno e saudável durante a primeira infância. Nota-se, portanto, que a **Anamnese do Desenvolvimento Infantil** não é uma ferramenta diagnóstica, mas, sim, investigativa. Portanto, em nenhum momento essa ferramenta deve ser utilizada para rotular/diagnosticar uma criança. A **Anamnese do Desenvolvimento Infantil** foi criada com o objetivo de compreender os comportamentos que a criança exibe a partir dos estímulos que não foram oferecidos à criança pelos adultos que dela cuidavam nos períodos sensíveis para, dessa forma, intervir, respeitando o desenvolvimento da criança. Tanto as **Planilhas de Acompanhamento** e de **Aplicação dos Estímulos**, quanto a **Anamnese do Desenvolvimento Infantil**, centram a atenção na responsabilidade que o adulto tem em promover um ambiente adequado para o desenvolvimento da criança, oferecendo diretrizes para auxiliar pais e profissionais da educação na promoção de um ambiente saudável para o desenvolvimento da criança, considerando seu histórico de cuidados e de convivência social em família, proporcionando a oportunidade de modificar positivamente as relações sociais, tanto no ambiente familiar, quanto no escolar. É imprescindível garantir a integridade física/fisiológica da criança para que os aspectos psicológicos, sociais e afetivos ocorram de forma saudável.

Segundo Gesell, para quem a infância é o período mais importante, “para salvar para o mundo o melhor da juventude, devemos começar por conservar o melhor na infância” (Gesell & Gesell, 1912, p. 311). Este é o princípio que norteia as ferramentas elaboradas no presente trabalho. Toda criança é, também, um sujeito com direito à uma vida digna. Toda criança é um sujeito de direitos.

5 REFERÊNCIAS

ABBAS, A. K.; LICHTMAN, A. H.; PILLAI, S. *Cellular & molecular Immunology*. 7th. ed. Philadelphia: Elsevier Saunders, 2012.

ADOLPH, K.; ROBINSON, S. R. Motor development. In: KUHN, D.; SIEGLER, R. S. (Org.). . *Handbook of child psychology: cognition, perception, and language*. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2015. v. 2. p. 161–213.

AGGETT, P. J. Iron. In: ERDEMAN JR, J.; MACDONALD, I.; ZEISEL, S. (Org.). . *Present Knowledge in Nutrition*. 10th. ed. Iowa: John Wiley & Sons, Inc., 2012. p. 506–520.

AGRAWAL, K. *et al.* Nucleosidic DNA demethylating epigenetic drugs - A comprehensive review from discovery to clinic. *Pharmacology and Therapeutics*, v. 188, p. 45–79, 2018.

AJIBOLA, A.; CHAMUNORWA, J. P.; ERLWANGER, K. H. Nutraceutical values of natural honey and its contribution to human health and wealth. *Nutrition and Metabolism*, v. 9, n. 61, p. 1–12, 2012.

ALLEN, L. H.; KERSTETTER, J. E. Calcium. In: CABALLERO, BENJAMIN; ALLEN, L. H.; PRENTICE, A. (Org.). . *Encyclopedia of Human Nutrition*. Vol. I. 2nd. ed. Oxford: Elsevier Inc., 2005. p. 253–259.

ANDERS, T. F.; ZEANA, C. H. Early infant development from a biological point of view. In: CALL, J.; GALENSON, E. (Org.). . *Frontiers of Infant Psychiatry*. New York: Basic Books, 1985. p. 55–69.

ANDERSEN, S. L. Trajectories of brain development: Point of vulnerability or window of opportunity? *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, v. 27, n. 1–2, p. 3–18, 2003.

ANDERSON, O. S.; SANT, K. E.; DOLINOY, D. C. Nutrition and epigenetics: An interplay of dietary methyl donors, one-carbon metabolism and DNA methylation. *Journal of Nutritional Biochemistry*, v. 23, n. 8, p. 853–859, 2012.

ANDERSON, R. A. Chromium. In: CABALLERO, BENJAMIN; ALLEN, L. H.; PRENTICE, A. (Org.). . *Encyclopedia of Human Nutrition*. Vol. I. 2nd. ed. Oxford: Elsevier Inc., 2005. p. 396–400.

ANEJA, S. U. T. *et al.* IMPACT OF ZINC SUPPLEMENTATION ON MENTAL AND PSYCHOMOTOR SCORES OF CHILDREN AGED 12 TO 18 MONTHS: A RANDOMIZED, DOUBLED-BLIND TRIAL. *The Journal of pediatrics*, v. 146, p. 506–11, 2005.

ANGELSEN, N. K. *et al.* Breast feeding and cognitive development at age 1 and 5 years. *Archives of disease in childhood*, v. 85, n. 3, p. 183–188, 2001.

ANJOS, T. *et al.* Nutrition and neurodevelopment in children: focus on NUTRIMENTHE project.

European journal of nutrition, v. 52, n. 8, p. 1825–42, 2013.

ANVISA. *Resolução RDC nº 269, de 22 setembro de 2005*. . Brasil: [s.n.]. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_269_2005_COMP.pdf/25aaf9f3-32bc-4e80-aa6c-0520332533a6>. , 2005

APGAR, V. A Proposal for a New Method of Evaluation of the Newborn Infant. *Current Researches in Anesthesia and Analgesia*, v. 32, n. 4, p. 260–67, 1953.

APPEL, L. J. Potassium. In: CABALLERO, BENJAMIN; ALLEN, L. H.; PRENTICE, A. (Org.). . *Encyclopedia of Human Nutrition*. Vol. III. 2nd. ed. Oxford: Elsevier Inc., 2005. p. 509–512.

ÀRIES, P. *Centuries of childhood: a social history of a family life*. New York: Alfred A. Knopf, 1962.

AUSUBEL, D. P.; SULLIVAN, E. V. Capítulo 2. “Reseña histórica de las tendencias teóricas”. *El desarrollo infantil. 1. Teorías. Los comienzos del desarrollo*. Barcelona: Paidós, 1989. p. 34–62.

BAILEY, L. B.; CAUDILL, M. A. Folate. In: ERDEMAN JR, J.; MACDONALDO, I.; ZIESEL, S. (Org.). . *Present Knowledge in Nutrition*. 10th. ed. Iowa: John Wiley & Sons, Inc., 2012. p. 321–342.

BANICH, M. T.; COMPTON, R. J. *Cognitive Neuroscience*. 3rd. ed. Belmont: Wadsworth, Cengage Learning, 2011.

BARBOSA, C. *et al.* The relationship of bottle feeding and other sucking behaviors with speech disorder in Patagonian preschoolers. *BMC Pediatrics*, v. 9, n. 66, p. 1–8, 2009.

BARKER, D. J. P. *et al.* Growth in utero and serum cholesterol concentrations in adult life. *BMJ*, v. 307, p. 1524–7, 1993.

BARKER, D. J. P. The effect of nutrition of the fetus and neonate on cardiovascular disease in adult life. *Proceedings of the Nutrition Society*, v. 51, n. 1992, p. 135–144, 1992.

BATES, C. J. Riboflavin. In: CABALLERO, BENJAMIN; ALLEN, L. H.; PRENTICE, A. (Org.). . *Encyclopedia of Human Nutrition*. Vol. VI. 2nd. ed. Oxford: Elsevier Inc., 2005a. p. 100–108.

BATES, C. J. Selenium. In: CABALLERO, BENJAMIN; ALLEN, L. H.; PRENTICE, A. (Org.). . *Encyclopedia of Human Nutrition*. Vol. VI. 2nd. ed. Oxford: Elsevier Inc., 2005b. p. 118–125.

BATES, C. J. Vitamin K. In: CABALLERO, BENJAMIN; ALLEN, L. H.; PRENTICE, A. (Org.). . *Encyclopedia of Human Nutrition*. Vol. VI. 2nd. ed. Oxford: Elsevier Inc., 2005c. p. 398–405.

BAYLEY, N. The development of motor abilities during the first three years: a study of sixty-one

infants tested repeatedly. *Child Development*, v. 1, n. 1, p. 1–26, 1936.

BEARD, J. Iron deficiency alters brain development and functioning. *The journal of Nutrition*, v. 133, p. 1468–1472, 2003.

BELLISLE, F. Effects of diet on behaviour and cognition in children. *British Journal of Nutrition*, v. 92, n. suppl. 2, p. S227–S232, 2004.

BELSKY, J.; PASCO FEARON, R. M. Early attachment security, subsequent maternal sensitivity, and later child development: Does continuity in development depend upon continuity of caregiving? *Attachment and Human Development*, v. 4, n. 3, p. 361–387, 2002.

BENDER, D. A. *Introduction to nutrition and metabolism*. 5th. ed. Boca Ratón: CRC Press, 2014.

BENDER, D. A. *Nutritional biochemistry of the vitamins*. 2nd. ed. New York: Cambridge University Press, 2003.

BENDER, D. A. Vitamin B6. In: CABALLERO, L.; ALLEN, L. H.; PRENTICE, A. (Org.). . *Encyclopedia of Human Nutrition*. Vol. IV. 2nd. ed. Oxford: Elsevier Inc., 2005. p. 359–367.

BENTON, D. Neurodevelopment and neurodegeneration: Are there critical stages for nutritional intervention? *Nutrition Reviews*, v. 68, n. SUPPL. 1, 2010a.

BENTON, D. The influence of dietary status on the cognitive performance of children. *Molecular Nutrition and Food Research*, v. 54, n. 4, p. 457–470, 2010b.

BENTON, D. The plausibility of sugar addiction and its role in obesity and eating disorders. *Clinical Nutrition*, v. 29, n. 3, p. 288–303, 2010c.

BERDANIER, C. D.; ZEMPLI, J. *Advanced Nutrition: macronutrients, micronutrients, and metabolism*. Boca Ratón: CRC Press, 2009.

BERK, L. E. *Child Development*. 7a. ed. Boston: Pearson Education Inc., 2006a.

BERK, L. E. *Child Development*. 7th. ed. New York: Pearson Education Inc., 2006b.

BERNAL, A. J.; JIRTLE, R. L. Epigenomic Disruption : The Effects of Early Developmental Exposures. *Birth Defects Research*, v. 88, p. 938–944, 2010.

BERTALANFFY, L. VON. QUANTITATIVE LAWS IN METABOLISM AND GROWTH. *The Quarterly Review of Biology*, Tipos metabólicos!, v. 32, n. 3, p. 217–231, 1957.

BERTENTHAL, B.; VON HOFSTEN, C. Eye, head and trunk control: The foundation for manual development. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, v. 22, n. 4, p. 515–520, 1998.

BETTENDORF, L. Thiamin. In: ERDMAN JR, J.; MACDONALD, I.; ZEISEL, S. (Org.). . *Present Knowledge in Nutrition*. 10th. ed. Iowa: John Wiley & Sons, Inc., 2012. p. 261–279.

BHAN, M. K.; SOMMERFELT, H.; STRAND, T. Micronutrient deficiency in children. *The British journal of nutrition*, v. 85 Suppl 2, p. S199–S203, 2001.

BHATNAGAR, S.; TANEJA, S. Zinc and cognitive development. *British Journal of Nutrition*, v. 85, n. S2, p. S139, 2007.

BISHOP, J. M.; HILL, D. J.; HOSKING, C. S. Natural history of cow milk allergy: Clinical outcome. *The Journal of Pediatrics*, v. 116, n. 6, p. 862–867, 1990.

BLACK, M. M. *et al.* Infants : Impact of Zinc Supplementation , Birth Weight ,. *Pediatrics*, v. 113, n. 5, 2004.

BOGDANOV, S. *et al.* Honey for nutrition and health: A review. *Journal of the American College of Nutrition*, v. 27, n. 6, p. 677–689, 2008.

BOMTEMPO, E. A brincadeira de faz de conta: lugar do simbolismo, da representação, do imaginário. In: KISHIMOTO, T. M. (Org.). . *Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação*. São Paulo: CORTEZ Editora, 1996. p. 63–80.

BONIFACCI, P. Children with low motor ability have lower visual-motor integration ability but unaffected perceptual skills. *Human Movement Science*, v. 23, n. 2, p. 157–168, 2004.

BONITA-BEAGLEHOLE, R.; GOLLOGLY, L. Timing of umbilical cord clamping. *Lancet*, v. 368, n. 9538, p. 839; author reply 839-40, 2006.

BOURRE, J. M. Effects of nutrients (in food) on the structure and function of the nervous system: update on dietary requirements for brain. Part 1: micronutrients. *The journal of nutrition, health & aging*, v. 10, n. 5, p. 377–85, 2006.

BRADLEY, R. H.; CORWYN, R. F. Socioeconomic Status and Child Development. *Annual Review of Psychology*, v. 53, p. 371–399, 2002.

BRAND-MILLER, J. Carbohydrates. In: MANN, JIM; TRUSWELL, S. (Org.). . *Essentials of Human Nutrition*. 2nd. ed. New York: Oxford University Press, 2002. p. 683.

BREMNER, J. G. Cognitive development: knowledge of the physical world. In: BREMNER, G.; FOGEL, A. (Org.). . *Blackwell Handbook of Infant Development*. Oxford: Blackwell Publishers Ltd., 2001. p. 99–138.

BRIEFEL, R. R. *et al.* Toddlers' transition to table foods: Impact on nutrient intakes and food patterns. *Journal of the American Dietetic Association*, v. 104, n. 1 Suppl 1, p. s38-44, jan. 2004.

BRONNER, Y. L.; PAIGE, D. M. CURRENT CONCEPTS IN INFANT NUTRITION. *Journal of Nurse-Midwifery*, v. 37, n. 2, p. 43S-58S, 1992.

BROWN, T. L. *et al.* *Química. A ciência central*. 13a. ed. São Paulo: Pearson Educational do Brasil, 2016.

BRUCE, T.; MEGGITT, C.; GRENIER, J. *Child Care & Education*. 5th. ed. London: Hodder Education, 2010.

BRUNER, J. The narrative construction of reality. In: MAHWAH, N. J. (Org.). *Piaget's Theory: prospects and possibilities*. New Jersey: Laurence Erlbaum Associates, 1992. p. 229–248.

BRUNER, J. *The Process of Education*. 25th. ed. Cambridge: Harvard University Press, 1999.

BRUNER, J. S. Organization of Early Skilled Action. *Child Development*, v. 44, n. 1, p. 1–11, 1976.

BURDETTE, H.; WHITTAKER, R. Resurrecting Free Play in Young Children. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, v. 159, p. 46–50, 2005.

BURDGE, G. C.; LILLYCROP, K. A. Nutrition, Epigenetics, and Developmental Plasticity: Implications for Understanding Human Disease. *Annual Review of Nutrition*, v. 30, n. 1, p. 315–339, 2010.

BUTLAND, B. *et al.* *Foresight Tackling Obesities: Future Choices – Project report*. 2nd. ed. [S.l.]: Government Office for Science, 2007.

BUTTE, F.; WONG, W. W.; GARZA, C. Energy cost of growth during infancy. *Proceedings of the Nutrition Society*, v. 48, p. 303–312, 1989.

BUTTE, N. *et al.* The start healthy feeding guidelines for infants and toddlers. *Journal of the American Dietetic Association*, v. 104, n. 3, p. 442–454, 2004.

BUTTE, N. F. *et al.* Energy requirements from infancy to adulthood. *American Journal of Clinical Nutrition*, v. 62, n. (suppl), p. 1047S–52S, 1995.

BUTTE, N. F. *et al.* Energy requirements derived from total energy expenditure and energy deposition during the first 2 y of life. *The American journal of clinical nutrition*, v. 72, n. 6, p. 1558–1569, 2000.

BUTTE, NANCY *et al.* Energy requirements during pregnancy based on total energy expenditure

and energy deposition. *American Journal of Clinical Nutrition*, v. 79, p. 1078–1087, 2004.

BUTTE, NANCY F. Energy requirements of infants. *Public health nutrition*, v. 8, n. 7A, p. 953–67, 2005.

BUTTE, NANCY F. Fat intake of children in relation to energy requirements. *The American journal of clinical nutrition*, v. 72, n. 5 Suppl, p. 1246S-1252S, 2000.

BUTTE, NANCY F.; KING, J. C. Energy requirements during pregnancy and lactation. *Public Health Nutrition*, v. 8, n. 7a, p. 1010–1027, 2005. Disponível em: <http://www.journals.cambridge.org/abstract_S136898000500131X>.

CABALLERO, B. Contribution of Nutrition to Child Health. *Annals of Nutrition and Metabolism*, v. 46, n. Suppl. 1, p. 1–2, 2002a.

CABALLERO, B. Global Patterns of Child Health: The Role of Nutrition. *Annals of Nutrition and Metabolism*, v. 46, n. Suppl. 1, p. 3–7, 2002b.

CABALLERO, BENJAMIN. Nutritional implications of dietary interactions: a review. *Food and Nutrition Bulletin*, v. 10, n. 2, p. 1–12, 1988.

CADAVID CASTRO, M. A. Inteligência, alimentação y nutrición en la niñez: revisión. *Perspectivas en Nutrición Humana*, v. 11, p. 187–201, 2009.

CALDER, P. C. Dietary fatty acids and the immune system. *Lipids*, v. 34 Suppl, n. 1, p. S137-40, jan. 1999.

CAMERON, S. L.; HEATH, A. L. M.; TAYLOR, R. W. *How feasible is Baby-Led Weaning as an approach to infant feeding? A review of the evidence*. [S.l.: s.n.], 2012. v. 4.

CAREY, J. *Brain Facts: A primer on the brain and nervous system*. 4th. ed. Washington, D.C.: Society for Neuroscience, 2002.

CASTILLO-DURÁN, C. *et al.* Effect of zinc supplementation on development and growth of Chilean infants. *The Journal of Pediatrics*, v. 138, n. 2, p. 229–235, fev. 2001.

CDC. *About The Program*. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/ncbddd/actearly/about.html>>. Acesso em: 2 fev. 2018.

ÇETINKAYA, Ş. The growth and development in healthy child. In: ÖZDEMİR, Ö. (Org.). *Contemporary Pediatrics*. Rijeka: InTech, 2012. p. 122–152.

CHARITOU, S.; ASONITOU, K.; KOUTSOUKI, D. Prediction of infant's motor development.

Procedia - Social and Behavioral Sciences, v. 9, p. 456–461, 2010.

CHAUFÉ-BERLINCK, J. G.; BICUDO, J. E.; SILVA, M. Para garimpar mais que ouro - uma análise do desempenho olímpico brasileiro. *Revista da Biologia*, v. 12, n. 2, p. 16–21, 2014.

CHEN, G. *et al.* Comments on “biomechanics and muscle coordination of human walking: Parts I and II”. *Gait and Posture*, v. 19, n. 2, p. 206–209, 2004.

CHIERICI, R. *et al.* Advances in the modulation of the microbial ecology of the gut in early infancy. *Acta paediatrica. Supplementum*, v. 91, n. 441, p. 56–63, 2003.

CHINELLO, A.; GANDI, V.; VALENZA, E. Research in Developmental Disabilities Persistent primary reflexes affect motor acts : Potential implications for autism spectrum disorder. *Research in Developmental Disabilities*, v. 83, p. 287–295, 2018.

CHRISTAKIS, D. A. The effects of infant media usage: what do we know and what should we learn? *Acta Paediatrica*, n. 98, p. 8–16, 2009.

CIESP, (CENTRO INTERNACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE A INFÂNCIA). *Tendências na demografia das crianças de 0 - 8 anos de idade no Brasil, 2004 e 2014*. Disponível em: <<http://www.ciespi.org.br/Infancia-em-numeros/Tendencias-demograficas-1031>>. Acesso em: 12 jul. 2018.

CLARK-GAMBELUNGHE, M. B.; CLARK, D. A. Sensory Development. *Pediatric Clinics*, v. 62, n. 2, p. 367–384, 2015.

CLARK, J. E. Stepping into a new paradigm with an old reflex. A commentary on “The relationship between physical growth and a newborn reflex” by Esther Thelen, Donna A. Fisher, and Robyn Ridley-Johnson. *Infant Behavior and Development*, v. 25, n. 1, p. 91–93, 2002.

CLARK, J. E.; WHITALL, J. What is motor development? The lessons of history. *Quest*, v. 41, n. 3, p. 183–202, 1989.

CLARK, JANE E; WHITALL, J. What Is Motor Development ? The Lessons of History. *Quest*, v. 41, p. 183–202, 1989.

CLEMENTE, J. C. *et al.* The impact of the gut microbiota on human health: An integrative view. *Cell*, v. 148, n. 6, p. 1258–1270, 2012.

CNE/CPN°1/2006. *Resolução CNE/CP N° 1, de 15 de maio de 2006: Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para o Curso de Graduação em Pedagogia, licenciatura*. . Brasil: DOU 16/05/2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rcp01_06.pdf>. , [S.d.]

COELHO, A. B.; AGUIAR, D. R. D.; FERNANDES, E. A. Padrão de consumo de alimentos no Brasil. *RESR*, v. 47, n. 02, p. 335–362, 2009.

CONFORTI, L. N. *et al.* The Effect and Use of Milestones in the Assessment of Neurological Surgery Residents and Residency Programs. *Journal of Surgical Education*, v. 75, n. 1, p. 147–155, 2018.

CONNOLLY, K. Desenvolvimento motor: passado, presente e futuro. *Revista Paulista de Educação Física*, v. supl. 3, p. 6–15, 2000.

CORBETTA, D.; THELEN, E. The developmental origins of bimanual coordination: a dynamic perspective. *Journal of experimental psychology. Human perception and performance*, v. 22, n. 2, p. 502–522, 1996.

CRAIN, W. *Theories of Development: concepts and applications*. Harlow: Pearson Education Limited, 2014.

CROSS, I. Communicative Development: Neonate Crying Reflects Patterns of Native-Language Speech. *Current Biology*, v. 19, n. 23, p. R1078–R1079, 2009.

CUPUTE, A. J. *et al.* PRIMITIVE REFLEX PROFILE : A QUANTITATION OF PRIMITIVE REFLEXES IN INFANCY. *Developmental Medicine & Child Neurology*, v. 26, p. 375–383, 1984.

DAEHLER, M. W. Milestone: Cognitive. In: HAITH, M. M.; BENSON, J. B. (Org.). *Encyclopedia of Early and Child Development. Vol. II*. California: Elsevier/Academic Press, 2008. p. 325–334.

DAHL-JØRGENSEN, K.; JONER, G.; HANSEN, K. F. Relationship between cows' milk consumption and incidence of IDDM in childhood. *Diabetes Care*, v. 14, n. 11, p. 1081–1083, 1991.

DAWSON, G.; ASHMAN, S. B.; CARVER, L. J. The role of early experience in shaping behavioral and brain development and its implications for social policy. *Development and Psychopathology*, v. 12, n. 4, p. 695, 2000.

DE-VRIE, H. *Species and Varieties: their origin by mutation*. Chicago: The Open Court Pub. Co., 1904.

DEMETRIOU, C. A. *et al.* Socioeconomics, Obesity, and Early-Life Nutrition on the Role of DNA Methylation in Biological Embedding. In: PATEL, V. B.; PREEDY, V. R. (Org.). *Handbook of Nutrition, Diet, and Epigenetics*. [S.l.]: Springer, Cham, 2019. p. 125–143.

DI ROSA, G. *et al.* Predictive role of early milestones-related psychomotor profiles and long-term neurodevelopmental pitfalls in preterm infants. *Early Human Development*, v. 101, p. 49–55, 2016.

DIAMOND, A. Close interrelation of motor development and cognitive development and of the cerebellum and prefrontal cortex. *Child development*, v. 71, n. 1, p. 44–56, 2000.

DIAMOND, J. *The world until yesterday: what can we learn from traditional societies?* New York: VIKING, 2012.

DIJK, S. J. VAN *et al.* Effect of prenatal DHA supplementation on the infant epigenome : results from a randomized controlled trial. *Clinical Epigenetics*, p. 1–13, 2016.

DOHERTY, G. *Zero to six: The basis for school readiness.* . Toronto: [s.n.], 1997.

DOMELLÖF, M. Iron requirements, absorption and metabolism in infancy and childhood. *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care*, v. 10, n. 3, p. 329–335, 2007.

DRAPER, A. Child Development and iron deficiency. *The Oxford Brief*, p. 1–6, 1996.

DUNSTAN, J. A. *et al.* The relationship between maternal folate status in pregnancy, cord blood folate levels, and allergic outcomes in early childhood. *Allergy: European Journal of Allergy and Clinical Immunology*, v. 67, n. 1, p. 50–57, 2012.

DUPONT, J. L. Lipids. In: CABALLERO, BENJAMIN; ALLEN, L. H.; PRENTICE, A. (Org.). . *Encyclopedia of Human Nutrition*. Vol. 3. 2nd. ed. Oxford: Elsevier Ltd., 2005. p. 126–131.

EL'KONIN, B. D.; ZINCHENKO, V. P. Razvivayuschiaya psikhologiya ili psikhologiya razvitiya [Developmental Psychology or Psychology of Play]. 2002.

EL'KONINOVA, L. I.; BAZANOVA, T. V. K problem prisnoeniya smylov v syushetno-rolevoi igre doshkol'nikov [On the problem of forming sense in pretend role-play of preschoolers]. *Psikhologiya*, v. 3, n. Vestnik Moskovskogo Universiteta: Series 14, p. 97–105, 2004.

ELLIOTT, R. B. *et al.* Type I (insulin-dependent) diabetes mellitus and cow milk: Casein variant consumption. *Diabetologia*, v. 42, n. 3, p. 292–296, 1999.

ESTATÍSTICA) IBGE, (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E. *Censo demográfico 2010: características da população e dos domicílios. Resultados do universo*. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/93/cd_2010_caracteristicas_populacao_domicilios.pdf>.

FABER, M.; VENTER, S. L.; BENADÉ, A J. S. Increased vitamin A intake in children aged 2-5 years through targeted home-gardens in a rural South African community. *Public health nutrition*, v. 5, n. 1, p. 11–16, 2002.

FABRIZI, L. *et al.* A Shift in Sensory Processing that Enables the Developing Human Brain to Discriminate Touch from Pain. *Current Biology*, v. 21, n. 18, p. 1552–1558, 2011.

FANARO, S. *et al.* Intestinal microflora in early infancy: composition and development. *Acta paediatr Suppl*, v. 92, n. 1, p. 48–55, 2003.

FAO/WHO. *Vitamin and mineral requirements in human nutrition: report of a joint FAO/OMS expert consultation*. Bangkok: WHO Library Cataloguing-in-Publication Data, 2001.

FAO/WHO. *Vitamin and mineral requirements in human nutrition: report of a joint FAO/OMS expert consultation*. 2nd. ed. Bangkok: WHO Library Cataloguing-in-Publication Data, 2004.

FELSENFELD, G. A Brief History of Epigenetics. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, v. 6, n. a018200, p. 1–10, 2014.

FOMON, S. J. *et al.* Body composition of reference children from birth to age 10 years. *The American Journal of Clinical Nutrition*, v. 35, p. 1169–1175, 1982.

FONSECA, V. *Desenvolvimento psicomotor e aprendizagem*. Porto Alegre: ARTMED, 2008.

FOX, M. K. *et al.* Sources of energy and nutrients in the diets of infants and toddlers. *Journal of the American Dietetic Association*, v. 106, n. 1 Suppl 1, p. S28-42, 2006.

FOX, N. A *et al.* Frontal activation asymmetry and social competence at four years of age. *Child development*, v. 66, n. Hd 17899, p. 1770–1784, 1995.

FOX, S. E.; LEVITT, P.; NELSON, C. A. How the timing and quality of early experiences influence the development of brain architecture. *Child development*, v. 81, n. 1, p. 28–40, 2010.

FOX, S. I. *Human Physiology*. 12th. ed. New York: McGraw-Hill Inc., 2011.

FRAGA, M. F. *et al.* Epigenetic differences arise during the lifetime of monozygotic twins. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 102, n. 30, p. 10604–10609, 2005.

FREAKE, H. C. Zinc. In: CABALLERO, BENJAMIN; ALLEN, L. H.; PRENTICE, A. (Org.). . *Encyclopedia of Human Nutrition*. Vol. IV. 2nd. ed. Oxford: Elsevier Inc., 2005. p. 447–463.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FRIEDERICI, A. D. Neurophysiological markers of early language acquisition: From syllables to sentences. *Trends in Cognitive Sciences*, v. 9, n. 10, p. 481–488, 2005.

FRIEDERICI, A. D. The Neural Basis of Language Development and Its Impairment. *Neuron*, v.

52, p. 941–952, 2006.

FRIEDMANN, N.; RUSOU, D. Critical period for first language: the crucial role of language input during the first year of life. *Current Opinion in Neurobiology*, v. 35, p. 27–34, 2015.

FRIEDRICH, M.; FRIEDERICI, A. D. Maturing brain mechanisms and developing behavioral language skills. *Brain and Language*, v. 114, p. 66–71, 2010.

FROST, J. L.; WORTHHAM, S. C.; REIFEL, S. Play and child development. *Integrative Physiological and Behavioral Science*, p. 128–129, 2007.

FUGLESTAD, A. J. *et al.* Iron deficiency after arrival is associated with general cognitive and behavioral impairment in post-institutionalized children adopted from eastern europe. *Maternal and Child Health Journal*, v. 17, n. 6, 2013.

GABBARD, C. *Lifelong motor development*. 5th. ed. San Francisco, CA: Pearson Benjamin Cummings, 2008.

GABBARD, C. Windows of Opportunity for Early Brain and Motor Development. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, v. 69, n. 8, p. 54–55, 1998.

GALLAHUE, D. L.; OZMUN, J. C.; GOODWAY, J. D. *Compreendendo o Desenvolvimento Motor: bebês, crianças, adolescentes e adultos*. 7a. ed. Porto Alegre: [s.n.], 2013.

GALLAND, B. C. *et al.* Normal sleep patterns in infants and children: A systematic review of observational studies. *Sleep Medicine Reviews*, v. 16, n. 3, p. 213–222, 2012.

GERHARDT, S. *Why love matters: How affection shapes a baby's brain*. New York: Brunner-Routledge, 2004.

GESELL, A.; GESELL, B. C. *The normal child and primary education*. Boston: Atheneum Press, 1912.

GIDONI, A. M. E. A. Routine Developmental Examination in Normal and Retarded Children. *Developmental Medicine & Child Neurology*, v. 9, p. 631–638, 1967.

GIL, R. R. A. Influence of Dietary Compounds on Intestinal Immunity. *Microbial Ecology in Health and Disease*, v. 12, n. 2, p. 146–156, 2000.

GINSBURG, K. R. The Importance of Play in Promoting Healthy Child Development and Maintaining Strong Parent-Child Bond. *Pediatrics*, v. 119, n. 1, p. 182–191, 2007.

GORDON, N. Iron deficiency and the intellect. *Brain & development*, v. 25, p. 3–8, 2003.

GORDON, N. Nutrition and cognitive function. *Brain and Development*, v. 19, n. 3, p. 165–170, 1997.

GOULDING, A. Calcium. In: MANN, JIM; TRUSWELL, S. (Org.). . *Essentials of Human Nutrition*. 2nd. ed. Oxford: Oxford University Press, 2002. p. 129–140.

GOVERNO FEDERAL. *Marco Legal da Primeira Infância*. . Brasil: [s.n.]. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13257.htm>. , 2016

GRANTHAM-MCGREGOR, S.; BAKER-HENNINGHAM, H. Review of the evidence linking protein and energy to mental development. *Public health nutrition*, v. 8, n. 7A, p. 1191–1201, 2005.

GREEN, R. Cobalamins. In: CABALLERO, BENJAMIN; ALLEN, L. H.; PRENTICE, A. (Org.). . *Encyclopedia of Human Nutrition. Vol. I*. 2nd. ed. Oxford: Elsevier Inc., 2005. p. 401–406.

GRIFFITHS, M. *et al.* Metabolic rate and physical development in children at risk of obesity. *The Lancet*, v. 336, p. 76–78, 1990.

GROPPER, S. S.; SMITH, J. L.; GROFF, J. L. *Advanced nutrition and human metabolism*. 5th. ed. Belmont: Wadsworth, Cengage Learning, 2009.

GROSSMANN, T. *et al.* The Developmental Origins of Voice Processing in the Human Brain. *Neuron*, v. 65, p. 852–858, 2010.

HAGAN JR., J. F.; SHAW, J. S.; DUNCAN, P. M. *Bright Futures: Guidelines for health supervision of infants, children, and adolescents (pocket guide)*. 4th. ed. Elk Grove Village: American Academy of Pediatrics, 2017.

HAKKARAIN, P.; BREDIKYTE, M. Understanding narrative as a key aspect of play. In: BROOKER, L.; BLAISE, M.; EDWARDS, S. (Org.). . *The SAGE Handbook of Play and Learning in Early Childhood*. London: SAGE References, 2014. p. 240–251.

HALES, C. N. *et al.* Fetal and infant growth and impaired glucose tolerance at age 64. *BMJ*, v. 303, p. 1019–1022, 1991.

HALL, J. E. *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology*. 12th. ed. Philadelphia: Saunders Elsevier, 2011.

HALLBERG, L. *et al.* Calcium: effect of different amounts on nonheme- and heme-iron absorption in humans. *The American journal of clinical nutrition*, v. 53, n. 1, p. 112–9, jan. 1991.

HARDER, T. *et al.* Birth weight and subsequent risk of type 2 diabetes: A meta-analysis.

American Journal of Epidemiology, v. 165, n. 8, p. 849–857, 2007.

HARMS, L. R. *et al.* Vitamin D and the brain. *Best practice & research. Clinical endocrinology & metabolism*, v. 25, n. 4, p. 657–69, 2011.

HART, B. Input frequency and children's first words*. *First Language*, v. 11, p. 289–300, 1991.

HEANEY, R. P. Phosphorus. In: ERDEMAN JR, J.; MACDONALD, I.; ZEISEL, S. (Org.). . *Present Knowledge in Nutrition*. 10th. ed. Iowa: John Wiley & Sons, Inc., 2012. p. 447–458.

HEIM, C.; BINDER, E. B. Current research trends in early life stress and depression : Review of human studies on sensitive periods , gene – environment interactions , and epigenetics. *Experimental Neurology*, relacionando depressão com estudos em epigenética, v. 233, n. 1, p. 102–111, 2012.

HENRY, C. J. K. Basal metabolic rate studies in humans : measurement and development of new equations. *Public Health Nutrition*, v. 8, n. 7A, p. 1133–1152, 2005.

HERNANDEZ-REIF, M.; FIELD, T.; DIEGO, M. Touch perceptions in neonates. In: FIELD, TIFFANY (Org.). . *Touch and massage in early child development*. [S.l.]: Johnson & Johnson Pediatric Institute, L. L. C., 2004. p. 15–38.

HERTZMAN, C. Putting the concept of biological embedding in historical perspective. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 109, p. 17160–17167, 2012.

HESS, E. H. Imprinting em animais. In: SCIENTIFIC AMERICAN (Org.). . *Psicobiologia: as bases biológicas do comportamento*. São Paulo: Scientific American Books, 1970. p. 119–124.

HETZEL, B. S. Iodine: deficiency disorders. In: CABALLERO, BENJAMIN; ALLEN, L. H.; PRENTICE, A. (Org.). . *Encyclopedia of Human Nutrition*. Vol. III. 2nd. ed. Oxford: Elsevier Inc., 2005. p. 74–81.

HIDALGO, C.; NÚÑEZ, M. T. Calcium, iron and neuronal function. *IUBMB life*, 2007.

HILL, J. *et al.* Predictions of children's emotionality from evolutionary and epigenetic hypotheses. *Scientific Reports*, v. 9, n. 1, p. 2519, 2019.

HILL, R. W.; WYSE, G. A.; ANDERSON, M. *Animal Physiology*. 3th. ed. Massachusetts: Sinauer Associates, Inc., 2012.

HOLICK, M. F. Vitamin D. In: CABALLERO, BENJAMIN; ALLEN, L. H.; PRENTICE, A. (Org.). . *Encyclopedia of Human Nutrition*. Vol. VI. 2nd. ed. Oxford: Elsevier Inc., 2005. p. 368–377.

HOLLIDAY, M. A *et al.* The relation of metabolic rate to body weight and organ size. *Pediatric research*, neste trabalho: HISTÓRICO DAS PESQUISAS SOBRE TAXA METABÓLICA! SUPER

IMPORTANTE!!!!, v. 1, n. 3, p. 185–195, 1967.

HOLT, R. R.; URIU-ADAMS, J. Y.; KEEN, C. L. Zinc. In: ERDEMAN JR, J.; MACDONALD, I.; ZEISEL, S. (Org.). . *Present Knowledge in Nutrition*. 10th. ed. Iowa: John Wiley & Sons, Inc., 2012. p. 521–539.

HØST, A. Frequency of cow's milk allergy in childhood. *Annals of Allergy, Asthma and Immunology*, v. 89, n. 6 SUPPL. 1, p. 33–37, 2002.

HOUSTON, R. Iodine: physiology, dietary sources and requirements. In: CABALLERO, BENJAMIN; ALLEN, L. H.; PRENTICE, A. (Org.). . *Encyclopedia of Human Nutrition*. Vol. III. 2nd. ed. Oxford: Elsevier Inc., 2005. p. 66–73.

HOWES, C.; STEWART, P. Child's Play With Adults , Toys , and Peers : An Examination of Family and Child-Care Influences. *Developmental Psychology*, v. 23, n. 3, p. 423–430, 1987.

HUIZINGA, J. *Homo ludens: a study of the play element in culture*. [S.l: s.n.], 1949.

HUMAN EARLY LEARNING PARTNERSHIP. *EDIBC: 2016 Provincial Report*. University of British Columbia. Vancouver: [s.n.], 2016. Disponível em: <<http://earlylearning.ubc.ca/blog/2016/oct/26/edibc-2016-provincial-report/>>.

HUNT, J. R. Iron. In: CABALLERO, BENJAMIN; ALLEN, L. H.; PRENTICE, A. (Org.). . *Encyclopedia of Human Nutrition*. Vol. III. 2nd. ed. Oxford: Elsevier Inc., 2005. p. 82–90.

HURST, R. *et al.* EURRECA-Estimating selenium requirements for deriving dietary reference values. *Crit Rev Food Sci Nutr*, v. 53, n. July 2015, p. 1077–1096, 2013.

HUSSAIN, N. Epigenetic Influences That Modulate Infant Growth, Development, and Disease. *Antioxidants & Redox Signaling*, v. 17, n. 2, p. 224–236, 2012.

IACONO, G. *et al.* Immunodeficiency and other clinical immunology: Gastroesophageal reflux and cow's milk allergy in infants: A prospective study. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, v. 97, n. 3, p. 822–827, 1996.

IACONO, G. *et al.* Intolerance of cow's milk and chronic constipation in children. *The New England Journal of Medicine*, v. 339, p. 1100–4, 1998.

IBGE, (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). *PNAD Contínua 2016-2017: Educação*. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101576_informativo.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2018.

IBGE, (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). *Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira: 2017*. . Rio de Janeiro: [s.n.], 2017.

ILICH, J. Z. *et al.* Nutrition in Bone Health Revisited : A Story Beyond Calcium. *Journal of the American College of Nutrition*, v. 19, n. 6, p. 715–737, 2000.

INEP. *Notas Estatísticas: CENSO Escolar 2018*. . Brasília, DF: [s.n.], 2019.

INNIS, S. M. Fatty acids and early human development. *Early human development*, v. 83, n. 12, p. 761–6, 2007.

IOM (INSTITUTE OF MEDICINE). *Dietary Reference Intakes: the essential guide to nutrient requirements*. Washing: The National Academic Press, 2006.

IPEA, (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA). *Atlas da vulnerabilidade social nos municípios brasileiros*. . Brasília: [s.n.], 2015.

IQBAL, M.; RAFIQUE, G.; ALI, S. A. The Effect of Breastfeeding on the Cognitive and Language Development of Children Under 3 Years of Age : Results of ‘ Balochistan-Early Childhood Development Project ’. *Journal of General Practice*, v. 5, n. 2, 2017.

ISAACS, E. B. *et al.* Impact of breast milk on IQ, brain size and white matter development. *Pediatric Research*, v. 67, n. 4, p. 357–362, 2010.

ISAACS, E.; OATES, J. Nutrition and cognition: assessing cognitive abilities in children and young people. *European journal of nutrition*, v. 47 Suppl 3, p. 4–24, 2008.

IVANOVIC, D. M. *et al.* Nutritional status, brain development and scholastic achievement of Chilean high-school graduates from high and low intellectual quotient and socio-economic status. *British Journal of Nutrition*, v. 87, n. 01, p. 81, 2007.

IVERSON, J. M. Developing language in a developing body: the relationship between motor development and language development. *Journal of Child Language*, v. 37, n. 2, p. 1–25, 2010.

IVERSON, J. M.; THELEN, E. Hand, Mouth and Brain. The dynamic emergenc of speech and gesture. *Journal of Consciousness Studies*, veri itens realçados, v. 6, n. 11–125, p. 19–40, 1999.

IVERSON, JANA M; FAGAN, M. K. Infant Vocal – Motor Coordination: Precursor to the Gesture – Speech System ? *Child Development*, v. 75, n. 4, p. 1053–1066, 2004.

JACKSON, A. Protein. In: MANN, JIM; TRUSWELL, S. (Org.). . *Essentials of Human Nutrition*. 2nd. ed. Oxford: Oxford University Press, 2002. p. 55–78.

JAIME, P. C. *et al.* Educação nutricional e consumo de frutas e hortaliças: ensaio comunitário controlado. *Revista de saúde pública*, v. 41, n. 1, p. 154–157, 2007.

JOBSTRAIBIZER, F. *Criação de bancos de dados com MySQL*. São Paulo: Digerati books, 2010.

JOHNSON, I. T. Dietary fiber: physiological effects and effects on absorption. In: CABALLERO, BENJAMIN; ALLEN, L. H.; PRENTICE, A. (Org.). *Encyclopedia of Human Nutrition*. Vol. I. 2nd. ed. Oxford: Elsevier Inc., 2005. p. 572–577.

JOHNSON, I. T. Dietary fiber. In: ERDEMAN JR, J.; MACDONALD, I.; ZEISEL, S. (Org.). *Present Knowledge in Nutrition*. 10th. ed. Iowa: John Wiley & Sons, Inc., 2012. p. 97–117.

JOLLEY, J. Developmentally appropriate outdoor play environments for infants and toddlers. *Working papers in early childhood development*. The Hague, Netherlands: Bernard Van Leer Foundation, 1995. p. 1–8.

JOLLY, R. Early childhood development: the global challenge. *The Lancet*, v. 369, n. 9555, p. 8–9, 2007.

KAKEBEEKE, T. H. *et al.* Neuromotor development in children. Part 3: motor performance in 3- to 5-year-olds. *Developmental medicine and child neurology*, v. 55, n. 3, p. 248–256, 2013.

KAKEBEEKE, T. H.; CAFLISCH, J.; JENNI, O. Neuromotor development from three to five years. v. 43, n. 7, p. 2008, 2008.

KAMM, K.; THELEN, E.; JENSEN, J. L. A Dynamical Systems Approach to Motor Development. *Physical Therapy*, v. 70, n. 12, p. 763–775, 1990.

KANDEL, E. R. *et al.* *Principels of neural science*. 5th. ed. New York: McGraw-Hill Inc., 2013.

KANNER, J. Dietary advanced lipid oxidation endproducts are risk factors to human health. *Molecular Nutrition and Food Research*, v. 51, n. 9, p. 1094–1101, 2007.

KEEN, C. L. *et al.* Manganese. In: CABALLERO, BENJAMIN; ALLEN, L. H.; PRENTICE, A. (Org.). *Encyclopedia of Human Nutrition*. Vol. III. 2nd. ed. Oxford: [s.n.], 2005. p. 217–224.

KEMME, C. A. *et al.* Potential role of DNA methylation as a facilitator of target search processes for transcription factors through interplay with methyl-CpG-binding proteins. *Nucleic Acids Research*, v. 45, n. 13, p. 7751–7759, 2017.

KISHIMOTO, T. M. Bruner e a brincadeira. In: KISHIMOTO, T. M. (Org.). *O Brincar e suas Teorias*. São Paulo: CENAGE Learning, 1998. p. 139–154.

KNOPIK, V. S. The Epigenetics of Maternal Cigarette Smoking During Pregnancy and Effects on Child Development. *National Institute of Health*, v. 24, n. 4, p. 1377–1390, 2012.

KNUDSEN, E. Sensitive periods in humans. In: SQUIRE, L. *et al.* (Org.). . *Fundamental Neuroscience*. 3rd. ed. Oxford: Academic Press, 2008. p. 521.

KNUDSEN, E. Sensitive periods in the development of the brain and behavior. *Journal of Cognitive Neuroscience*, v. 16, n. 8, p. 1412–1425, 2004.

KOLB, B.; WHISHAW, I. Q. *Fundamentals of Human Neuropsychology*. 5th. ed. New York: Worth Publishers, 2015.

KOLB, BRYAN; FANTIE, B. D. Development of the Child's Brain and Behavior. In: REYNOLDS, C. R.; FLETCHER-JANZEN, E. (Org.). . *Handbook of Clinical Neuropsychology*. 3rd. ed. Texas: Springer, 2009. p. 19–46.

KRAEMER, K.; ZIMMERMANN, M. B. *Nutritional anemia*. [S.l.]: Sight and Life, 2007.

KRUGER, H. S.; BUTTE, F. Nutrition in Pregnancy and Lactation. *World Rev Nutr Diet*, v. 111, p. 64–70, 2015.

KUHL, P. K. Brain Mechanisms in Early Language Acquisition. *Neuron*, v. 67, n. 5, p. 713–727, 2010.

LØKEN, G. Tracing the Social Style of Toddler Peers. *Scandinavian Journal of Educational Research*, v. 44, n. 2, p. 163–176, 2014.

LACERDA, F.; VON HOFSTEN, C.; HEIMANN, M. *Emerging Cognitive Abilities in Early Infancy*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 2001.

LAGERCRANTZ, H. *Infant Brain Development: formation of the mind and the emergence of consciousness*. Cham, Switzerland: Springer International Publishing, 2016.

LAM, Y. Y.; RAVUSSIN, E. Analysis of energy metabolism in humans: A review of methodologies. *Molecular Metabolism*, v. 5, n. 11, p. 1057–1071, 2016.

LANE, D. J. R.; RICHARDSON, D. R. *The active role of vitamin C in mammalian iron metabolism: Much more than just enhanced iron absorption! Free Radical Biology and Medicine*. [S.l.: s.n.]. , 2014

LASSEK, W. D.; GAULIN, S. J. C. Sex differences in the relationship of dietary Fatty acids to cognitive measures in american children. *Frontiers in evolutionary neuroscience*, v. 3, n. November, p. 5, 2011.

LAW, C. M.; SHIELL, A. W. Is blood pressure inversely related to birth weight? The strenght of evidence from a systematic review of the literature. *Journal of Hypertension*, v. 14, p. 935–941, 1996.

LEDEBT, A.; BRENIÈRE, Y. Dynamical implication of anatomical and mechanical parameters in gait initiation process in children. *Human Movement Science*, v. 13, n. 6, p. 801–815, 1994.

LEE, C. Y. *et al.* Does One Size Fit All? Examining the Application of Neurosurgery Residency Milestones Developed in the United States to a Taiwanese Culture. *World Neurosurgery*, v. 104, p. 499–508, 2017.

LEI12.796/13. *Lei 12.796/13: Altera a Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para dispor sobre a formação dos profissionais da educação e dar outras providências.* . Brazil: DOU 5/04/2013. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/l12796.htm>. , [S.d.]

LENT, R. *Cem bilhões de neurônios?* 2a. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2010.

LEONT’EV, A. N. Psikhiceskoe ravitie rebenka v doshkolnom vozraste [Psychological development of the child in preschool age]. In: LEONT’EV, A. N.; ZAPOROSHETS, A. V. (Org.). . *Voprosy psikhologii rebenka doshkolnogo vorazsta*. Moscow: International Education and Psychological College, 1995. .

LESTER, S.; RUSSEL, W. Children’s right to play. In: BROOKER, L.; BLAISE, M.; EDWARDS, S. (Org.). . *The SAGE Handbook of Play and Learning in Early Childhood*. London: SAGE References, 2014. p. 294–303.

LEVINE, S. Estimulação na Infância. In: SCIENTIFIC AMERICAN (Org.). . *Psicobiologia: as bases biológicas do comportamento*. São Paulo: Editora Perspectiva, 1970. p. 103–109.

LEWIN, B. *Genes IX*. 9th. ed. Sudbury, Mass.: Jones and Barlett Publishers, 2008.

LEWONTIN, R. C. *The triple helix*. Cambridge: Harvard University Press, 2001.

LI, C.; CASANUEVA, O. Epigenetic inheritance of proteostasis and ageing. *Essays in Biochemistry*, v. 60, p. 191–202, 2016.

LOCKE, J. *Some concerns about education*. London: [s.n.], 1693.

LODISH, H. *et al.* *Molecular Cell Biology*. 3rd. ed. New York: Scientific American Books, 1995.

LODISH, H. *et al.* *Molecular Cell Biology*. 5th. ed. New York: W. H. Freeman and Company, 2003.

LOIZOU, E. Infant humor: the theory of the absurd and the empowerment theory. *International*

Journal of Early Years Education, v. 13, n. 1, p. 43–53, 2005.

LONNERDAL, B. Zinc and Health : Current Status and Future Directions Dietary Factors Influencing Zinc Absorption 1. *The journal of Nutrition*, v. 130, p. 1378–1383, 2000.

LOZOFF, B. *et al.* Behavior of infants with iron-deficiency anemia. *Child development*, v. 69, n. 1, p. 24–36, fev. 1998.

LUPIEN, S. J. *et al.* Effects of stress throughout the lifespan on the brain, behaviour and cognition. *Nat Rev Neurosci*, v. 10, n. 6, p. 434–445, 2009.

MAGGINI, S.; WENZLAFF, S.; HORNIG, D. Essential Role of Vitamin C and Zinc in Child Immunity and Health. *Journal of International Medical Research*, v. 38, n. 2, p. 386–414, 2010.

MAITRE, N. L. *et al.* The Dual Nature of Early-Life Experience on Somatosensory Processing in the Human Infant brain. *Current Biology*, v. 27, n. 7, p. 1048–1054, 2017.

MALIK, K. *Human Development Report. The rise of the south: human progress in a diverse world.* . New York: [s.n.], 2013.

MALKKI, R. *et al.* Fetal nutrition and cardiovascular disease in adult life. *The Lancet*, v. 341, p. 938–941, 1993.

MANN, JIM; SKEAFF, M. Lipids. In: MANN, JIM; TRUSWELL, S. (Org.). . *Essentials of Human Nutrition*. 2nd. ed. New York: Oxford University Press, 2002. p. 683.

MANN, JIM; TRUSWELL, S. *Essentials of Human Nutrition*. 2nd. ed. New York: Oxford University Press, 2002.

MARINO, E.; PLUCIENNIK, G. A. *Primeiríssima infância, da gestação aos três anos: percepções e práticas da sociedade brasileira sobre a fase inicial da vida*. São Paulo: Fundação Maria Cecília Souto Vidigal, 2013.

MARMOT, M.; ALLEN, J. J. Social determinants of health equity. *American Journal of Public Health*, v. 104, n. SUPPL. 4, p. 517–519, 2014.

MARQUES, T. M. *et al.* Programming infant gut microbiota: Influence of dietary and environmental factors. *Current Opinion in Biotechnology*, v. 21, n. 2, p. 149–156, 2010.

MASTEN, A. S.; NARAYAN, A. J. Child Development in the Context of Disaster, War, and Terrorism: Pathways of Risk and Resilience. *Annual Review of Psychology*, v. 63, n. 1, p. 227–257, 2012.

MATAMOROS, S. *et al.* Development of intestinal microbiota in infants and its impact on

health. *Trends in Microbiology*, v. 21, n. 4, p. 167–173, 2013.

MCCAIN, M.; MUSTARD, J. F. *Reversing the real brain drain: Early years study. Final report.* . Toronto: [s.n.], 1999. Disponível em: <[https://web.oas.org/childhood/EN/Lists/Recursos Planes Nacionales/Attachments/84/21.Early Years Study I 1999.pdf](https://web.oas.org/childhood/EN/Lists/Recursos_Planes_Nacionales/Attachments/84/21.Early_Years_Study_I_1999.pdf)>.

MCCULLOUGH, L. E. *et al.* Maternal B vitamins : effects on offspring weight and DNA methylation at genomically imprinted domains. *Clinical Epigenetics*, p. 1–11, 2016.

MCCULLOUGH, L. E. *et al.* Maternal inflammatory diet and adverse pregnancy outcomes : Circulating cytokines and genomic imprinting as potential regulators ? *Epigenetics*, v. 12, n. 8, p. 688–697, 2017.

MCGAHA, C. G.; CUMMINGS, R.; LIPPARD, B. Relationship Building : Infants , Toddlers , and 2-Year-Olds. *Early Childhood Research & Practice*, v. 13, n. 1, p. 1–15, 2011.

MCGRAW, M. Later Development of Children Specially Trained during Infancy. Johnny and Jimmy at School Age. *Child Development*, v. 10, n. 1, p. 1–19, 1939.

MCLOYD, V. C. Socioeconomic disadvantage and child development. *American Psychologist*, v. 53, n. 2, p. 185–204, 1998.

MEANEY, M. J. Epigenetics and the Biological Definition of Gene x Environment Interactions. *Child Development*, v. 81, n. 1, p. 41–79, 2010.

MEHLER, J. *et al.* A precursor of language acquisition in young infants. *Cognition*, v. 29, p. 143–178, 1988.

MICHAELSEN, K. F. *et al.* *Feeding and nutrition of infants and young children: Guidelines for the WHO European Region, with emphasis on the Soviet countries.* Copenhagen: WHO regional publications. European series., 2003.

MICHELL, A. R. Sodium. In: CABALLERO, BENJAMIN; ALLEN, L. H.; PRENTICE, A. (Org.). . *Encyclopedia of Human Nutrition. Vol. IV.* 2nd. ed. Oxford: Elsevier Inc., 2005. p. 150–154.

MIGUEL, J. *et al.* Contribution of honey in nutrition and human health : a review. *Mediterr J Nutr Metab*, v. 3, p. 15–23, 2010.

MILLER, J. W.; RUCKER, R. B. Pantothenic Acid. In: ERDEMAN JR, J.; MACDONALD, I.; ZIESEL, S. (Org.). . *Present Knowledge in Nutrition.* 10th. ed. Iowa: John Wiley & Sons, Inc., 2012. p. 375–390.

MILLWARD, D. J. Protein. In: CABALLERO, BENJAMIN; ALLEN, L. H.; PRENTICE, A. (Org.). .

Encyclopedia of Human Nutrition. Vol. 3. 2nd. ed. Oxford: Elsevier Ltd., 2005. p. 50–65.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Caderneta da Saúde da Criança*. . Brasília, DF: [s.n.], 2007.

MIRANDA, M. *et al.* Reducing iron deficiency anemia in Bolivian school children: Calcium and iron combined versus iron supplementation alone. *Nutrition*, v. 30, n. 7–8, 2014.

MISSANA, M.; ALTVATER-MACKENSEN, N.; GROSSMANN, T. Neural correlates of infants' sensitivity to vocal expressions of peers. *Developmental Cognitive Neuroscience*, v. 26, n. April, p. 39–44, 2017.

MOIMAZ, S. A. S. *et al.* Harmful oral suction habits in children: association with breastfeeding and family social profile. *Rev. Odonto Ciênc.*, v. 25, n. 4, p. 355–360, 2010.

MOLNA, D.; SCHUTZ, Y. The effect of obesity , age , puberty and gender on resting metabolic rate in children and adolescents. *European Journal of Pediatrics*, v. 156, p. 376–381, 1997.

MONTESSORI, M. *El Niño: el secreto de la infancia*. Madrid: Editorial Diana, 2004.

MONTESSORI, M. *The Absorbent Mind*. Madras: The Theosophical Publishing House, 1949.

MOON, J. K.; JENSEN, C. L.; BUTTE, N. F. Application of a fast response calorimeter to preterm infant metabolism. *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, v. 13, n. 5, p. 2346–2347, 1991.

MORE, J. *Infant, Child and Adolescent Nutrition: A practical handbook*. Boca Ratón: CRC Press, 2013.

MOTT, D. D.; DINGLELINE, R. Unraveling the role of zinc in memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 108, n. 8, p. 3103–4, 2011.

MURGATROYD, C. *et al.* Genes learn from stress: How infantile trauma programs us for depression. *Epigenetics*, v. 5, n. 3, p. 194–199, 2010.

MURGATROYD, C.; SPENGLER, D. Epigenetics of early child development. *Frontiers in Psychiatry*, v. 2, n. APR, p. 1–15, 2011.

NATIONAL SCIENTIFIC COUNCIL ON THE DEVELOPING CHILD. *The timing and quality of early experiences combine to shape brain architecture*. [S.l: s.n.], 2008. Disponível em: <www.developingchild.net>.

NAZZI, T.; RAMUS, F. Perception and acquisition of linguistic rhythm by infants. *Speech Communication*, v. 41, p. 233–243, 2003.

NEIVA, F. C. B. *et al.* Desmame precoce: implicações para o desenvolvimento motor-oral. *Jornal de Pediatria*, v. 79, n. 1, p. 7–12, 2003.

NELSON, C. A. Neural plasticity and human development: The role of early experience in sculpting memory systems. *Developmental Science*, v. 3, n. 2, p. 115–136, 2000.

NELSON, D. L.; COX, M. M. *Lehninger Principals of Biochemistry*. 5th. ed. New York: W. H. Freeman and Company, 2008.

NELSON, D. L.; COX, M. M. *Princípios de Bioquímica de Lehninger*. 6a. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2014.

NEPA/UNICAMP. *Tabela Brasileira de Composição de Alimentos -TACO. 4a. edição revisada e ampliada*. 4a. ed. Campinas: FODEPAL, 2011. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/nepa>>.

NEPTUNE, R. R.; KAUTZ, S. A.; ZAJAC, F. E. Contributions of the individual ankle plantar flexors to support, forward progression and swing initiation during walking. *Journal of Biomechanics*, v. 34, n. 11, p. 1387–1398, 2001.

NEPTUNE, R. R.; ZAJAC, F. E.; KAUTZ, S. A. Muscle force redistributes segmental power for body progression during walking. *Gait and Posture*, v. 19, n. 2, p. 194–205, 2004.

NEWFOUNDLAND AND LABRADOR. *Developing a provincial early childhood learning strategy: literature review*. . Newfoundland and Labrador: [s.n.], 2011. Disponível em: <https://www.ed.gov.nl.ca/edu/earlychildhood/literature_review.pdf>.

NIELSEN, F. H. Manganese, molybdenum, boron, chromium and other trace elements. In: ERDEMAN JR, J.; MACDONALD, I.; ZEISEL, S. (Org.). . *Present Knowledge in Nutrition*. 10th. ed. Iowa: John Wiley & Sons, Inc., 2012. p. 586–607.

NIELSEN, F. H. Ultratrace elements. In: CABALLERO, BENJAMIN; ALLEN, L. H.; PRENTICE, A. (Org.). . *Encyclopedia of Human Nutrition. Vol. IV*. 2nd. ed. Oxford: Elsevier Inc., 2005. p. 299–310.

NIELSEN, R. G. *et al.* Severe Gastroesophageal Reflux Disease and Cow Milk Hypersensitivity in Infants and Children: Disease Association and Evaluation of a New Challenge Procedure. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, v. 39, n. 4, p. 383–391, 2004.

NIJHOF, S. L. *et al.* Healthy play, better coping: The importance of play for the development of children in health and disease. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, v. 95, p. 421–429, 2018.

NISCC. *Mobile Learning*. Disponível em: <<https://nisc.info/workforce-development/mobile-learning>>.

NISCC. *Understanding Child Development for Children aged 0-6 Years Mobile App*. Disponível em: <https://niscc.info/storage/resources/childdev_0to6_appdescription_report_final_ck.pdf>.

NORMAN, A. W.; HENRY, H. L. Vitamin D. In: ERDMAN JR, J.; MACDONALD, I.; ZEISEL, S. (Org.). *. Present Knowledge in Nutrition*. 10th. ed. Iowa: John Wiley & Sons, Inc., 2012. p. 199–213.

NYARADI, A. *et al.* The role of nutrition in children's neurocognitive development, from pregnancy through childhood. *Frontiers in human neuroscience*, v. 7, p. 1–16, 2013.

O'TOOLE, P. W.; CLAEISSON, M. J. Gut microbiota: Changes throughout the lifespan from infancy to elderly. *International Dairy Journal*, v. 20, n. 4, p. 281–291, 2010.

ODDY, W. *et al.* The long-term effects of breastfeeding on development. In: ÖZDEMİR, D. Ö. (Org.). *. Contemporary Pediatrics*. Rijeka: InTech, 2012. p. 57–78.

ODDY, W. H. *et al.* Breastfeeding and early child development : a prospective cohort study. p. 992–999, 2011.

OFFICE OF THE HIGH COMMISSIONER FOR HUMAN RIGHTS. *Convention on the Rights of the Child. Office of the United Nations High Commissioner for Human Rights*. Geneva: [s.n.], 1990.

OPITZ, B.; FRIEDERICI, A. D. Brain correlates of language learning: the neuronal dissociation of rule-based versus similarity-based learning. *The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience*, v. 24, n. 39, p. 8436–8440, 2004.

OSMOND, C.; SIMMONDS, S. J. Early growth and death from cardiovascular disease in women. *BMJ*, v. 307, p. 1519–1524, 1993.

PASSOS, A. P. D.; GANDOLLA, P. Vídeo pedagógico interativo como prova de conceito para plataforma inteligente de ensino. *Revista Iberoamericana de Estudos em Educação*, v. 9, n. 1, p. 205–217, 2014.

PAUL, I. M. *et al.* Effect of honey, dextromethorphan, and no treatment on nocturnal cough and sleep quality for coughing children and their parents. *Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine*, v. 161, n. 12, p. 1140–1146, 2007.

PAYNE, V. G.; ISAACS, L. D. *Human Motor Development: a lifespan approach*. 8th. ed. New York: McGraw-Hill Inc., 2012.

PELLIS, S. M.; PELLIS, V. C. Rough and tumble play and the development of the social brain. *Current Directions in Psychological Science*, v. 16, p. 95–98, 2007.

PENBERTHY, W. T.; KIRKLAND, J. B. Niacin. In: ERDEMAN JR, J.; MACDONALD, I.; ZIESEL, S. (Org.). . *Present Knowledge in Nutrition*. 10th. ed. Iowa: John Wiley & Sons, Inc., 2012. p. 293–306.

PENDERS, J. *et al.* Factors Influencing the Composition of the Intestinal Microbiota in Early Infancy. *Pediatrics*, v. 118, n. 2, p. 511–521, 2006.

PEREZ, H.; GEWIRTZ, J. L. Maternal touch effects on infant behavior. In: FIELD, T. (Org.). . *Touch and massage in early child development*. [S.l.]: Johnson & Johnson Pediatric Institute, L. L. C., 2004. p. 39–49.

PIAGET, J. *Psychology of intelligence*. New Jersey: Littlefield, Adams & Co., 1960.

PIAGET, J. *The origins of intelligence in children*. New York: International Universities Press, Inc., 1965.

PIEK, J. P. *Infant motor development*. Champaign, USA: Human Kinectics, 2006.

PIEK, J. P. *et al.* The role of early fine and gross motor development on later motor and cognitive ability. *Human Movement Science*, v. 27, n. 5, p. 668–681, 2008.

PIEK, J. P. The role of variability in early motor development. *Infant Behavior and Development*, v. 25, n. 4, p. 452–465, 2002.

PIEK, J. P.; BAYNAM, G. B.; BARRETT, N. C. The relationship between fine and gross motor ability, self-perceptions and self-worth in children and adolescents. *Human Movement Science*, v. 25, n. 1, p. 65–75, 2006.

PINEL, J. P. J. *Biopsychology*. 8th. ed. Boston: Allyn & Bacon, 2011.

PNUD, (PROGRAMA NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO); IPEA, (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA); FJP, (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO). *Ranking - Todo Brasil*. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/ranking>>. Acesso em: 12 jul. 2018.

POLANSKA, K. *et al.* Micronutrients during pregnancy and child psychomotor development: Opposite effects of Zinc and Selenium. *Environmental Research*, v. 158, n. January, p. 583–589, 2017.

POSTON, L. *et al.* Maternal selenium, copper and zinc concentrations in pregnancy associated with small-for-gestational-age infants. *Maternal & Child Nutrition*, v. 10, n. 3, p. 327–334, 2012.

POZAS, D. *Criança que brinca mais aprende mais*. Rio de Janeiro: SENAC Rio, 2011.

PREVIC, F. H. Prenatal influences on brain dopamine and their relevance to the rising incidence of autism. *Medical hypotheses*, v. 68, n. 1, p. 46–60, 2007.

PREYER, W. T. *The Mind of The Child part I: The Senses and the Will*. 3a. ed. New York: De Appleton and Company, 1905.

PROGRAM MANAGEMENT INSTITUTE. *Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos*. 6th. ed. Pensilvania: Project Management Institute, 2017.

QUINN, S. M. *et al.* Using Milestones as Evaluation Metrics During an Emergency Medicine Clerkship. *Journal of Emergency Medicine*, v. 51, n. 4, p. 426–431, 2016.

R. GORDON, S. SKEAFF, A. GRAY, K. M. AND T. R. Iodine supplementation improves cognition in mildly iodine-deficient children. *Iodine and Cognition*, p. 3, 2009.

RAJU, T. N. K. Breastfeeding Is a Dynamic Biological Process — Not Simply a Meal at the Breast. *Greastfeeding Medicine*, v. 6, n. 5, p. 257–259, 2011.

RANDALL, D.; BURGGREN, W.; FRENCH, K. *Eckert Animal Physiology: mechanisms and adaptations*. New York: W. H. Freeman and Company, 1997.

RAPLEY, G. Baby-led weaning: trnasitioning to solid foods at the baby’s pace. *Community Practitioner*, v. 84, n. 6, p. 20–23, 2001.

RATTNER, D. Humanização na atenção a nascimentos e partos: breve referencial teórico. *Interface - Comunicação, Saúde, Educação*, v. 13, n. suppl 1, p. 595–602, 2009.

ROCHAT, P. Five levels of self-awareness as they unfold early in life. *Consciousness and Cognition*, very important!!! self-awareness!!!, v. 12, p. 717–731, 2003.

RODRIGUES, V. M.; FIATES, G. M. R. Hábitos alimentares e comportamento de consumo infantil: Influência da renda familiar e do hábito de assistir televisão. *Revista de Nutricao*, v. 25, n. 3, p. 353–362, 2012.

ROONEY, K.; OZANNE, S. Maternal over-nutrition and offspring obesity predisposition: targets for preventative interventions. *International Journal of Obesity*, v. 35, n. 7, p. 883–890, 2011.

ROTH, T. L.; SWEATT, J. D. Annual Research Review : Epigenetic mechanisms and environmental shaping of the brain during sensitive periods of development. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry*, em amarelo: história, v. 52, n. 4, p. 398–408, 2011.

ROUSSEAU, J.-J. *Émile ou de l’Éducation*. London: The Temple Press Letchworth, 1762.

ROWLAND, I. *et al.* Gut microbiota functions: metabolism of nutrients and other food components. *European Journal of Nutrition*, v. 57, p. 1–24, 2018.

RUBIN, K. H. *et al.* Emotionality, emotion regulation, and preschoolers' social adaptation. *Development and Psychopathology*, v. 7, p. 49, 1995.

RUSHTON, S.; JUOLA-RUSHTON, A.; LARKIN, E. Neuroscience, play and early childhood education: Connections, implications and assessment. *Early Childhood Education Journal*, v. 37, n. 5, p. 351–361, 2010.

SAGUY, I. S.; DANA, D. Integrated approach to deep fat frying: Engineering, nutrition, health and consumer aspects. *Journal of Food Engineering*, v. 56, n. 2–3, p. 143–152, 2003.

SAMMAN, S. Cooper. In: MANN, JIM; TRUSWELL, S. (Org.). *Essentials of Human Nutrition*. 2nd. ed. Oxford: Oxford University Press, 2002. p. 164–165.

SANDERS, L. M.; LUPTON, J. R. Carbohydrates. In: JR ERDMAN, J. W.; MACDONALD, I. A.; ZEISEL, S. H. (Org.). *Present Knowledge in Nutrition*. 10th. ed. Iowa: John Wiley & Sons, Inc., 2012. p. 83–96.

SANTROCK, J. *Child Development: an introduction*. 13th. ed. [S.l.]: McGraw-Hill Inc., 2011.

SAÚDE, M. DA. *Guia alimentar para a população brasileira*. 2a. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

SCHETTER, C. D.; TANNER, L. Anxiety, depression and stress in pregnancy. *Current Opinion in Psychiatry*, v. 25, n. 2, p. 141–148, 2012.

SCHLOTZ, W. *et al.* Lower maternal folate status in early pregnancy is associated with childhood hyperactivity and peer problems in offspring. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, v. 51, n. 5, p. 594–602, 2010.

SCHMIDT-NIELSEN, K. *Fisiologia Animal: adaptação e meio ambiente*. SÃO PAULO: Livraria Editora Santos, 1996.

SCHMITD-NIELSEN, K. *Fisiologia Animal: adaptação e meio ambiente*. São Paulo: Livraria Editora Santos, 1996.

SCHORE, A. N. *Affect Regulation and the Origin fo the Self: The Neurobiology of Emotional Development*. New York: Routledge, 2016.

SCHWARTZ, S.; KAPALA, J.; RETROUVEY, J. M. Dentition and dental care. In: HAITH, M.; BENSON, J. (Org.). *Encyclopedia of Early and Child Development*. Vol. I. California: Elsevier/Academic Press, 2008. p. 356–366.

SCOTT, F. W. Cow milk and insulin-dependent diabetes mellitus: is there a relationship?

American Journal of Clinical Nutrition, v. 51, p. 489–491, 1990.

SCRIMSHAW, N. S. Malnutrition, brain development, learning, and behavior. *Nutrition research (New York, N.Y.)*, v. 18, n. 2, p. 351–379, 1998.

SEMBA, R. D. The role of vitamin A and related retinoids in immune function. *Nutrition reviews*, v. 56, n. 1 Pt 2, p. S38-48, jan. 1998.

SEMRUD-CLIKEMAN, M.; ELLISON, P. A. T. *Child Neuropsychology: Assessment and interventions for neurodevelopmental disorders*. 2nd. ed. New York: Springer, 2009.

SHADKAM, M. N.; MOZAFFARI-KHOSRAVI, H.; MOZAYAN, M. R. A Comparison of the Effect of Honey, Dextromethorphan, and Diphenhydramine on Nightly Cough and Sleep Quality in Children and Their Parents. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, v. 16, n. 7, p. 787–793, 2010.

SHAFIR, T. *et al.* Effects of iron deficiency in infancy on patterns of motor development over time. *Human movement science*, v. 25, n. 6, p. 821–38, 2006.

SHELTON, L.; KLESGES, M. Effects of Television on Metabolic Childhood Rate : Obesity Potential Implications For. *Pediatrics*, v. 91, n. 2, p. 281–286, 1993.

SHERIDAN, M. D. *From birth to five years: children's developmental progress*. 3rd. ed. New York: Taylor & Francis, 2007.

SHERIDAN, M. D. *Play in early childhood: from birth to six years*. 3rd. ed. New York: Routledge, 2011.

SHONKOFF, J. P. *et al.* The Lifelong Effects of Early Childhood Adversity and Toxic Stress. *Pediatrics*, v. 129, n. 1, p. e232–e246, 2012.

SHONKOFF, J. P.; PHILIPS, D. A. From Neurons to Neighborhoods: the science of early child development. In: NATIONAL RESEARCH COUNCIL (Org.). . *Early Childhood Development and learning: new knowledge for policy*. Washington, D.C.: The National Academic Press, 2001. p. 5–19.

SHONKOFF, J. P.; PHILLIPS, D. A. *From neurons to neighborhoods: the science of early childhood development*. Washington, D.C.: National Academy Press, 2002.

SILVA, V. R.; RUSSELL, K. A.; GREGORY III, J. F. Vitamin B6. In: ERDEMAN JR, J.; MACDONALD, I.; ZIESEL, S. (Org.). . *Present Knowledge in Nutrition*. 10th. ed. Iowa: John Wiley & Sons, Inc., 2012. p. 307–320.

SINGH, M. Role of micronutrients for physical growth and mental development. *Indian journal*

of pediatrics, v. 71, n. 1, p. 59–62, jan. 2004.

SKEAFF, M. Vitamins C and E. In: MANN, JIM; TRUSWELL, S. (Org.). . *Essentials of Human Nutrition*. 2nd. ed. Oxford: Oxford University Press, 2002. p. 237–248.

SLATER, A. Vision. In: BREMNER, J. G.; FOGEL, A. (Org.). . *Blackwell Handbook of Infant Development*. Oxford: [s.n.], 2001. p. 5–35.

SMITH, D. L. Birth complications and outcomes. In: HAITH, M.; BENSON, J. (Org.). . *Encyclopedia of Early and Child Development*. Vol. I. California: Elsevier/Academic Press, 2008. p. 182–191.

SMITH, L. B.; THELEN, E. Development as a dynamic system. *Trends in Cognitive Sciences*, v. 7, n. 8, p. 343–348, 2003.

SMYKE, A. T. *et al.* Placement in foster care enhances attachment among young children in institutions. *Child Development*, v. 81, n. 1, p. 212–223, 2010.

SOLOMONS, N. W. Competitive interaction of iron and zinc in the diet: consequences for human nutrition. *The Journal of nutrition*, v. 116, n. 6, p. 927–35, 1986.

SOLOMONS, N. W. Vitamin A. In: ERDMAN JR., J. W.; MACDONALD, I. A.; ZEISEL, S. H. (Org.). . *Present Knowledge in Nutrition*. 10th. ed. Iowa: John Wiley & Sons, Inc., 2012. p. 149–184.

STABLER, S. P. Vitamin B12. In: ERDEMAN JR, J.; MACDONALD, I.; ZIESEL, S. (Org.). . *Present Knowledge in Nutrition*. 10th. ed. Iowa: John Wiley & Sons, Inc., 2012. p. 343–358.

STEVENSON, J. Dietary influences on cognitive development and behaviour in children. *The Proceedings of the Nutrition Society*, v. 65, n. 4, p. 361–365, 2017.

STOCKARD, C. R. Developmental rate and structural expression: an experimental study of twins, “double monsters” and single deformities, and the interaction among embrionic organs during their origin and development. *Developmental Dynamics*, v. 28, n. 2, p. 115–277, 1921.

STRYER, L. *Bioquímica*. 4a. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.

STRYER, L.; BERG, J. M.; TYMOCZKO, J. L. *Bioquímica*. 7a. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

SUMISION, J.; HARRISON, L. J. Infant and Toddler Play. In: BROOKER, L.; BLAISE, M.; EDWARDS, S. (Org.). . *The SAGE Handbook of Play and Learning in Early Childhood*. London: SAGE References, 2014. p. 306–318.

SUTTERBY, J. A.; FROST, J. Creating play environments for early childhood: indoors and out. In:

SPODEK, B. A. (Org.). . *Handbook of Research on the Education of Young Children*. New Jersey: Laurence Erlbaum Associates, 2006. p. 305–321.

SUTTON-SMITH, B. Conclusion: The persuasive rhetorics of play. In: PELLEGRINI, A. D. (Org.). . *The Future of Play Theory*. New York: SUNY Press, 1995. p. 275–296.

TALBOT, F. B. Interpretation of basal metabolism of children. *Journal of Pediatrics*, v. 3, n. 1, p. 247–251, 1933.

TALBOT, F. B.; BENEDICT, F. G. The physiology of the new-born infant. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, v. 1, n. 12, p. 600–602, 1915.

TAMIS-LEMONDA, C. S. *et al.* Fathers and mothers play with their 2- and 3-year olds: Contributions to language and cognitive development. *Child Development*, v. 75, n. 6, p. 1806–1820, 2004.

TANZI, M. G.; GABAY, M. P. Association between honey consumption and infant botulism. *Pharmacotherapy*, v. 22, n. 11, p. 1479–1483, 2002.

TARAS, H. Nutrition and student performance at school. *The Journal of school health*, v. 75, n. 6, p. 199–213, 2005.

TAYLER, C. Learning in Early Childhood: experiences, relationships and “Learning To Be”. *European Journal of Education*, v. 50, n. 2, p. 160–174, 2015.

TECHNOLOGY., U. S. C. H. C. ON S. AND A. S. ON A. R. AND. *Aeronautical Research : hearings before the United States House Committee on Science and Astronautics, Subcommittee on Advanced Research and Technology, Ninety-First Congress, first session*. Washington, D.C.: U.S. G. P. O., 1969.

TEMPLE, J. L. Caffeine use in children: what we know, what we have left to learn, and why we should worry. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, v. 33, n. 6, p. 793–806, 2009.

TERRY, E. N.; DIAMOND, A. M. Selenium. In: ERDEMAN JR, J.; MACDONALD, I.; ZEISEL, S. (Org.). . *Present Knowledge in Nutrition*. 10th. ed. Iowa: John Wiley & Sons, Inc., 2012. p. 568–585.

THELEN, E. Motor development. A new synthesis. *The American psychologist*, v. 50, n. 2, p. 79–95, 1995a.

THELEN, E. Motor Development. *American Psychologist*, v. 50, n. 2, p. 79–95, 1995b.

THELEN, E. Motor development as foundation and future of developmental psychology. *International Journal of Behavioral Development*, v. 24, n. 4, p. 385–397, 2000.

THELEN, E.; FISHER, D. M. Newborn stepping: An explanation for a “disappearing” reflex. *Developmental Psychology*, v. 18, n. 5, p. 760–775, 1982.

THELEN, E.; KELSO, J. A. S.; FOGEL, A. Self-organizing systems and infant motor development. *Developmental Review*, v. 7, n. 1, p. 39–65, 1987.

THELEN, E.; CORBETTA, D.; SPENCER, J. P. Development of reaching during the first year: role of movement speed. *Journal of experimental psychology. Human perception and performance*, v. 22, n. 5, p. 1059–1076, 1996.

THELEN, E.; SPENCER, J. P. Postural control during reaching in young infants: a dynamic systems approach. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, v. 22, n. 4, p. 507–514, 1998.

THELEN, ESTHER; FISHER, D. M.; RIDLEY-JOHNSON, R. The relationship between physical growth and a newborn reflex. *Infant Behavior and Development*, v. 25, p. 72–85, 2002.

THOMPSON, R. A.; NELSON, C. A. Developmental Science and the Media: Early Brain Development. *American Psychologist*, v. 56, n. 1, p. 5–15, 2001.

THOMSON, C. Iodine. In: MANN, JIM; TRUSWELL, S. (Org.). . *Essentials of Human Nutrition*. 2nd. ed. Oxford: Oxford University Press, 2002. p. 166–171.

THURNHAM, D. I. Thiamin. In: CABALLERO, BENJAMIN; ALLEN, L. H.; PRENTICE, A. (Org.). . *Encyclopedia of Human Nutrition*. Vol. VI. 2nd. ed. Oxford: Elsevier Inc., 2005. p. 263–277.

TOMAYKO, E.; PILLSBURY, L.; PRAY, L. *The human microbiome, diet and health: workshop summary*. Washington, D.C.: National Academy Press, 2013.

TOMITA, L. M.; BENTO, A.; MORAES, A. DE. Consequences of bottle-feeding to the oral facial development of initially breastfed children. *Jornal de Pediatria*, v. 82, n. 5, p. 395–397, 2006.

TRABER, M. G. Vitamin E. In: CABALLERO, BENJAMIN; ALLEN, L.; PRENTICE, A. (Org.). . *Encyclopedia of Human Nutrition*. Vol. IV. 2nd. ed. Oxford: Elsevier Inc., 2005. p. 283–397.

TRABER, M. G. Vitamin E. In: ERDMAN JR, J.; MACDONALD, I.; ZEISEL, S. (Org.). . *Present Knowledge in Nutrition*. 10th. ed. Iowa: John Wiley & Sons, Inc., 2012. p. 214–229.

TRUSWELL, S. Vitamins D and K. In: MANN, JIM; TRUSWELL, S. (Org.). . *Essentials of Human Nutrition*. 2nd. ed. Oxford: Oxford University Press, 2002. p. 249–258.

TRUSWELL, S.; MANN, J. Introduction. In: TRUSWELL, S.; MANN, J. (Org.). . *Essentials of Human Nutrition*. 2nd. ed. New York: Oxford University Press, 2002. p. 1–8.

TRUSWELL, S.; MILNE, R. The B Vitamins. In: MANN, J.; TRUSWELL, S. (Org.). . *Essentials of Human Nutrition*. 2nd. ed. Oxford: Oxford University Press, 2002. p. 209–230.

UAUY, R. *et al.* Term infant studies of DHA and ARA supplementation on neurodevelopment: results of randomized controlled trials. *The Journal of pediatrics*, v. 143, n. 4 Suppl, p. S17-25, out. 2003.

UNICEF. *Pobreza na Infância e na Adolescência*. . [S.l: s.n.], 2018. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/pt/pobreza_infancia_adolescencia.pdf>.

UNIVERSITY OF BRITISH COLUMBIA (UBC). *Human Early Learning Partnership*. Disponível em: <www.earlylearning.ubc.ca>. Acesso em: 14 mar. 2019.

VAARALA, O. *et al.* Cow milk feeding induces antibodies to insulin in children - A link between cow milk and insulin-dependent diabetes mellitus? *Scandinavian Journal of Immunology*, v. 47, n. 2, p. 131–135, 1998.

VAN IJZENDOORN, M. H.; BAKERMANS-KRANENBURG, M. J.; EBSTEIN, R. P. Methylation matters in child development: Toward developmental behavioral epigenetics. *Child Development Perspectives*, v. 5, n. 4, p. 305–310, 2011.

VEENA, S. R. *et al.* Association between maternal nutritional status in pregnancy and offspring cognitive function during childhood and adolescence; a systematic review. *BMC Pregnancy and Childbirth*, v. 16, n. 1, 2016.

VELIKOS, K. *et al.* Bayley-III scales at 12 months of corrected age in preterm infants: Patterns of developmental performance and correlations to environmental and biological influences. *Research in Developmental Disabilities*, v. 45–46, 2015.

VICKERS, M. H. Early life nutrition, epigenetics and programming of later life disease. *Nutrients*, v. 6, n. 6, p. 2165–2178, 2014.

VIEIRA, V. C. A. M.; ARAÚJO, C. M. T.; JAMELLI, S. R. Desenvolvimento da fala e alimentação infantil: possíveis implicações. *Revista CEFAC*, v. 18, n. 6, p. 1359–1369, 2016.

VIHOLAINEN, H. *et al.* Early motor development and later language and reading skills in children at risk of familial dyslexia. *Developmental Medicine & Child Neurology*, v. null, n. 05, p. 367–373, 2006.

VOLPE, S. L. Magnesium. In: ERDMAN JR, J.; MACDONALDO, I.; ZEISEL, S. (Org.). . *Present Knowledge in Nutrition*. 10th. ed. Iowa: John Wiley & Sons, Inc., 2012. p. 459–474.

VYGOTSKY, L. S. Imagination and creativity in childhood. *Journal of Russian and East European Psychology*, v. 42, n. 1, p. 4–84, 1977.

WALLON, H. Le Développement Psychomoteur de l'Enfant. *Cahiers International de Sociologie*. Paris: [s.n.], 1950. .

WARD, K. Musculoskeletal phenotype through the life course: the role of nutrition. *Proceedings of the Nutrition Society*, v. 71, n. 01, p. 27–37, 2012.

WARZAK, W. J. *et al.* Caffeine consumption in young children. *The Journal of pediatrics*, v. 158, n. 3, p. 508–9, 2011.

WATERLAND, R. A. Nutrition Epigenetics. In: ERDMAN-JR, J. W.; MACDONALD, I. A.; ZEISEL, S. H. (Org.). . *Present Knowledge in Nutrition Nutrition*. 10th. ed. Iowa: John Wiley & Sons, Inc., 2012. p. 14–27.

WATERLAND, R. A.; MICHELS, K. B. Epigenetic Epidemiology of the Developmental Origins Hypothesis. *Annual Review of Nutrition*, v. 27, n. 1, p. 363–388, 2007.

WEAVER, C. M. Calcium. In: ERDMAN JR, J.; MACDONALD, I.; ZEISEL, S. H. (Org.). . *Present Knowledge in Nutrition*. 10th. ed. Iowa: John Wiley & Sons, Inc., 2012. p. 434–446.

WEI, J.-N. *et al.* Low birth weight and high birth weight infants are both at an increased risk to have type 2 diabetes among schoolchildren in taiwan. *Diabetes care*, v. 26, n. 2, p. 343–348, 2003.

WEINSTOCK, M. The long-term behavioural consequences of prenatal stress. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, v. 32, n. 6, p. 1073–86, 2008.

WEISELL, R.; ALBERT, J. The role of United Nations agencies in establishing international dietary standards. In: ERDMAN-JR, J. W.; MACDONALD, I. A.; ZEISEL, S. H. (Org.). . *Present Knowledge in Nutrition*. 10th. ed. Iowa: John Wiley & Sons, Inc., 2012. p. 1135–1148.

WEN, S. W. *et al.* Comparision of maternal and infant outcomes between vacuum extraction and forceps deliveries. *American Journal of Epidemiology*, v. 153, n. 2, p. 103–7, 2001.

WEST, C. E. Vitamin A and carotenoides. In: MANN, JIM; TRUSWELL, S. (Org.). . *Essentials of Human Nutrition*. 2nd. ed. Oxford: Oxford University Press, 2002. p. 189–208.

WEST JR, K. P. Dietary vitamin-A deficiency : effects on growth , infection , and mortality. *Food and nutrition bulletin*, v. 13, n. 2, p. 1–12, 1991.

WEST, K. P. Vitamin A deficiency disorders in children and women. *Food and nutrition bulletin*,

v. 24, n. 4 Suppl, p. S78-90, dez. 2003.

WHO. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. *World Health Organization technical report series*, v. 916, p. i-viii-1-149- backcover, 2003. Disponível em: <<http://eutils.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/eutils/elink.fcgi?dbfrom=pubmed&id=12768890&retmode=ref&cmd=prlinks%5Cnpapers3://publication/uuid/734F6B31-260B-4545-A8E4-57F7D35DDEB8>>.

WHO. *Preventing Chronic Diseases: a vital investment. Who global report*. . Geneva: [s.n.], 2005.

WRIGHT, C. M. *et al.* Is baby-led weaning feasible? When do babies first reach out for and eat finger foods? *Maternal and Child Nutrition*, v. 7, n. 1, p. 27–33, 2011.

XU, X. *et al.* Copper. In: CABALLERO, BENJAMIN; ALLEN, L. H.; PRENTICE, A. (Org.). . *Encyclopedia of Human Nutrition*. Vol. I. 2nd. ed. Oxford: Elsevier Inc., 2005. p. 471–475.

YAQOOB, P.; SHAIKH, S. R. The nutritional and clinical significance of lipid rafts. *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care*, v. 13, n. 2, p. 156–66, 2010.

YEHUDA, S.; RABINOVITZ, S.; MOSTOFSKY, D. I. Nutritional deficiencies in learning and cognition. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition*, v. 43 Suppl 3, n. December, p. S22-5, dez. 2006. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17204975>>.

YOUDIM, K. A; MARTIN, A.; JOSEPH, J. A. Essential fatty acids and the brain: possible health implications. *International journal of developmental neuroscience: the official journal of the International Society for Developmental Neuroscience*, v. 18, n. 4–5, p. 383–99, 2000.

YOUNG, M. E. *Do desenvolvimento da primeira infância ao desenvolvimento humano: investindo no futuro de nossas crianças*. São Paulo: Fundação Maria Cecília Souto Vidigal, 2010.

ZAFEIRIOU, D. I. Primitive Reflexes and Postural Reactions in the Neurodevelopmental Examination. *Pediatrics Neurology*, v. 31, p. 1–8, 2004.

ZAJAC, F. E.; NEPTUNE, R. R.; KAUTZ, S. A. Biomechanics and muscle coordination of human walking: Part I: Introduction to concepts, power transfer, dynamics and simulations. *Gait and Posture*, v. 16, n. 3, p. 215–232, 2002.

ZALEWSKI, B. M. *et al.* Nutrition of Infants and Young Children (1-3 Years) and its Effect on Later Health: A Systematic Review of Current Recommendations (EarlyNutrition Project). *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, n. July, p. 00–00, 2015.

ZARAMELLA, P. *et al.* Early versus late cord clamping: effects on peripheral blood flow and

cardiac function in term infants. *Early human development*, v. 84, n. 3, p. 195–200, 2008.

ZEANAH, C. H. *et al.* VI . SENSITIVE PERIODS. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, v. 76, n. 4, p. 147–162, 2011.

ZEISEL, S. H.; CARBIN, K. D. Choline. In: ERDEMAN JR, J.; MACDONALD, I.; ZEISEL, S. H. (Org.). . *Present Knowledge in Nutrition*. 10th. ed. Iowa: John Wiley & Sons, Inc., 2012. p. 405–418.

ZEMPLINI, J.; WIJERATNE, S. S. K.; KUROISHI, T. Biotin. In: ERDEMAN JR, J.; MACDONALD, I.; ZEISEL, S. (Org.). . *Present Knowledge in Nutrition*. 10th. ed. Iowa: John Wiley & Sons, Inc., 2012. p. 359–390.

ZHU, X.; ZEISEL, S. H. Choline and Phosphatidylcholine. In: CABALLERO, BENJAMIN; ALLEN, L. H.; PRENTICE, A. (Org.). . *Encyclopedia of Human Nutrition. Vol. I*. 2nd. ed. Oxford: Elsevier Inc., 2005. p. 362–394.

ZIMMERMANN, M. B. Iodine and Iodine deficiency disorders. In: ERDEMAN JR, J.; MACDONALD, I.; ZEISEL, S. (Org.). . *Present Knowledge in Nutrition*. 10th. ed. Iowa: John Wiley & Sons, Inc., 2012. p. 554–567.

6 ANEXOS

ANEXO A: Softwares online de acompanhamento do desenvolvimento infantil

- Child Development App (NICC)

O aplicativo “Child Development App” lançado pelo *Northern Ireland Care Council* (NICC), Irlanda do Norte, em 2013, foi desenvolvido pelas Universidades de Belfast e Ulster no intuito de “garantir que assistentes sociais que trabalham com os anos iniciais e outros profissionais que trabalhem com crianças tenham acesso instantâneo à informação de qualidade sobre desenvolvimento infantil”. É um recurso gratuito, destinado a assistentes sociais, profissionais que trabalhem com primeira infância e pais, acessível por dispositivos móveis, seja *smartphones* ou *tablets*, com os marcos de desenvolvimento infantil de 0 a 6 anos, organizados em links por faixa etária, com as informações distribuídas nas seguintes categorias: social/emocional, linguagem/comunicação, cognitivo (aprendizagem e resolução de problemas) e movimento/desenvolvimento físico. Para cada faixa etária há um vídeo mostrando os comportamentos mínimos esperados de uma criança na idade determinada. O aplicativo também apresenta os objetivos de aprendizagem; as teorias as quais tem por base; estudos de caso; o contexto das políticas públicas relacionado à legislação pertinente e em vigor sobre cuidados com a infância; e uma breve explicação sobre a criação do aplicativo na sessão *About* (fig. 01).

Figura 01: Screenshots das telas do aplicativo para dispositivos móveis *Child Development App*, lançado em 2013 pelo NICC (*Northern Ireland Care Council*).

Fonte: Imagem do autor

A primeira tela corresponde à tela de Bem-Vindo (*Welcome*), na qual encontram-se listados os links de acesso aos demais itens, como *Learning Objectives* (Objetivos de Aprendizagem), *Theory* (Teoria), *Case Studies* (Estudos de Caso), *Policy Context* (Contexto das Políticas Públicas), *About* (Sobre) e *Developmental Milestones* (Marcos de

Desenvolvimento). Na tela de *Developmental Milestones*, há o link para acesso ao desenvolvimento completo, do 0 aos 6 anos de idade e também por cada idade, desde o nascimento até os 6 anos. Ao acessar o link de cada idade, têm-se acesso às informações referentes ao esperado no desenvolvimento social/emocional, cognitivo e de desenvolvimento físico da criança na idade correspondente, além do link para um vídeo para que se visualize os comportamentos esperados listados e, logo abaixo, um link para a idade seguinte.

- Milestone Tracker App

O *Milestone Tracker App* é um aplicativo para dispositivos móveis para acompanhamento do desenvolvimento infantil de 0 a 5 anos de idade lançado pelo CDC, *Centers for Disease Control and Prevention*, dos Estados Unidos, em 2017. O aplicativo criado a partir do programa “*Learn signs. Act early*” (Aprenda os sinais. Atue antes.) com a contribuição da Dr. Rosa Arriaga e estudantes do Instituto de Tecnologia da Georgia, Atlanta. Este aplicativo possui as seguintes categorias para “rastreamento dos marcos de desenvolvimento mais importantes de forma fácil e divertida”, como descrito na sessão *Appointment* do aplicativo: *Add a child* (Adicione uma Criança); *Milestone Tracker* (Rastreador de Marcos); *Milestone Photos and Videos* (Fotos e Vídeos dos Marcos); *Tips and Activities* (Dicas e Atividades), que sugere dicas e atividades para cada idade; *When to Act Early* (Quando Agir Antes), que faz recomendações de quando é necessário buscar a ajuda de um pediatra; *Appointments* (Consultas); *Milestone Results* (Resultados do Marco), que mostra um resumo do acompanhamento realizado (fig. 02).

Figura 02: Screenshots das telas do aplicativo para dispositivos móveis *Milestone Tracker App*, lançado em 2017 pelo CDC (*Center for Disease Control and Prevention*).

Fonte: Imagem do autor

A primeira tela corresponde à tela de adição das informações de uma criança (*Add a Child*). A partir do menu da barra inferior é possível ter acesso aos outros links, como *Tracker* (Rastreador), *Appointments* (Consultas) e *Info*

(Informações). A partir do *Tracker*, tem-se acesso aos links para o *Milestone Checklist*, no qual são feitas perguntas simples e ilustradas para facilitar o mapeamento da criança; *When to Act Early*, com uma lista de comportamentos esperados não observados na criança que, ao marcados, merecem atenção; *Tips & Activities*, com dicas de atividades para cada idade; *Milestone Quick View*, com um resumo dos marcos de desenvolvimento nos âmbitos social, linguagem, movimento e cognitivo para cada idade (para acessar cada idade, clica-se em AGE e seleciona-se a idade (*Pick an Age*) a partir de 2 meses até os 5 anos); e *My Child Summary*, com o resumo de todos os dados inseridos sobre a criança. No link *Appointments*, são marcadas as datas das consultas para lembrete e acompanhamento. Em *Info* são encontradas as informações sobre o aplicativo e o link que direciona à URL do programa *Act Early*, do CDC.

ANEXO B: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(maiores de 18 anos)

INTEGRAÇÃO DE VARIÁVEIS METABÓLICAS, COGNITIVAS, NUTRICIONAIS, MOTORAS E DE INFLUÊNCIA EPIGENÉTICA NO DESENVOLVIMENTO INFANTIL ENTRE 0 E 6 ANOS DE IDADE

1

Você está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa acima citado. O documento abaixo contém todas as informações necessárias sobre a pesquisa que estamos fazendo. Sua colaboração neste estudo será de muita importância para nós.

Eu, _____ (nome e profissão),
residente e domiciliado(a) na _____,
portador(a) da Cédula de Identidade, RG _____, inscrito(a) no
CPF/MF _____, nascido(a) em ____/____/____, abaixo assinado,
concordo de livre e espontânea vontade em participar do estudo "INTEGRAÇÃO DE
VARIÁVEIS METABÓLICAS, COGNITIVAS, NUTRICIONAIS, MOTORAS E DE INFLUÊNCIA
EPIGENÉTICA NO DESENVOLVIMENTO INFANTIL ENTRE 0 E 6 ANOS DE IDADE", e
esclareço que obtive todas as informações.

Sobre o que é a pesquisa:

A Pesquisa trata da interligação dos estudos realizados até então sobre os aspectos metabólicos, cognitivos, motores e nutricionais que influenciam e, até certo ponto, determinam o desenvolvimento de uma criança de 0 a 6 anos de idade, período chamado de Primeira Infância. A presente pesquisa também busca interligar a esses fatores a influência epigenética, ou seja, como o ambiente influencia no desenvolvimento da criança, incluindo gestação e tratamento recebido pelos pais e cuidadores. Esta pesquisa é um dos primeiros estudos mais abrangentes sobre o desenvolvimento infantil realizados no Brasil.

Objetivos:

O presente projeto pretende relacionar os aspectos fisiológicos relacionados ao desenvolvimento infantil de 0 a 6 anos de idades no intuito de disponibilizar o conhecimento de forma menos técnica e mais próxima da população para que leigos possam ter acesso aos principais e mais novos conhecimentos na área. É também uma proposta deste projeto a elaboração de ferramentas para o acompanhamento do desenvolvimento da Primeira Infância, como o "Acompanhamento do Desenvolvimento Infantil" e "Anamnese da Primeira Infância".

Rubricas:

Participante	Pesquisador(a)
--------------	----------------

Tipos de procedimentos:

O procedimento consiste em responder uma anamnese composta por três sessões que buscam informar sobre: 1) a criança; 2) os pais; e 3) a comunidade. A anamnese é composta por questões de múltipla escolha sobre os aspectos da presente pesquisa.

2

Dados coletados:

Os dados coletados correspondem às informações registradas por pai, mãe ou responsáveis legais das crianças na anamnese. Os dados serão tabulados em planilha intitulada ANAMNESE, analisados e apresentados aos pais, caso assim o queiram, e direção da escola onde a anamnese será realizada.

Da capacidade do voluntário:

Maior de 18 anos de idade, pai, mãe ou responsável legal da criança.

Da confidencialidade do uso do material:

A seleção de voluntários e a coleta de dados serão realizadas individualmente em escola pública da cidade de Suzano, SP. Caso o voluntário deseje, os resultados de seus experimentos poderão ser fornecidos a ele, após o término da pesquisa (para que não haja interferência nos dados ainda a serem coletados de outros pais).

Do ônus à pesquisa:

A participação será realizada sem ganho material de qualquer espécie por parte do voluntário.

Estou ciente que:

- I) O estudo se faz necessário para que se possam validar a ferramenta ANAMNESE DO DESENVOLVIMENTO INFANTIL para auxiliar na avaliação da performance das crianças tanto em casa quanto na escola;
- II) Tenho a liberdade de desistir ou de interromper a colaboração neste estudo no momento em que desejar, sem necessidade de qualquer explicação;
- III) Os resultados obtidos durante este ensaio serão mantidos em sigilo, mas concordo que sejam divulgados em publicações científicas, desde que meus dados pessoais não sejam mencionados;

Rubricas:

Participante Pesquisador(a)

- IV) Caso eu desejar, poderei tomar conhecimento dos resultados, ao final desta pesquisa
- ☐ Desejo conhecer os resultados desta pesquisa.
- ☐ Não desejo conhecer os resultados desta pesquisa.
- V) Caso tenham sido tiradas fotografias,
- ☐ concordo que sejam incluídas em publicações científicas, se necessário
- ☐ concordo que sejam apresentadas em aulas para profissionais da saúde
- ☐ não concordo que sejam incluídas em nenhum tipo de publicação ou apresentação.
- VI) Os questionários serão codificados e armazenados sob a responsabilidade do Instituto de Biociências e sob a guarda do Prof. Dr. José Eduardo Pereira Wilken Bicudo, pelo tempo necessário para a execução do projeto.

São Paulo, de de 20.....

Assinatura do(a) Participante

Assinatura do(a) Pesquisador(a) Responsável
(Ana Paula Dantas Passos)

No caso de haver dúvidas sobre aspectos éticos desse estudo, você poderá consultar:

Pesquisador Responsável: Ana Paula Dantas Passos

Endereço: Rua do Matão 101, Departamento de Fisiologia, Laboratório de Energética e Fisiologia Teórica

e-mail: appassos@ib.usp.br

Telefone para contato: (11) 30.91.80.75

Professor Orientador: José Eduardo Pereira Wilken Bicudo

Endereço: Rua do Matão 101, Departamento de Fisiologia, Laboratório de Energética e Fisiologia Teórica

e-mail: jebicudo@ib.usp.br

Telefone para contato: (11) 30.91.80.75

Para contato com o CEP-IB:

Comitê de Ética em Pesquisa – Seres Humanos (CEP) do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo

Rua do Matão – travessa 14, 321 – Cidade Universitária, CEP: 05508-090 – São Paulo – SP

Telefone (11) 3091-8761 - e-mail: cepibusp@ib.usp.br

ANEXO C: Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Motor

O bebê humano, dentro do Reino Animal, é um dos recém-nascidos mais imaturos em termos motores, ao contrário de outros mamíferos, como os ungulados que, poucas horas após o nascimento, são capazes de dar os primeiros passos. Para conseguir caminhar independentemente, um bebê leva alguns meses, sem contar os vários anos que demora para conseguir correr e pular, formas complexas de locomoção (PIEK, 2006). Segundo Wallon, os primeiros movimentos da criança são elementares, caracterizados por gestos sincréticos com significado filogenético, isto é, gestos de sobrevivência que são a expressão de uma modulação tônica e emocional de adaptação ao ambiente adquirida ao longo da evolução da espécie humana (FONSECA, 2008). Esses movimentos, que compreendem os **movimentos reflexivos ou movimentos espontâneos** (também chamados de movimentos subcorticais ou involuntários), são comuns a todos os bebês durante os primeiros meses de vida e acontecem como resultado a um estímulo, sendo identificados como importantes para o desenvolvimento do controle motor (PAYNE; ISAACS, 2012; PIEK, 2006). Muitos desses reflexos iniciais estão relacionados à sobrevivência do bebê, chamados de **reflexos de sobrevivência primitivos**. Outros são precursores de movimentos voluntários que aparecerão entre o nono e o décimo quinto mês após o nascimento – os **reflexos primitivos posturais**. Movimentos reflexos de caminhar, nadar, engatinhar e subir são inibidos antes do surgimento de suas contrapartes voluntárias e a presença desses reflexos indicam o quanto as atividades locomotoras estão profundamente enraizadas no sistema nervoso (GALLAHUE; OZMUN; GOODWAY, 2013). O comportamento reflexo do bebê é uma ferramenta diagnóstica preciosa na avaliação da integridade do sistema nervoso. Ao realizarem as avaliações desses reflexos em neonatos, os profissionais de saúde têm condições de elaborar intervenções que auxiliem o desenvolvimento da criança (GALLAHUE; OZMUN; GOODWAY, 2013). A disfunção neurológica passa a ser uma suspeita quando: (i) há a permanência de um reflexo além da idade em que ele deveria ser inibido pelo controle cortical; (ii) um reflexo está completamente ausente; (iii) as respostas bilaterais são desiguais; e (iv) uma resposta é mais forte de um lado do que do outro. Como esses reflexos são controlados subcorticalmente e fundamentados na maturação, são os mesmos para qualquer bebê no mundo, independentemente do local de nascimento: todos os neonatos com desenvolvimento típico apresentam os mesmos reflexos primitivos e posturais, os quais aparecem e “desaparecem” do mesmo modo e no mesmo

ritmo (GALLAHUE; OZMUN; GOODWAY, 2013). Foi considerando essas condições que podem indicar uma disfunção no sistema nervoso que as planilhas de Acompanhamento do Desenvolvimento possibilitam, não somente acompanhar o surgimento e “desaparecimento” de um reflexo (“Esperado”, hachurado, e “Real”, violeta e hachurado), mas também sinalizar a permanência de um reflexo além do tempo previsto (“Real além do esperado”, marcado em laranja e hachurado) (fig. 01). O tempo de “desaparecimento” de alguns reflexos primitivos não são concordantes entre alguns autores. Um exemplo é o reflexo de Moro: alguns autores consideram o desaparecimento desse reflexo por volta dos 3 meses de idade (GABBARD, 2008; PAYNE; ISAACS, 2012; SANTROCK, 2011), outros, por volta dos 6 meses (GALLAHUE; OZMUN; GOODWAY, 2013; PIEK, 2006; SHERIDAN, 2007). Em casos como esse, foi colocado na Planilha de Acompanhamento como prazo final aquele mais adiante, como no caso do Reflexo de Moro, cujo “FIM” está marcado para o 6º mês de idade.

Mais adiante, são listados e descritos os reflexos primitivos, posturais, locomotores e movimentos voluntários a serem observados do 1º ao 72º mês, com base em Piek (2006), Sheridan (2007), Gabbard (2008), Santrock (2011), Payne and Isaacs (2012) e Gallahue, Ozmun and Goodway (2013). Alguns desses autores foram também utilizados para a elaboração dos aplicativos para acompanhamento do desenvolvimento infantil citados em “Materiais e Métodos”.

Figura 01: Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Motor: 1º mês.

Fonte: Imagem do autor

São mostrados apenas as respostas motoras que se iniciam no primeiro mês de vida (Mês de referência: 1). As barras em cor violeta hachuradas mostram o tempo de duração de cada resposta.

ID 1: Quando deitado, pernas e braços flexionados. A posição de descanso do recém-nascido tende a ser a posição flexionada porque os músculos flexores são dominantes sobre os extensores, chamado de hipertonia de membros, enquanto que o tronco está hipotônico. Período de permanência: 1º mês.

ID 2: Eleva a cabeça quando está de bruços. Quando colocado de bruços (de barriga para baixo), o bebê levanta a cabeça (fig. 02). No primeiro mês, segura a cabeça, no segundo mês, levanta a cabeça e o queixo, e no terceiro mês, segura pelo peito, com suporte de um dos braços, pelo menos. É um reflexo primitivo. Período de permanência: do 1º ao 5º mês. A cabeça precisa de suporte quando o bebê é carregado, vestido e dado banho.

Figura 02: Reflexo de levantar a cabeça quando de bruços.

	Idade aproximada (meses)
Cabeça fica ereta voluntariamente	1
Levanta cabeça e queixo	2
Levanta o peito com o suporte do braço	3
Eleva a cabeça quando de bruços	4-5

Fonte: Gabbard (2008).

ID 3: Reflexo de Moro: A resposta consiste na abdução simétrica dos braços e abertura das mãos quando o bebê se assusta quando tem a sensação de que irá cair (segurando o bebê pela cabeça, inclinar a cabeça para baixo aproximadamente 2,5 cm, dando ao bebê a sensação de queda) (fig. 03A) ou quando ouve um som muito alto (bater palmas fortemente perto do bebê ou bater na mesa com força), e logo em seguida os braços se juntam novamente, simulando um abraço. Pode ser autoinduzido por um som alto ou quando o bebê tosse ou espirra. É um reflexo primitivo. Período de permanência: do 1º ao 6º mês. A persistência do reflexo após o sexto mês pode ser indicativo de disfunção neurológica. A assimetria do reflexo pode indicar paralisia de Erb²⁵ ou lesão no membro (GALLAHUE; OZMUN; GOODWAY, 2013).

ID 4: Preensão palmar. Quando há estimulação da palma, a mão se fecha com força em torno do objeto sem o uso do polegar (fig. 03B). A pegada é mais forte quando a força é exercida contra os dedos flexionados, podendo ser tão forte a ponto de o bebê sustentar o próprio peso quando suspenso. É um reflexo primitivo. Período de permanência: do 1º ao 4º mês.

²⁵ Paralisia de Erb é uma paralisia do braço causada por lesão do grupo superior dos nervos principais do braço (raízes espinhais C5-C7) durante o parto (GABBARD, 2008).

Figura 03: Reflexo de Moro e preensão palmar

Fonte: Payne and Isaacs (2012)

Em (A), vê-se a abdução simétrica dos braços e abertura das mãos no reflexo de Moro após a sensação de desequilíbrio experimentada pelo bebê. Em (B), vê-se o reflexo de preensão palmar.

ID 5: Reflexo de Babinski. A pressão na sola dos pés do bebê causa a extensão dos dedos dos pés (fig. 04A). Quando o sistema neuromuscular amadurece, este reflexo é totalmente substituído pela preensão plantar. É um reflexo primitivo. Período de permanência: do 1° ao 4° mês.

ID 6: Preensão plantar. Ao pressionar a planta dos pés, os dedos se fecham, segurando o objeto (fig. 04B). É um reflexo primitivo. Alguns autores consideram o início do reflexo desde o 1° mês (PAYNE; ISAACS, 2012; PIEK, 2006). Para outros autores, é possível observar esse reflexo a partir do 4° mês, em substituição ao reflexo de Babinski (GABBARD, 2008; GALLAHUE; OZMUN; GOODWAY, 2013; SHERIDAN, 2007). Para todos os autores, o desaparecimento se dá em torno do 12° mês. No presente trabalho, o período de permanência considerado é do 1° ao 12° mês.

Figura 04: Reflexo de Babinski e preensão plantar

Fonte: Payne and Isaacs (2012)

Em (A), vê-se a extensão dos pés após o estímulo na sola dos pés, na região próxima aos dedos. Em (B), vê-se o reflexo de preensão plantar.

ID 7: Palmar mandibular ou Reflexo de Babkin. Ao pressionar a palma de cada mão do bebê simultaneamente, a boca abre, os olhos fecham e o pescoço flexiona, inclinando a cabeça para frente (fig. 05A). Período de permanência: do 1° ao 3° mês. Este reflexo primitivo também ocorre quando a palma da mão é estimulada por cabelo. Segundo alguns autores, este reflexo relaciona filogeneticamente os humanos aos outros animais pois ajuda os filhotes a se agarrarem nos pelos das fêmeas para se alimentarem (PAYNE; ISAACS, 2012).

ID 8: Palmar mental. Neste reflexo, ao coçar de leve a palma da mão do bebê, o maxilar inferior abre e fecha, causando a contração dos músculos dos maxilares. É um reflexo primitivo. Período de permanência: do 1° ao 3° mês (fig. 5B).

Figura 05: Reflexo de Babkin ou palmar mandibular e palmar mental

Fonte: Payne and Isaacs (2012)

Em (A), vê-se o bebê iniciando a resposta ao reflexo de Babkin, começando a fechar os olhos. Em (B), vê-se o estímulo ao reflexo palmar mental, coçando a palma de uma das mãos, com a abertura do maxilar inferior do bebê.

ID 9: Marcha reflexa. Este reflexo é um importante precursor para o movimento voluntário de caminhar. Ao segurar o bebê na posição vertical, com os pés tocando uma superfície firme de suporte, a pressão nos pés faz com que as pernas se levantem e depois, abaixem, alternadamente, sem qualquer estabilidade do quadril (fig. 06A). É um reflexo locomotor ou postural. Período de permanência: do 1° ao 6° mês.

ID 10: Reflexo de engatinhar: Ao colocar o bebê na posição pronada (de bruços) em uma superfície de suporte, ao acariciar a sola dos pés, braços e pernas se movem como se o bebê fosse engatinhar (fig. 06B). Acredita-se que este reflexo é essencial para o desenvolvimento de tônus muscular suficiente para o engatinhar mais adiante. É um reflexo locomotor ou postural. Período de permanência: do 1° ao 4° mês.

ID 10: Reflexo de nadar. Ao segurar o bebê na posição horizontal no ar ou sobre a superfície da água, os braços e pernas se movem coordenadamente como se estivesse nadando. É um reflexo postural ou de locomoção (fig. 06C). Período de permanência: 1° ao 5° mês.

Figura 06: Marcha reflexa, reflexo de engatinhar e reflexo de nadar.

Fonte: Payne and Isaacs (2012)

Em (A), vê-se o bebê alternando o levantar das pernas na marcha reflexa quando na posição vertical apoiado em uma superfície firme de suporte. Em (B), o reflexo de engatinhar é estimulado pela carícia na planta dos pés com o bebê de bruços em uma superfície de suporte. Em (C), ao ser colocado na posição horizontal, o bebê faz movimentos coordenados semelhantes à natação.

ID 12: Reflexo tônico assimétrico do pescoço. Ao colocar o bebê na posição supino (de costas, com o rosto para cima) ou pronada (de bruços), e girar a cabeça do bebê para um dos lados, os membros se esticam para o lado para o qual a face está voltada, enquanto que os do lado oposto flexionam (fig. 07A). É um reflexo postural. Período de permanência: do 1° ao 6° mês.

ID 13: Reflexo tônico simétrico do pescoço. Em posição sentada em uma superfície de suporte, o bebê é inclinado para frente o suficiente, estimulando a extensão do pescoço, dos braços e flexão das pernas. Entretanto, quando o bebê é inclinado para frente até que o pescoço esteja completamente estendido, os braços flexionam e ocorre a extensão das pernas (fig. 07B). É um reflexo postural. Período de permanência: do 1° ao 6° mês (GABBARD, 2008; GALLAHUE; OZMUN; GOODWAY, 2013; PAYNE; ISAACS, 2012; PIEK, 2006; SHERIDAN, 2007), não obrigatório nos primeiros meses, mas que deve ocorrer com frequência a partir do 3° mês, assim como o reflexo tônico assimétrico e vai desaparecendo de forma gradual (GALLAHUE; OZMUN; GOODWAY, 2013). A persistência tanto deste reflexo, como a do assimétrico, pode sinalizar diversos problemas, tais como: impedimento do levantar da cabeça quando o bebê está deitado de bruços ou de costas; inibição do sentar sem suporte, rolar, alcançar e agarrar um objeto e caminhar; coordenar os olhos; e até causar deformidades na coluna espinhal. Crianças e adultos com paralisia cerebral grave apresentam, com frequência, reflexo tônico assimétrico persistente (GALLAHUE; OZMUN; GOODWAY, 2013; PAYNE; ISAACS, 2012).

Figura 07: Reflexo tônico assimétrico e simétrico do pescoço.

Fonte: Piek (2006) e Payne and Isaacs (2012).

Em (A), vê-se o bebê na posição *en garde* da esgrima, no reflexo tônico assimétrico do pescoço com a cabeça virada para a direita e para a esquerda. Em (B), o bebê está com o pescoço totalmente estendido, causando a flexão dos braços e extensão das pernas.

ID 14: Endireitamento do pescoço. Quando o bebê é colocado deitado e tem seu corpo virado para um dos lados, a cabeça endireita-se para o lado ao qual foi virado. É um reflexo postural. Período de permanência: do 1° ao 6° mês.

ID 15: Sucção reflexa. O estímulo dos lábios, gengivas, língua ou palato duro provoca o movimento de sucção na tentativa de receber alimento (fig. 08A), que corresponde de duas fases. A primeira, a **fase expressiva**, o mamilo é apertado entre a língua e o palato, criando uma pressão negativa. Logo depois, na **fase de sucção**, a língua aplica uma pressão positiva. Em seguida, os movimentos se repetem para a sucção do leite. É um reflexo primitivo. Período de permanência: do 1° ao 3° mês. Após este período, deixa de ser um reflexo e passa a ser uma resposta voluntária.

ID 16: Reflexo de busca (ou dos pontos cardeais). Como resultado da estimulação da área ao redor da boca, o bebê gira a cabeça na direção da fonte de estímulo (fig. 08B). É mais fácil obter o reflexo de busca quando o bebê está com fome, dormindo ou na posição de amamentação. É um reflexo primitivo, que contribui também para a rotação do pescoço e outros reflexos, incluindo o de endireitamento da cabeça e do corpo (PAYNE; ISAACS, 2012). Período de permanência: do 1° ao 12° mês (GABBARD, 2008; GALLAHUE; OZMUN; GOODWAY, 2013; PAYNE; ISAACS, 2012). A falha ou a permanência desse reflexo pode ser um sinal de disfunção sensório-motora. Quando ocorre de forma assimétrica, pode significar algum dano no nervo facial, no músculo ou em um dos hemisférios cerebrais (PAYNE; ISAACS, 2012).

Figura 08: Sucção reflexa e reflexo de busca.

Fonte: Payne and Isaacs (2012).

Em (A), a estimulação dos lábios provoca a sucção reflexa. Em (B), ao estimular uma das bochechas, o bebê se vira para o lado do estímulo, buscando alimento.

ID 17: Endireitamento labiríntico. Este reflexo é provocado quando o bebê é mantido em posição ereta na vertical e inclinado para um dos lados, para frente ou para trás. Em resposta ao movimento, o bebê tenta manter a cabeça na posição ereta, movimentando-a na direção oposta ao movimento do tronco (fig. 09). O reflexo de endireitamento labiríntico emerge do labirinto, fazendo com que o bebê mantenha o alinhamento apropriado da cabeça em relação ao ambiente, mesmo quando outros canais sensoriais, como a visão e o tato, são excluídos. É um reflexo postural. Período de permanência: do 2° ao 6° mês, quando o bebê inicia o processo de engatinhar e o reflexo seja substituído pelo reflexo de endireitamento óptico, que será explicado mais adiante (GABBARD, 2008; GALLAHUE; OZMUN; GOODWAY, 2013). Alguns autores, consideram a duração desse reflexo até os 12 meses, desconsiderando o engatinhar como a sequência deste reflexo (PAYNE; ISAACS, 2012; PIEK, 2006). O reflexo de endireitamento labiríntico possibilita à criança a manter uma vertical, contribuindo posteriormente para a habilidade de se locomover para frente (GABBARD, 2008).

Figura 09: Reflexo de endireitamento labiríntico.

Fonte: Payne and Isaacs (2012).

Ao ser posicionado de lado, o bebê corrige a posição da cabeça para a posição vertical.

ID 18: Faz movimentos com braços e pernas. A partir do segundo mês, a criança começa a fazer movimentos com braços e pernas, traz a mão ao queixo e chuta vigorosamente, ainda de forma descoordenada e involuntária. É um estereótipo rítmico²⁶. Período de permanência: do 2° ao 3° mês.

ID 19: Reflexo de flexão. O reflexo de flexão dos braços é uma tentativa involuntária do bebê de manter a posição ereta. Na posição sentado, segura-se nas duas mãos do bebês e o empurra levemente para trás. O bebê flexionará os braços na tentativa de manter-se ereto (fig. 10). O mesmo se dará se for empurrado para frente. É um reflexo postural. Tempo de permanência: do 3° ao 12° mês.

Figura 10: Reflexo de Flexão.

Fonte: Payne and Isaacs (2012).

No reflexo de flexão, quando o bebê é inclinado para trás, os braços flexionam na tentativa de manter a posição vertical.

ID 20: Alcança brinquedo com uma das mãos. É capaz de alcançar e pegar um brinquedo com uma das mãos. Período de permanência: 4° ao 6° mês.

ID 21: Usa mãos e visão juntos (olha um brinquedo e tenta alcança-lo). Ao mover um objeto à frente dos olhos do bebê, ele consegue acompanhá-lo e pegá-lo com uma das mãos. Com o brinquedo em mãos, ainda não o coordena com mãos e olhos. É o início da coordenação entre visão e motricidade (fig. 11). Período de permanência: 4° ao 5° mês.

²⁶ Estereótipos rítmicos são comportamentos rítmicos realizados repetidas vezes pelo bebê de forma involuntária. Exemplos de estereótipos são movimentos involuntários como chutes com as pernas, acenar de cima para baixo ou da esquerda para a direita e protrusão da língua. Foram estudados principalmente por Esther Thelen (1941 – 2004) (GABBARD, 2008; PAYNE; ISAACS, 2012).

Figura 11: Usa mão e visão juntos para alcançar um objeto.

Fonte: Sheridan (2007).

Apesar de usar a visão para alcançar o objeto, quando com o objeto em mãos, o bebê ainda não coordena visão e mãos completamente a ponto de manipular o objeto e observá-lo ao mesmo tempo.

ID 22: Segura a cabeça sozinho. Quando colocado na posição vertical, o bebê é capaz de segurar a cabeça sozinho, ainda sem movimentos voluntários de girar o pescoço. Tempo de permanência: do 4° ao 5° mês.

ID 23: Empurra as pernas quando tem os pés em superfície firme. Ao segurar o bebê na posição vertical, apoiado em uma superfície firme, as pernas do bebê se estendem e a musculatura das pernas enrijece, empurrando os pés para a superfície. Período de permanência: do 4° ao 5° mês.

ID 24: Rola da posição de bruços para costas (pronada para supinada). Quando deitado de bruços, o bebê consegue rolar completamente da posição de costas. O início da rolagem, mesmo que não de forma completa, inicia-se por volta do 2° mês. A rolagem completa é observada entre o 4° e o 5° mês.

ID 25: Pode segurar um brinquedo e sacudi-lo. Ao segurar um brinquedo, o bebê sacode, mas ainda de forma descoordenada e sem seguir com os olhos. Período de permanência: 4° ao 5° mês.

ID 26: Leva as mãos à boca. O bebê já consegue levar as mãos voluntariamente à boca, ainda de forma descoordenada. Período de permanência: 4° ao 5° mês.

ID 27: Quando de bruços, levanta-se pelo cotovelo. Quando deitado de bruços, o bebê levanta e sustenta a cabeça e parte do tronco pelo cotovelo. Tempo de permanência: 4° ao 5° mês.

ID 28: Reflexo de paraquedas. Quando o bebê é mantido na posição vertical no ar e, em seguida, inclinado em direção ao solo, os braços se estendem para baixo em uma tentativa aparente de amortecer a queda (fig. 12). É um reflexo postural. Tempo de permanência: do 4° ao 12° mês.

Figura 12: Reflexo de paraquedas.

Fonte: Payne and Isaacs (2012).

Ao ser inclinado em direção ao solo, o bebê estende braços e pernas para baixo, na tentativa de amortecer uma possível queda.

ID 29: Alcança brinquedos com uma mão e manipula com as duas. O bebê estica mãos e braços para alcançar o objeto e pegá-lo. Usa as duas mãos para manipular o objeto, mas pode usar uma só ocasionalmente e ajusta a postura de braços e mãos para a orientação do objeto. Período de permanência: do 6° mês ao 8° mês.

ID 30: Começa a passar os objetos de uma mão para outra. O bebê usa a mão inteira para agarrar o objeto, em preensão palmar, e passa o objeto de uma mão para a outra. Deixa cair o objeto da mão se outro lhe é oferecido. Período de permanência: do 6° mês ao 7° mês.

ID 31: Rola em ambas as direções (bruços-costas e vice-versa). Quando deitado, o bebê rola completamente a partir de ambas as posições, ou de bruços ou de costas, mais de uma vez. Período de permanência: do 6° mês ao 7° mês.

ID 32: Quando colocado em pé, suporta o peso das pernas. Ao ser colocado em pé, o bebê consegue suportar o peso das pernas com apoio. Período de permanência: do 6° mês ao 10° mês.

ID 33: Começa a sentar sem apoio. O bebê senta-se sozinho em uma superfície de apoio, sem suporte de adulto ou de objeto. Período de permanência: do 6° ao 7° mês.

ID 34: Às vezes, arrasta-se para trás antes de se mover para frente. Na tentativa de se locomover, o bebê dá um pequeno impulso para trás para mover-se para frente. Período de permanência: do 6° ao 7° mês.

ID 35: Endireitamento óptico. Quando o bebê é colocado na posição vertical e é inclinado para frente ou para trás, os olhos seguem a condução da cabeça para cima, para a correção da posição. É um reflexo postural. Período de permanência: do 6° mês ao 12° mês.

ID 36: Reflexo de endireitamento do corpo. Quando deitado e a cabeça do bebê é virada para um dos lados, o corpo se endireita, virando para o lado ao qual a cabeça foi virada. Primeiro os quadris e as pernas viram-se de modo alinhado, seguidos pelo tronco. Neste reflexo, o endireitamento acontece na busca pelo alinhamento da posição do corpo com a cabeça. É um reflexo postural. Período de permanência: do 6° mês ao 12° mês.

ID 37: Reflexo de alarme. Como no reflexo de Moro, ao produzir a sensação de queda ao bebê, os membros são flexionados, mas sem a extensão prévia. É um reflexo postural. Período de permanência: do 7° mês ao 12° mês.

ID 38: Move objetos de uma mão para a outra. O bebê já consegue ficar sentado, manipulando objetos, levando-os de uma mão para a outra, ainda de forma descoordenada e sem perder o equilíbrio enquanto manipula o objeto. Período de permanência: do 8° mês ao 12° mês.

ID 39: Pinça com o polegar e o dedo indicador. O bebê passa do movimento de agarrar sem o uso do polegar para fazer o movimento de pinça (pegar com os dedos polegar e indicador), ainda de forma descoordenada. Período de permanência: do 8° mês ao 12° mês.

ID 40: Fica em pé e permanece. O bebê ao ser colocado em pé, consegue ficar na posição e assim permanecer, sem apoio, mas não consegue sair da posição sozinho, sem que caia sentado, num solavanco. Também usa os móveis para ficar em pé. Período de permanência: do 8° mês ao 12° mês.

ID 41: Senta-se sem suporte: O bebê consegue sentar-se sozinho, sem ajuda ou suporte. Período de permanência: do 8° mês ao 12° mês.

ID 42: Rasteja, arrasta o quadril ou engatinha. O bebê inicia a locomover-se rastejando-se, ou arrastando o quadril, em posição sentado, ou engatinhado. Alguns bebês

podem realizar os três movimentos ou apenas um deles. Período de permanência: do 8º mês ao 12º mês.

ID 43: Consegue ficar em posição sentado. O bebê consegue sentar-se sozinho e permanecer na posição por um período de tempo relativamente longo, especialmente quando manipulando um brinquedo, sem cair para um dos lados. Pais ou cuidadores conseguem vestir o bebê na posição sentado. Quando carregados por um adulto, suporta o peso da cabeça e do tronco na posição vertical e gira a cabeça para olhar para os lados. Período de permanência: do 8º mês ao 12º mês.

ID 44: Joga-se para alguém para ficar em pé. O bebê estica os braços voluntariamente e se joga na direção de uma pessoa para ficar em pé. Período de permanência: do 8º mês ao 12º mês.

ID 45: Estica braços e pernas para ajudar a vesti-lo. Quando sentado, o bebê estica os braços e as pernas voluntariamente para ajudar a vesti-lo. Período de permanência: do 12º mês ao 18º mês.

ID 46: Explora objetos de diferentes maneiras. Com objeto em mãos, pode explorá-lo de diferentes maneiras: colocando-o na boca, jogando, batendo, etc. Observável entre o 12º mês e o 18º mês.

ID 47: Coloca e tira objetos de caixas. Ao ver caixas ou gavetas abertas, o bebê tira os objetos e os coloca dentro novamente, sem uma intenção específica de “guardar” ou “tirar para uso”. Pode tirar objetos com formato específico e coloca-los no lugar de volta de acordo com o formato (Ex.: cubos em buracos quadrados; esferas em buracos circulares). Observável entre o 12º mês e o 18º mês.

ID 48: Bate um objeto no outro. O bebê consegue manipular um objeto em cada mão, segurando com três dedos (polegar, indicador e anelar), e bater um objeto contra o outro, com o propósito de explorar o objeto. Observável entre o 12º mês e o 18º mês.

ID 49: Começa a usar objetos corretamente (copo, escova). O bebê tem coordenação suficiente para levar um copo à boca, uma escova ao cabelo ou uma escova de dentes à boca. Observável entre o 12º mês e o 18º mês.

ID 50: Pega objetos sem ajuda. Ao ver um objeto, o bebê vai em direção a ele e o pega sem pedir ajuda. Observável entre o 12º mês e o 18º mês.

ID 51: Manipula cubos e monta torres com dois cubos. Após demonstração, o bebê pode conseguir manipular cubos e montar uma torre, equilibrando dois cubos, um sobre o outro.

ID 52: Aponta com o dedo indicador. O bebê consegue fechar os quatro dedos, mantendo o indicador estendido, para apontar um objeto. Observável entre o 12º mês e o 18º mês.

ID 53: Senta-se sem precisar de ajuda. O bebê consegue sentar-se sozinho, dando um solavanco para trás ou apoiando-se primeiro com as mãos para, depois, sentar-se. Observável entre o 12º mês e o 18º mês.

ID 54: Fica em pé e caminha apoiando-se. Para caminhar, o bebê pode apoiar-se nos móveis ou segurar com uma das mãos a mão de um adulto. Observável entre o 12º mês e o 18º mês.

ID 55: Dá pequenos passos sem que o segure. Ao ficar em pé, o bebê consegue dar alguns pequenos passos sozinho, sem ajuda ou apoio. Observável entre o 12º mês e o 18º mês.

ID 56: Escala escadas. O bebê usa das mãos e das pernas nos degraus para escalar escadas. Ainda não a sobe somente com as pernas ou apoiando-se no corrimão ou na parede para subi-la. Pode descer de costas, usando as mãos e os pés. Observável entre o 12º mês e o 18º mês.

ID 57: Locomove-se engatinhando ou arrastando o quadril. Para locomover-se, o bebê engatinha ou arrasta o quadril de várias formas rapidamente. Observável entre o 12º mês e o 18º mês.

ID 58: Gosta de segurar objetos para os outros como brincadeira. O bebê consegue segurar um objeto com uma das mãos, estender o braço e apontar para uma pessoa. Observável entre o 12º mês e o 18º mês.

ID 59: Rabisca por conta própria. O bebê consegue segurar com a mão inteira uma caneta ou um lápis e rabiscar uma superfície, fazendo movimentos da esquerda para a direita. O movimento do pulso ainda é pequeno. Observável entre o 12º mês e o 18º mês.

ID 60: Caminha sozinho. Em pé, o bebê consegue caminhar sozinho, sem ajuda, com uma certa facilidade. Observável entre o 12º mês e o 18º mês.

ID 61: Pode caminhar rápido ou até correr. Alguns bebês podem caminhar com segurança suficiente para andar rápido ou mesmo começar a correr. Observável entre o 12º mês e o 18º mês.

ID 62: Empurra brinquedos enquanto caminha. Na posição em pé, mesmo começando a caminhar sozinho, consegue empurrar carrinhos de bebê de brinquedo com segurança. Quando no início do caminhar, o bebê, além de empurrar, usa o brinquedo como apoio para caminhar. Observável entre o 12º mês e o 18º mês.

ID 63: Carrega bonecos pelas pernas, cabelo ou roupa. O bebê, ao caminhar, pode carregar um boneco segurando-o pelas pernas, pelo cabelo ou pela roupa com uma das mãos. Observável entre o 12º mês e o 18º mês.

ID 64: Pode ajudar a despir-se. Ao despir o bebê, ele pode esticar e levantar braços e pernas para ajudar o pai ou cuidador a despi-lo. Observável entre o 12º mês e o 18º mês.

ID 65: Bebe em um copo. O bebê é capaz de beber em um copo com segurança, sem derrubar o conteúdo. Observável entre o 12º mês e o 18º mês.

ID 66: Come com uma colher. Na hora de comer, o bebê é capaz de segurar uma colher com uma das mãos e leva-la à boca, mesmo que algumas vezes caia o conteúdo da colher. Observável entre o 12º mês e o 18º mês.

ID 67: Joga uma bola. A criança consegue pegar uma bola com as duas mãos e jogá-la. Observável entre o 18º mês e o 24º mês.

ID 68: Caminha bem segurando um brinquedo. A criança consegue caminhar com segurança, equilibrando-se bem, e segurar um brinquedo enquanto caminha. Observável entre o 18º mês e o 24º mês.

ID 69: Bate palmas. A criança bate palmas voluntariamente, sem a necessidade de imitar um adulto. Observável entre o 18° mês e o 24° mês.

ID 70: Agacha-se para pegar um objeto. Ao ver um objeto no chão, a criança consegue flexionar os joelhos, agachar-se, pegar o objeto com uma das mãos, e levantar-se, usando uma das mãos como apoio. Observável entre o 18° mês e o 24° mês.

ID 71: Pode construir torres com 3 blocos. A criança consegue manipular cubos com uma das mãos e empilhar 3 blocos. Observável entre o 18° mês e o 24° mês.

ID 72: Pode usar mais uma mão do que a outra. Ao manipular objetos, pode-se observar a preferência pelo uso de uma das mãos. Essa preferência pode mudar ao longo do desenvolvimento da criança. Observável entre o 18° mês e o 24° mês.

ID 73: Fica na ponta dos pés. A criança pode ficar na ponta dos pés por alguns segundos. Observável entre o 18° mês e o 24° mês.

ID 74: Chuta bola. Com uma bola na frente de um dos pés, consegue chutar sem perder o equilíbrio, mas ainda com pouca força. Observável entre o 18° mês e o 24° mês.

ID 75: Começa a correr. Com o equilíbrio mais estável, a criança sente-se segura para correr sem perder o equilíbrio. Observável entre o 18° mês e o 24° mês.

ID 76: Sobe e desce escadas, segurando-se. Segurando na mão de um adulto ou apoiando-se na parede ou corrimão, a criança consegue subir e descer escadas. Observável entre o 18° mês e o 24° mês.

ID 77: Escala móveis. A criança consegue escalar móveis de diferentes alturas e, ainda, escalar um sofá ou uma cadeira de adulto e sentar-se. Observável entre o 18° mês e o 24° mês.

ID 78: Joga a bola por cima da cabeça. Com as duas mãos, a criança consegue colocar uma bola acima da cabeça e jogar. Observável entre o 18° mês e o 24° mês.

ID 79: Consegue pegar um lápis e fazer linhas retas e círculos. A criança consegue pegar um lápis com a mão inteira e fazer movimentos circulares e linhas retas. Observável entre o 18° mês e o 24° mês.

ID 80: Consegue pegar pequenos objetos. Com o movimento de pinça, usando os dedos polegar e indicador, a criança consegue pegar pequenos objetos. Observável entre o 18° mês e o 24° mês.

ID 81: Começa a comer com uma colher. Além de conseguir levar a colher à boca, a criança consegue comer sem derramar o conteúdo da colher. Observável entre o 18° mês e o 24° mês.

ID 82: Toma bebida no copo sozinho. A criança já tem a destreza de conseguir tomar bebida em um copo sozinha, sem derramar o conteúdo. Observável entre o 18° mês e o 24° mês.

ID 83: Veste-se e se despe. A criança consegue despir-se e vestir-se, mesmo que com um pouco de dificuldade. Observável entre o 24° mês e o 36° mês.

ID 84: Consegue manusear brinquedos com botões, níveis e partes móveis. Com boas habilidades de manipulação, consegue pegar objetos pequenos e manipulá-los com acurácia, encaixando botões, girando partes móveis, encaixando esferas, cubos e pirâmides em buracos no formato de círculos, quadrados e triângulos, respectivamente. Observável entre o 24° mês e o 36° mês.

ID 85: Segura um lápis com o polegar e dedos indicador e médio. A criança já consegue segurar um lápis ou uma caneta com os dedos polegar, indicador e médio e rabiscar. Observável entre o 24° mês e o 36° mês.

ID 86: Copia um círculo e faz um “V” com lápis ou giz de cera. Como consegue segurar um lápis ou giz de cera com os dedos polegar, indicador e médio, a criança pode desenhar um círculo e desenhar um “V”. Observável entre o 24° mês e o 36° mês.

ID 87: Vira páginas de um livro uma por vez. Por ter a habilidade de segurar objetos pequenos, utilizando os dedos médio e indicador com destreza, a criança consegue virar as páginas de um livro uma por vez. Observável entre o 24° mês e o 36° mês.

ID 88: Constrói torres com mais de 6 blocos. A criança consegue manipular cubos e empilhar seis ou mais cubos. Observável entre o 24° mês e o 36° mês.

ID 89: Gira tampa de frascos e maçanetas. A criança consegue segurar o objeto com tampa com uma das mãos ou braço e com a outra mão, ter força suficiente para girar e abrir o objeto na posição horizontal. Na posição vertical, consegue segurar-se na porta e girar a maçaneta. Observável entre o 24° mês e o 36° mês.

ID 90: Escala muito bem. A criança consegue escalar com segurança móveis e brinquedos, tendo noção de sua força. Observável entre o 24° mês e o 36° mês.

ID 91: Corre com facilidade. A criança consegue correr sem perder o equilíbrio, com muita segurança. Observável entre o 24° mês e o 36° mês.

ID 92: Usa um triciclo com os pés no chão. Ao ver um triciclo, a criança senta, mas ainda não consegue usar os pedais. Para locomover-se, coloca os pés no chão para levar o triciclo. Observável entre o 24° mês e o 36° mês.

ID 93: Sobe e desce escadas, um pé por degrau. A criança consegue subir e descer uma escada, um pé por degrau, apoiando-se no corrimão ou na parede. Observável entre o 24° mês e o 36° mês.

ID 94: Pula o último degrau da escada. Ao descer uma escada, a criança pode pular o último degrau com os dois pés juntos. Observável entre o 24° mês e o 36° mês.

ID 95: Agacha-se e se levanta sem o uso das mãos. Para pegar um objeto no chão, a criança consegue se agachar, pega o objeto e se levanta sem a ajuda das mãos, sem perder o equilíbrio em nenhum momento. Observável entre o 24° mês e o 36° mês.

ID 96: Joga bola para cima e para frente. Com as duas mãos, a criança consegue pegar uma bola e jogar para cima e para frente. Observável entre o 24° mês e o 36° mês.

ID 97: Caminha e chuta uma bola grande. Sem perder o equilíbrio, a criança consegue caminhar ou correr em direção a uma bola grande e chutá-la. Observável entre o 24° mês e o 36° mês.

ID 98: Tem noção do próprio tamanho em relação a objetos. Entra em caixas de papelão de acordo com seu tamanho, sai delas e cobre-se com elas sem dificuldades. Observável entre o 24° mês e o 36° mês.

ID 99: Empurra e puxa brinquedos. A criança consegue empurrar caixas grandes, brinquedos com rodinhas ou qualquer outro objeto grande, como uma cadeira, e puxar objetos que estejam amarrados a uma corda. Observável entre o 24° mês e o 36° mês.

ID 100: Usa tesoura. Com uma das mãos, consegue manipular uma tesoura sem ponta. Observável entre o 36° mês e o 48° mês.

ID 101: Constrói torres com 9 cubos ou mais. A criança consegue manipular os cubos e empilhar nove cubos ou mais. Observável entre o 36° mês e o 48° mês.

ID 102: Começa a copiar letras bastão. A criança consegue segurar o lápis próximo à ponta com a mão de preferência, entre os dedos polegar, indicador e médio, e usar com um bom controle, para copiar círculos e letras como “V”, “H” e “T”, imitar cruz. Observável entre o 36° mês e o 48° mês.

ID 103: Faz sinal com polegar para cima. Imitando um adulto, a criança consegue fechar o punho e deixar o polegar para cima. Observável entre o 36° mês e o 48° mês.

ID 104: Fica em uma perna só por 2 segundos. A criança consegue equilibrar-se em uma das pernas por dois segundos. Observável entre o 36° mês e o 48° mês.

ID 105: Corta, mistura, amassa a própria comida. Com uma colher, a criança consegue segurá-la e cortar, misturar e amassar a própria comida. Observável entre o 36° mês e o 48° mês (SHERIDAN, 2007).

ID 106: Pega uma bola que pula, na maioria das vezes. Além de conseguir quicar a bola, consegue pegar uma bola que quica em sua direção com as duas mãos. Observável entre o 36° mês e o 48° mês.

ID 107: Corre bem rápido, de costas, de lado, segurando objetos. Sem perder o equilíbrio, a criança consegue correr bem rápido para frente, correr de lado e de costas, segurando um objeto, com muita segurança. Observável entre o 36° mês e o 48° mês.

ID 108: Veste-se confiante, mas precisa de ajuda com botões e laços. A criança consegue colocar uma camiseta e uma calça ou saia. Mas, apesar de ter bem desenvolvido o movimento com o polegar e o indicador, ainda precisa de ajuda com botões e laços. Observável entre o 36° mês e o 48° mês.

ID 109: Monta um colar de contas. Com o movimento de pinça, consegue montar um colar de contas. Observável entre o 36° mês e o 48° mês.

ID 110: Anda de triciclo. A criança consegue montar no triciclo e andar utilizando os pedais. Observável entre o 36° mês e o 48° mês.

ID 111: Pode sentar-se com as pernas cruzadas. Ao sentar-se, a criança pode colocar o pé sobre a canela, cruzando as pernas. Observável entre o 36° mês e o 48° mês.

ID 112: Escala com agilidade. A criança consegue escalar com facilidade os brinquedos de escalada. Observável entre o 36° mês e o 48° mês.

ID 113: Sobe escada sozinho, com um brinquedo grande. Ao subir escada, o faz um pé por degrau, segurando um objeto grande, sem se desequilibrar. Ao descer, desce com dois pés por degrau, sempre segurando-se. Observável entre o 36° mês e o 48° mês.

ID 114: Gosta de dançar, cantar, atuar. A criança tem equilíbrio e conhecimento das habilidades motoras suficiente para conseguir dançar e realizar movimentos para atuar. Observável entre o 48° mês e o 60° mês.

ID 115: Copia um triângulo e outras formas. A criança consegue segurar o lápis como um adulto e copiar letras como “V”, “H”, “T” e “O”. Desenha pessoas com cabeça, pernas e tronco, às vezes com braços e dedos. Consegue desenhar números também. Observável entre o 48° mês e o 60° mês.

ID 116: Fica de pé numa perna só por mais de 10 segundos. A criança consegue equilibrar-se com uma perna só por até 10 segundos. Observável entre o 48° mês e o 60° mês.

ID 117: Pega objetos no chão inclinando-se com a cintura e joelhos estendidos. Para pegar um objeto no chão, a criança consegue inclinar-se e descer o tronco dobrando a cintura, com os joelhos estendidos, e voltar à posição vertical sem desequilibra-se. Observável entre o 48° mês e o 60° mês.

ID 118: Pula corda. A criança consegue pular corda, pulando preferencialmente com um dos pés. Observável entre o 48° mês e o 60° mês.

ID 119: Pode dar cambalhota. Em uma superfície macia, a criança consegue dar cambalhotas. Observável entre o 48° mês e o 60° mês.

ID 120: Pode ficar de pé, caminhar e correr na ponta dos pés. A criança consegue equilibrar-se na ponta dos pés e locomover-se de formas variadas nesta posição. Observável entre o 48° mês e o 60° mês.

ID 121: Anda de triciclo e consegue fazer curva. Além de conseguir andar de triciclo usando os pedais, a criança consegue fazê-lo com destreza em linha reta e consegue fazer curvas, sem perder o equilíbrio. Observável entre o 48° mês e o 60° mês.

ID 122: Senta-se cruzando as pernas, com os joelhos dobrados. Ao sentar-se, a criança consegue dobrar os joelhos para cruzar as pernas. Observável entre o 48° mês e o 60° mês.

ID 123: Mostra habilidade em jogos com bola. A criança consegue jogar, pegar, quicar uma bola sem dificuldade. Observável entre o 48° mês e o 60° mês.

ID 124: Sobe escadas sozinho, como um adulto. Ao subir escadas e descer escadas, a criança consegue fazer como um adulto, com um pé por degrau. Observável entre o 48° mês e o 60° mês.

ID 125: Balança-se e escala. A criança consegue se balançar e escalar com destreza nos brinquedos. Consegue escalar árvores também. Observável entre o 48° mês e o 60° mês.

ID 126: Usa garfo, colher, às vezes, faca. Com o aprimoramento do uso do polegar, a criança consegue utilizar os talheres, inclusive a faca para cortar alimentos. Observável entre o 48° mês e o 60° mês.

ID 127: Pinta desenhos desajeitadamente. Com o uso do polegar e dos dedos indicador e médio, a criança consegue pintar dentro dos espaços, mas ainda de forma desajeitada, como rabiscos e podendo ultrapassar as delimitações. Observável entre o 48° mês e o 60° mês.

ID 128: Segura o lápis com os 3 dedos com um bom controle. O uso do polegar e dos dedos indicador e médio assemelha-se ao de um adulto. Observável entre o 48° mês e o 60° mês.

ID 129: Pode construir uma torre vertical com cubos. Além de torre vertical, pode construir modelos mais elaborados com cubos. Observável entre o 60° mês e o 72° mês.

ID 130: Pode escrever o nome completo. Com bom controle na escrita e no desenho com lápis e pinceis, consegue escrever o nome completo, respeitando as curvas das letras de seu nome. Copia letras como “V”, “T”, “H”, “O”, “L”, “A”, “C”, “U” e “Y”. Também escreve algumas letras espontaneamente. Observável entre o 60° mês e o 72° mês.

ID 131: É ágil, pula corda e dança com facilidade. A criança consegue mover-se com agilidade e ritmicamente com música. Observável entre o 60° mês e o 72° mês.

ID 132: Caminha facilmente sobre uma linha. Além disso, tem plena habilidade para escalar, escorregar, remexer-se e pular alternando as pernas. Observável entre o 60° mês e o 72° mês.

ID 133: Fica de pé em uma perna só por 10 segundos, com os braços cruzados. Consegue ficar de pé, em uma perna só, esquerda ou direita, por dez segundos, com os braços cruzados. Também consegue pular dois ou três metros para frente com cada pé separadamente. Observável entre o 60° mês e o 72° mês.

ID 134: Pode se inclinar e alcançar os dedos dos pés sem dobrar os joelhos. Na posição vertical, a criança pode se inclinar para frente, dobrando a cintura até alcançar os dedos dos pés sem dobrar os joelhos. Observável entre o 60° mês e o 72° mês.

ID 135: Pode correr e pular com um bom senso de balanço. A criança consegue correr pulando, sem perder o equilíbrio. Observável entre o 60° mês e o 72° mês.

ANEXO D: Cognição

Cognição pode ser definida como um construto complexo constituído de processos de pensamentos pelos quais um indivíduo registra, decodifica, seleciona, mantém, transforma, estoca e recupera informação (BHATNAGAR; TANEJA, 2007). Todos esses processos acontecem no cérebro, que se desenvolve muito rapidamente nos primeiros anos de vida, quando comparado com outras partes do corpo humano (BENTON, 2010b).

O cérebro está organizado em áreas específicas que se distinguem funcionalmente umas das outras pelo número e tipos de neurônios em cada uma delas e como esses neurônios estão conectados como consequência do desenvolvimento. Os padrões específicos de interconexão e a organização funcional resultante do circuito neuronal nas diferentes áreas do cérebro é o que está subjacente à singularidade do comportamento: todos os comportamentos, do mais simples ao mais complexo, são produtos da sinalização entre neurônios interconectados (KANDEL *et al.*, 2013).

Para compreender o controle neural de qualquer comportamento se faz necessário identificar as regiões do cérebro responsáveis por cada componente de um determinado comportamento, analisar as conexões neurais entre essas regiões e conhecer o seu desenvolvimento (KANDEL *et al.*, 2013). A seguir, a composição e organização do sistema nervoso central, bem como sua formação ao longo do desenvolvimento, desde a concepção até depois do nascimento, é mostrada de forma simples e breve, no intuito de facilitar a compreensão do desenvolvimento cognitivo infantil.

Os neurônios são a unidade básica funcional do cérebro. Eles se diferenciam das outras células do corpo porque se comunicam recebendo e transmitindo informação (LAGERCRANTZ, 2016). São células especialmente adaptadas para gerar um sinal elétrico, mais frequentemente na forma de impulso breve que se autopropaga, chamado de potencial de ação, que viaja pelas partes da célula: **dendritos**, **corpo celular**, **axônio** e **terminais pré-sinápticos**, que correspondem, respectivamente, às seguintes funções: entrada, integração, condução e saída de impulsos elétricos. Os impulsos são transmitidos por espaços de contato chamados **sinapses**²⁷. Os impulsos que chegam em uma sinapse de uma célula pré-sináptica

²⁷ As sinapses podem ser de dois tipos principais: (i) químicas, quando a terminação do neurônio secreta substâncias químicas chamadas de neurotransmissores; ou (ii) elétricas, quando conduzem eletricidade de uma célula à outra (HILL, R. W.; WYSE; ANDERSON, 2012).

causam a liberação de substâncias químicas chamadas de **neurotransmissores** no espaço sináptico. Os neurotransmissores exercem efeitos fisiológicos específicos na célula pós-sináptica pela ligação aos receptores desses neurotransmissores. As sinapses, portanto, permitem a conversão de um estímulo químico a um elétrico e de um elétrico a um químico. É no corpo celular de um neurônio onde ocorre a integração de sinais e a geração de impulsos. Um único neurônio recebe milhares de contatos sinápticos de outros neurônios. Os neurotransmissores liberados através de algumas sinapses excitam o neurônio, ao passo que aqueles liberados por outras sinapses podem inibi-lo. Os axônios de vertebrados são envolvidos por **bainha de mielina**²⁸, responsável pelo aumento da velocidade da propagação de impulso nervoso. As **células da glia**, ou neuroglia, são as células de suporte de todo o sistema nervoso. Diferentes células da glia executam diferentes funções no sistema nervoso. As **células de Schwann**, no sistema nervoso periférico, e os **oligodendrócitos**, no sistema nervoso central, formam a bainha de mielina ao redor de axônios. Os **astrócitos** envolvem os capilares e atuam como um intermediário metabólico entre os neurônios e o suprimento circulatório, capturando neurotransmissores do espaço extracelular e auxiliando no suprimento de substratos metabólicos para o neurônio, além de regular a concentração de íons e de ter importante função do desenvolvimento do sistema nervoso. As **células da microglia** mediam respostas imunitárias no tecido nervoso e podem atuar como fagócitos, consumindo patógenos e restos de células em caso de dano no tecido cerebral (fig. 01) (HILL, R. W.; WYSE; ANDERSON, 2012).

²⁸ Bainha de mielina é um invólucro isolante formado por membranas de células da glia que aumentam a velocidade de transmissão do impulso elétrico (HILL, R. W.; WYSE; ANDERSON, 2012).

Figura 01: Células que compõem o sistema nervoso.

Fonte: Adaptado de Hill, Wayse and Anderson, 2012

Em **A**, são mostradas as quatro regiões funcionais do neurônio. As descrições na figura fornecem um modelo funcional de um neurônio, mostrando propriedades típicas de cada uma das partes da célula. O *input* sináptico (entrada de sinal) frequentemente ocorre no corpo celular, assim como nos dendritos, por exemplo, e alguns dendritos podem gerar potenciais de ação. Em **B**, é mostrada a estrutura celular do neurônio. Cada neurônio tem um corpo celular e extensões chamadas axônios e dendritos. O axônio desta célula é mielinizado. Os axônios nas terminações, onde se encontram as vesículas sinápticas, estocam neurotransmissores para a transmissão sináptica. Em **C**, são mostradas as células da glia. Há quatro tipos de células da glia no sistema nervoso de vertebrados. As células de Schwann embainha os axônios no sistema nervoso periférico. Os oligodendrócitos embainham axônios no sistema nervoso central. Os astrócitos são as células de suporte metabólico no sistema nervoso central. As células da micróglia são fagócitos relacionadas às células do sistema imunitário (Adaptado de Hill, Wyse and Anderson, 2012).

Como colocado anteriormente, as sinapses são pontos de contato de um neurônio a outro. São as conexões e as propriedades das sinapses que determinam a performance - e a melhora dessa performance - do cérebro. Ademais, as sinapses podem mudar suas propriedades funcionais, ao que se dá o nome de plasticidade sináptica. As ações das sinapses podem mudar a si próprias, tornando-se uma conexão fraca ou forte, além de também produzir mudanças de longa duração nas células pós-sinápticas. É esta modulação dos processos sinápticos que promovem mudanças funcionais no sistema nervoso, tanto durante o desenvolvimento, quanto no aprendizado e na memória (HILL, R. W.; WYSE; ANDERSON, 2012).

Memória é o nome que se dá à estocagem de informação que ocorre no córtex (fig. 06), podendo ocorrer também nas regiões basais do cérebro e na medula espinhal em pequenas quantidades. Cada vez que determinados tipos de sinais sensoriais passam através

da sequência de sinapses, estas sinapses se tornam mais capazes de transmitir o mesmo tipo de sinal da próxima vez, processo esse chamado de **facilitação**. Uma vez que os sinais sensoriais passaram pelas sinapses inúmeras vezes, as sinapses se tornam tão facilitadas que os sinais gerados no cérebro podem também causar a transmissão de impulsos através da mesma sequência de sinapses, mesmo na ausência de entrada de sinal (*input*) sensorial. Isto dá à pessoa a percepção de experimentar as mesmas sensações, apesar de as percepções serem somente memórias de sensações (HALL, 2011).

Uma vez que as memórias foram armazenadas no sistema nervoso, o processo de pensamento compara as novas experiências sensoriais com as memórias armazenadas. Essas memórias previamente guardadas auxiliam na seleção das novas informações sensoriais mais importantes. Em termos bioquímicos, essas novas informações formam novos canais de membrana no neurônio para que, quando ativados no futuro, as informações sejam acessadas (HALL, 2011).

O sistema nervoso central é composto pela **medula espinhal** e pelo **cérebro**. A **medula espinhal** recebe informações sensoriais da pele, das articulações, dos músculos do tronco e dos membros e contém motoneurônios²⁹ responsáveis pelos movimentos voluntários e pelos reflexos. É dividida em um centro com substância cinza, que contém corpos celulares de neurônios, envolto por substância branca, com grande presença de axônios mielinizados. Diferentes classes de axônios emergem da região dorsal da medula e transmitem informações sensoriais de dor, temperatura, toque e das vísceras. A região ventral corresponde aos axônios de motoneurônios que inervam os músculos. Já o cérebro é composto por seis regiões: **medula, ponte, mesencéfalo, cerebelo, diencéfalo e telencéfalo** – todas encontradas nos dois hemisférios (fig. 02). Medula, ponte e mesencéfalo formam o **tronco encefálico**. A **medula**, a porção mais caudal do tronco encefálico, é uma extensão direta da medula espinhal e participa da regulação da pressão sanguínea e da respiração, além de conter grupos de neurônios que mediam paladar, audição, controle do pescoço e dos músculos faciais. A região ventral da **ponte** contém um grupo de neurônios que transmitem informações sobre movimento e sensações do córtex cerebral ao cerebelo, enquanto que a região dorsal contém estruturas envolvidas na respiração, paladar e sono. O **mesencéfalo**, a menor porção do

²⁹ Motoneurônio, ou neurônios eferentes, são neurônios que transmitem impulsos do Sistema Nervoso Central (SNC) ao órgão efector (FOX, S. I., 2011).

tronco encefálico, promove importantes conexões entre componentes do sistema motor, particularmente o cerebelo, gânglios da base e hemisférios cerebrais, além de conter componentes dos sistemas de audição e visão, como o controle do músculo extraocular que controla o movimento dos olhos. O **cerebelo** é importante para a manutenção da postura e coordenação da cabeça, dos olhos e do movimento dos braços, além de estar envolvido no aprendizado de habilidades motoras. Ele recebe informações sobre o balanço vindo dos órgãos vestibulares do ouvido interno e informações motoras e sensoriais vindas de várias áreas do córtex cerebral. O **diencéfalo** contém as duas maiores subdivisões: o **tálamo** e o **hipotálamo**. O **tálamo** é ligação essencial na via das informações da periferia para as regiões sensoriais dos hemisférios cerebrais, além de interconectar os gânglios da base com regiões do córtex cerebral relacionadas com movimento e cognição. O **hipotálamo** regula a homeostase e diversos comportamentos reprodutivos. É componente essencial do sistema motivacional, iniciando e mantendo comportamentos que o organismo julga aversivo ou de recompensa. É no hipotálamo que se encontra o núcleo supraquiasmático, responsável por regular os ritmos circadianos (ritmos internos relacionados ao ciclo luz/escuridão). O diencéfalo também influencia nos níveis de atenção e consciência. Os **hemisférios cerebrais** são a maior parte do cérebro humano e consiste do **córtex cerebral**, a substância branca, formado por três estruturas: **gânglios da base**, **amígdala** e **hipocampo**. Os hemisférios cerebrais têm funções de percepção, motoras e cognitivas, incluindo memória e atenção. Os dois hemisférios são interconectados pelo **corpo caloso**. A **amígdala** é responsável pela expressão das emoções; o **hipocampo**, pela formação da memória; e os **gânglios da base**, pelo controle do movimento e aspectos do aprendizado motor. Outras duas regiões do córtex cerebral são o **córtex cingulado**, que envolve a superfície dorsal do corpo caloso e é responsável pela regulação das emoções e cognição, e o **córtex insular** (ou ínsula), responsável pela regulação das emoções e homeostase³⁰. O córtex pode ser dividido em quatro lobos principais: **frontal**, **parietal**, **temporal** e **occipital**, nomeados a partir dos ossos craniais. Cada lobo inclui muitas sub-regiões funcionais distintas, como o lobo parietal, por exemplo, que compreende das regiões com funções auditivas, visuais e de memória (KANDEL *et al.*, 2013). Para chegar às estruturas descritas, muitas transformações ocorreram desde a concepção ao nascimento de um indivíduo. Até a quinta semana de gestação, os dois

³⁰ Homeostase é o nome dado à tendência dos organismos a manterem uma relativa estabilidade interna (RANDALL; BURGGREN; FRENCH, 1997).

hemisférios cerebrais, córtex, bulbo, cerebelo e medula espinhal estão formados (fig. 03) (LENT, 2010). As células nervosas finalizam a proliferação e a migração até a 24ª semana, enquanto que o desenvolvimento das células da glia, mielinização, seleção e reorganização das células nervosas se iniciam durante a gestação e continuam depois do nascimento até a fase adulta, concentrando-se nos 2 primeiros anos de vida (fig. 04) (LAGERCRANTZ, 2016).

Figura 02: Sistema Nervoso Central (SNC).

Fonte: Adaptado de Banich and Compton (2011) e Fox (2011)

Em **A**, são mostradas as principais regiões do cérebro humano: medula espinhal, bulbo, cerebelo, ponte, mesencéfalo, diencéfalo (tálamo e hipotálamo) e córtex cerebral. Medula, ponte, e mesencéfalo constituem o tronco cerebral. Amígdala e hipocampo são mostrados sobre pituitária e mesencéfalo, apontados com linhas tracejadas. Em **B**, é mostrado o diencéfalo, que consiste do hipotálamo e do tálamo. O hipotálamo é responsável

pelo controle de comportamentos para que o corpo mantenha o equilíbrio, e isto se deve, em parte, pelas conexões com o sistema hormonal, em particular com a glândula pituitária. O tálamo é o principal ponto de retransmissão de informações que vão e voltam do córtex. A fatia mostra a posição das estruturas que compreendem o diencéfalo e as regiões do córtex cerebral que o envolvem. Em C, são mostrados os principais lobos e sulcos em visão (i) lateral; (ii) superior; e (iii) do hemisfério esquerdo, mostrando as principais áreas sensoriais e motoras do córtex cerebral. (Adaptado de Banich and Compton (2011) e Fox (2011)).

Figura 03: Desenvolvimento do Sistema Nervoso Central (SNC) durante a gestação.

Fonte: Lent, 2010.

A primeiras estruturas a serem formadas, logo após o fechamento do tubo neural³¹, são o prosencéfalo, o mesencéfalo e o rombencéfalo, no primeiro mês de vida. No segundo mês de gestação, o prosencéfalo forma o telencéfalo e o diencéfalo, o mesencéfalo pouco se modifica, o rombencéfalo subdivide-se em metencéfalo e mielencéfalo e o tubo neural transforma-se gradativamente em uma medula espinhal primitiva. Mais adiante, o telencéfalo cresce para os lados e para trás e forma os dois hemisférios cerebrais, incluindo o córtex e os núcleos da base. O mesencéfalo dá origem ao cerebelo e à ponte. O bulbo é formado a partir do mielencéfalo. Ao final,

³¹O tubo neural é formado a partir do dobramento da placa neural, formada, por sua vez, pelo espessamento de camadas do embrião formadas após sucessivas divisões celulares que ocorrem logo após a fecundação (LENT, 2010).

a medula espinhal primitiva cresce por igual e dá origem à medula espinhal. Todas essas transformações anômicas do sistema nervoso central ocorreram até o quarto, quinto mês de gestação (LENT, 2010).

Figura 04: Desenvolvimento do Sistema Nervoso Central da gestação à fase adulta.

Fonte: Lagercrantz, 2016.

Após o fechamento do tubo neural, ocorre a proliferação e a migração das células nervosas. Os neurônios são gerados durante a décima e a vigésima semana de gestação, resultando, ao final, nos 86 bilhões de células nervosas, das quais algumas serão perdidas e muitas outras irão permanecer por toda a vida, com reposição em algumas áreas, como no hipocampo. Na 40ª semana de gestação, o cérebro está formado, com todas as suas partes bem definidas. Aos 2 anos de idade, o peso do cérebro é muito próximo do peso do cérebro de um adulto (Lagercrantz, 2016).

ANEXO E: Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Cognitivo: Descrição

Os comportamentos são observáveis dentro de uma “janela de tempo”, ou seja, eles aparecem entre os períodos marcados como “INÍCIO” e “FIM” na Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Cognitivo (fig. 1). Não necessariamente o comportamento não é mais exibido após o tempo delimitado como “FIM”, ao contrário da Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Motor. Exemplo: O bebê faz sons guturais no 1º mês. No 3º mês de vida, vocaliza. No 4º mês, começa a balbuciar, e, no 6º mês, começa a falar as vogais “a”, “e” e “o”. Não significa que no 6º mês a criança não emitirá sons guturais, deixará de vocalizar ou de balbuciar. Apenas serão cada vez menos constantes, sendo substituídos gradativamente por uma forma mais elaborada de comunicação utilizando a voz. A não observação nos períodos delimitados deve sinalizar para uma investigação mais detalhada do desenvolvimento da criança por parte de um profissional.

Figura 1: Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Cognitivo: 1º mês.

São mostrados apenas as respostas cognitivas que se iniciam no primeiro mês de vida (Mês de referência: 1). As barras em cor violeta hachuradas mostram o tempo de duração de cada resposta.

ID 1: Longos períodos dormindo, curtos períodos acordado. O neonato dorme a maior parte do tempo na primeira semana. Os períodos em que fica acordado aumentam gradualmente. Período de permanência: 1º mês.

ID 2: Sensível à luz e som. Bebê assusta-se com som alto e luz muito forte. Período de permanência: 1º mês.

ID 3: Contato com seu cuidador é feito através dos olhos. O bebê olha fixamente para os olhos de seu cuidador para estabelecer contato, principalmente se os olhos do cuidador forem escuros, por conta do alto contraste. Período de permanência: 1º mês.

ID 4: Segue uma caneta com luz a 30cm de distância com os olhos. Como o bebê é sensível à luz, mas ainda não enxerga bem, acompanha uma caneta com luz na ponta quando esta está a, no máximo, 30 cm de distância de seus olhos. Período de permanência: 1º mês.

ID 5: Fixa o olhar em objetos de 15 cm a 25 cm de distância dos olhos. O bebê consegue identificar a presença de um objeto quando este está entre 15 e 25 cm de distância de seus olhos. Período de permanência: 1º mês.

ID 6: Enxerga borrões. A visão ainda não está completamente formada. Por isso, enxerga as faces como borrões³², mas consegue detectar movimento do rosto quando este estiver a, no máximo, 30 cm de distância. Período de permanência: 1º mês.

ID 7: Assusta-se com barulhos repentinos. A audição já está formada desde antes do nascimento e o bebê assusta-se com barulhos repentinos, até com o próprio espirro. Período de permanência: 1º mês.

ID 8: Acompanha movimentos de objetos com os olhos. Como a visão ainda não está completamente desenvolvida, o bebê consegue acompanhar, com os olhos, objetos que estejam próximo de seu rosto e que se movimentem devagar. Período de permanência: 1º mês.

ID 9: Prefere estímulos faciais simples. Como a visão ainda não está completamente formada, o bebê presta atenção a expressões faciais simples e bem caracterizada (Ex.: A boca bem aberta ao falar com a criança) e parece não ficar atento a expressões complexas (Ex.: fazer caretas que envolvam muitos músculos faciais). Período de permanência: 1º mês.

ID 10: Piscar (flash de luz ou sopro). Ao apontar um flash de luz ou soprar no olhos do bebê, ele pisca. É um reflexo para toda vida. Observável a partir do 1º mês.

³² VER ANEXO N

ID 11: Responde ao toque e à dor. Assim que nasce, o bebê já responde ao toque e à dor com choro, ao contrário do que se pensava há algumas décadas. Período de permanência: 1º mês.

ID 12: Distingue doce, salgado, amargo (prefere o doce). Pesquisadores mostraram que o bebê, assim que nasce, tem suas papilas gustativas funcionando perfeitamente e que há preferência por sabores adocicados. Muitos pesquisadores colocam que esta seja uma característica filogenética importante, mantida ao longo da evolução, para evitar alimentos venenosos. É importante ressaltar que não se deve dar doces ou adoçar alimentos pelo menos até os dois anos de idade. Observável a partir do 1º mês.

ID 13: Distingue cheiros (prefere o da mãe ou do leite materno). O olfato já está desenvolvido no neonato. O bebê prefere cheiros suaves e se sente seguro com o cheiro da mãe o do leite de sua mãe. Período de permanência: 1º mês.

ID 14: Prefere sons complexos e harmônicos. Com a audição já desenvolvida, o bebê prefere ouvir sons complexos e harmônicos, reconhecendo diferenças entre notas e timbres. Observável a partir do 1º mês.

ID 15: Reconhece diferença entre os sons. O bebê consegue reconhecer diferenças entre diferentes timbres, pois a audição já está bem desenvolvida. Observável entre o 1º e o 6º mês, podendo ser mantido dependendo dos estímulos recebidos do ambiente.

ID 16: Move-se na direção do som. O bebê, ainda com a pouca autonomia de movimentos, ao ouvir um som próximo, tenta mover-se na direção dele. Observável no 1º mês.

ID 17: Emite sons guturais quando feliz. Quando feliz, o bebê olha para o cuidador e emite sons guturais. Observável no 1º mês.

ID 18: Chora quando desconfortável ou com fome. O choro é a forma de comunicação do bebê. Quando sentir dor, fome, frio ou calor, ou precisar que a fralda seja trocada, ou quando se sentir “sozinho”, ele irá chorar na mesma modulação. Nos meses seguintes, o choro muda a forma e a intensidade dependendo do tipo de necessidade do bebê. Observável no 1º mês.

ID 19: Move lábios e língua em resposta ao cuidador. Na tentativa de imitar o cuidador falando com ele, o bebê move lábios e línguas. Observável no 1º mês.

ID 20: Inicia vocalização. Bebê inicia a produção de sons na tentativa de imitar a fala do cuidador. Observável no 1º mês.

ID 21: Para de chorar quando falam com ele ou o pegam no colo. Ao sentir-se sozinho e inseguro, o bebê chora na busca de segurança. Ao sentir-se seguro, para de chorar. Observável no 1º mês.

ID 22: Aceita passivamente banho e ser vestido. O bebê é hipertônico nos membros e hipotônico no tronco e incapaz de movimentos voluntários. Por isso, aceita passivamente o banho e ser vestido pelo cuidador. Observável no 1º mês.

ID 23: Capaz de reconhecer eventos de dias ou semanas atrás. Após as primeiras semanas, o bebês começa a reter memória e reconhece acontecimentos anteriores. Observável entre 1º mês e 6º mês.

ID 24: Memória da identidade e da localização de objetos. Ao mostrar o objeto uma vez, o bebê se excita pela novidade. Após várias vezes em que é mostrado, o bebê não mais se surpreende, mostrando que houve memorização do objeto. Ao ser mostrado o mesmo objeto, ele o reconhece e passa a procura-lo no local de costume. Observável no final do 1º mês ao 6º mês.

ID 25: Mostra algum conhecimento da característica de um objeto. O bebê parece reconhecer a necessidade de suporte de um objeto, a solidez e outras características. Observável no final do 1º mês ao 6º mês.

ID 26: Reconhece a continuidade de um objeto. O bebê consegue inferir sobre a continuidade de um objeto quando porções desse objeto estão cobertas, tendo a noção de continuidade desse objeto (fig. 02). Observável no final do 1º mês ao 6º mês.

Figura 02: Percepção da unidade de um objeto.

Fonte: Slater (2001).

No teste de percepção da unidade de um objeto, o bebê passa pela fase de habituação, na qual uma caixa é colocada na frente do bastão (1). Depois, a caixa é retirada e o bastão é mostrado por completo (2) e, em seguida, dois bastões menores, do tamanho do bastão inteiro (3). O bebê acompanha a fase 3 como se fosse um único bastão e não dois, sugerindo que, para ele, o bastão estava atrás da caixa. Em todas as fases, os objetos são movidos da direita para a esquerda.

ID 27: Inicia a categorização. O bebê começa a separar os objetos por categorias baseado em atributos perceptíveis. Observável no final do 1º mês ao 6º mês.

ID 28: Atento à quantidade (1 – 4). O bebê começa a perceber quantidades de até no máximo quatro objetos. Observável no final do 1º mês ao 6º mês.

ID 29: Piscada defensiva: Bebê pisca ao sentir perigo vindo em sua direção. Observável no final do 2º mês ao 6º mês.

ID 30: Olha para as próprias mãos e brinca com os dedos. Bebê reconhece a presença das próprias mãos e começa a brincar com os próprios dedos, aproximando as mãos uma da outra. Observável no final do 2º mês ao 4º mês.

ID 31: Reconhece o cuidador e objetos familiares. O bebê já tem condições de reconhecer o cuidador de outras pessoas e objetos que são usados normalmente. Observável no final do 2º mês ao 4º mês.

ID 32: Choro passa a ser mais expressivo. A criança passa a chorar de maneiras diferentes de acordo com diferentes necessidades (fome, desconforto, dor, sono). Observável no final do 2º mês ao 4º mês.

ID 33: Procura pelos sons. Ao ouvir um som ou pessoa falando, move-se na direção do som. Observável no final do 2º mês ao 4º mês.

ID 34: Fixa olhar em objetos e pessoas. Ao ver um objeto novo ou pessoa nova, o bebê fixa o olhar, ficando um período sem piscar. Observável no final do 2° mês ao 3° mês

ID 35: Consegue enxergar mais cores e focar um pouco mais. A acuidade visual vai se aprimorando e o bebê consegue uma visão mais definida, mas ainda com borrões³³. Enxerga uma quantidade maior de cores. Observável do 2° mês ao 3° mês.

ID 36: Acalma a si mesmo. O bebê, ao chorar, em situações que não sejam de dor, fome e muito desconforto, consegue parar por si só, sem a necessidade de um adulto pegá-lo ou conversar com ele. Observável do 2° mês ao 3° mês.

ID 37: Faz sons de crrrr (arrulho): O bebê passa de sons guturais a emitir sons mais elaborados do aparelho vocal. Observável do 2° mês ao 3° mês.

ID 38: Presta atenção a rostos. O bebê fixa o olhar nos rostos das pessoas e observa a movimentação da musculatura facial. Observável do 2° mês ao 3° mês.

ID 39: Começa a irritar-se com atividades repetitivas. O bebê chora quando se cansa da repetição de alguma atividade. Observável do 2° mês ao 3° mês.

ID 40: Prefere imagens bem delimitadas e de alto contraste. A acuidade visual ainda está em desenvolvimento. Enxerga quase todo o espectro de cores. A melhoria depende de estímulos. Observável do 2° mês ao 3° mês.

ID 41: Reconhece o rosto da mãe. O bebê tem a memória do rosto da mãe/cuidador. Observável do 2° mês ao 3° mês.

ID 42: Enxerga melhor, com bordas mais definidas. A acuidade visual do bebê está próxima da de um adulto. Enxerga praticamente todo o espectro de cores. Observável do 3° mês ao 6° mês.

ID 43: Segue adulto com os olhos. Bebê consegue seguir a movimentação de um adulto com os olhos e com a cabeça. Observável do 3° mês ao 6° mês.

ID 44: Coloca as mãos no rosto. Bebê percebe as próprias mãos e as leva até o rosto para vê-las. Observável do 3° mês ao 6° mês.

³³ VER ANEXO N

ID 45: Move a cabeça na direção da fonte sonora. Ao ouvir um som, o bebê consegue localizá-lo e virar a cabeça na direção da fonte sonora. Observável do 3º mês ao 6º mês.

ID 46: Sorri ao ouvir vozes familiares e ao ser tocado. Ao ouvir sons familiares e ao ser tocado, o bebê sorri por se sentir seguro e ser cuidado. Observável do 3º mês ao 6º mês.

ID 47: Chora ao ouvir gritos. Bebês reconhecem a agressividade que há nos gritos e chora, por se sentir inseguro. Observável do 3º mês ao 6º mês.

ID 48: Chora quando entediado ou desconfortável. Quando desconfortável ou entediado, o bebê chora para ter companhia ou para que o mudem de posição, quando ainda não tem motricidade suficiente para tal. Observável do 3º mês ao 6º mês.

ID 49: Fica feliz com o som da água do banho, passos e vozes familiares. O bebê gosta de cuidados, e banho é sinal de ser cuidado e de receber toque, por isso sorri. Ao reconhecer passos e vozes familiares, sente-se seguro e por isso sorri. Observável do 3º mês ao 6º mês.

ID 50: Vocaliza e faz contato visual quando é tocado. Ao ser tocado, o bebê se comunica com o cuidador com os olhos e vocaliza, tentando comunicar-se. Observável do 3º mês ao 6º mês.

ID 51: Fixa o olhar, sem piscar, nos olhos do cuidador quando alimentado. Ao ser amamentado ou quando se dá a mamadeira, o bebê olha fixamente para os olhos do cuidador, sem piscar. Observável do 3º mês ao 6º mês.

ID 52: Gosta de banho e rotinas de cuidado. Ao ser cuidado, o bebê sente-se seguro e, por isso, demonstra estar feliz, sorrindo ou vocalizando. Observável do 3º mês ao 6º mês.

ID 53: Vocaliza para ter companhia. Ao se sentir sozinho, o bebê vocaliza como se chamasse alguém para lhe fazer companhia. Observável do 3º mês ao 6º mês.

ID 54: Distingue rostos femininos e masculinos. A acuidade visual do bebê é suficiente para ele conseguir distinguir traços de rostos femininos e masculinos. Observável do 3º mês ao 6º mês.

ID 55: Começa a perceber profundidade. Com o desenvolvimento da visão, o bebê começa a perceber profundidade, ou seja, perceber que está em um nível mais alto que uma superfície de suporte (fig. 03). Observável do 3º mês ao 4º mês.

Figura 03: Percepção de profundidade.

Fonte: Santrock (2011).

Para averiguar a percepção de profundidade pelo bebê, ele é colocado em uma plataforma cuja superfície é parcialmente quadriculada e parcialmente de vidro. Na parte de vidro, o bebê consegue ver a continuidade da superfície quadriculada em um nível menor do que o da superfície de apoio. O pesquisador chama a atenção da criança para que se dirija até ele, na tentativa de fazê-la atravessar pela superfície de vidro. Com a percepção de profundidade, o bebê não atravessa, por perceber a diferença de profundidade entre a superfície de apoio quadriculada onde está e a superfície quadriculada em nível inferior ao dele.

ID 56: Ri espontaneamente e alto. Com o aparelho vocal em desenvolvimento, o bebê consegue rir alto e espontaneamente, expressando emoção ou afetividade. Observável do 4º mês ao 6º mês.

ID 57: Copia movimentos faciais (sorrisos e caretas). O bebê consegue observar e imitar sorrisos e caretas feitas pelos adultos. Observável do 4º mês ao 5º mês.

ID 58: Gosta de brincar com pessoas. O bebê responde e gosta de brincar com pessoas, respondendo com risos e sorrisos. Observável do 4º mês ao 5º mês.

ID 59: Pode chorar quando a brincadeira acaba. O bebê manifesta a insatisfação do fim da brincadeira com choro. Observável do 4º mês ao 5º mês.

ID 60: Começa a balbuciar. Os sons guturais vão sendo aprimorados e a criança começa a balbuciar. Observável do 4º mês ao 6º mês.

ID 61: Chora de diferentes maneiras. O choro do bebê começa a ser diferente e distinguível para diferentes situações e necessidades do bebê. Observável do 4º mês ao 5º mês.

ID 62: Quando triste, olha para pais ou cuidador. Ao se sentir triste, ou por desconforto, necessidade ou porque está entediado, o bebê olha para cuidador com cara de choro no intuito de ser atendido. Observável do 4° mês ao 6° mês.

ID 63: Responde à afeição. O bebê responde ao cuidado, ao carinho e à afeição, seja por uma voz mais tranquila ou um olhar de afeto, com sorriso ou riso. Observável do 3° mês ao 5° mês.

ID 64: Reconhece familiares e objetos à distância. Com a acuidade visual em progresso, bebês conseguem reconhecer pessoas e objetos familiares à distância. Observável do 4° mês ao 5° mês.

ID 65: Reage de maneiras diferentes a diferentes tons de voz. O bebê ri ou sorri quando o tom da voz denota carinho, cuidado, alegria, e chora quando denota raiva ou quando briga com ele. Observável do 4° mês ao 6° mês.

ID 66: Está atento às pessoas. Como já consegue reconhecer pessoas que lhe são familiares, fica mais atento às pessoas, olhando para traços do rosto na tentativa de reconhece-las e memoriza-las. Também está mais atenta a gestos. Observável do 4° mês ao 6° mês.

ID 67: Prefere objetos complexos para olhar e de cores fortes. Com maior acuidade visual e reconhecimento do espectro de cores, o bebê prefere objetos com mais linhas e formas diferentes, alto contraste e bem coloridos. Observável do 4° mês ao 6° mês.

ID 68: Sono é mais regular. É possível observar um padrão de sono no bebês, com horários mais regulares. Observável do 4° mês ao 6° mês.

ID 69: Sabe que tem 1 mãe/cuidador(a) e se irrita se várias imagens são mostradas. Como o bebê já sabe que tem apenas uma mãe ou um cuidador, ele fica perplexo ao serem mostradas várias imagens da mãe/cuidador(a) e se irrita. Observável do 4° mês ao 6° mês.

ID 70: Tem preferência por cores. O bebê já enxerga o espectro de cores e tem preferência por tons de azul, vermelho e, por último, verde. Tanto a preferência como o reconhecimento de cores dependem de estimulação por parte do cuidador(a). Observável do 4° mês ao 6° mês.

ID 71: Percebe e prevê a trajetória de um objeto. Ao jogar uma bolinha que passará por trás de um obstáculo que impedirá a criança enxergar a trajetória da bolinha, ela continuará olhando para onde a bolinha provavelmente aparecerá novamente (fig. 04). Observável do 4º mês ao 9º mês.

Figura 04: Percepção da trajetória de um objeto.

Fonte: Santrock (2011).

No teste de percepção da trajetória de um objeto, uma bola é jogada e passa atrás de uma parede que impede que parte da trajetória seja vista. O bebê acompanha o movimento da bola até depois da passagem da bola atrás da parede. Mesmo que a bola pare atrás da parede, o bebê continua olhando no sentido de a bola ter passado atrás da parede, demonstrando que reconhece a trajetória que a bola faria, caso não tivesse parado atrás do obstáculo.

ID 72: Percebe o limite entre as cores. O bebê começa a perceber a diferença entre os tons, como entre o laranja e o vermelho, por exemplo. Observável do 4º mês ao 6º mês.

ID 73: Recorda-se de sequências de ações passadas há semanas. Com o desenvolvimento da memória de curto prazo, o bebê consegue repetir ações executadas ou imitadas semanas anteriores. Observável do 6º mês ao 12º mês.

ID 74: Procura por um objeto escondido. Ao esconder um objeto na frente do bebê ou quando a bola rola atrás de um obstáculo e não aparece, o bebê procura pelo objeto. Observável do 6º mês ao 12º mês.

ID 75: Começa a entender a lei da Física de causa e efeito. Ao jogar um objeto, o bebê sabe que irá cair, por exemplo. Entende que as ações há reações. Observável do 6º mês ao 12º mês.

ID 76: Tem ações intencionais e planejadas. O bebê não age por acaso, mas com alguma intenção. Por exemplo, joga uma bola com sino para ouvir o som, ou para vê-la quicar, ou porque é engraçado ver o adulto pegar o objeto. Observável do 6º mês ao 12º mês.

ID 77: Entende a representação de algumas palavras. Por ter a memória de curto prazo em desenvolvimento, o bebê entende que algumas palavras representam. O “não” pode representar atenção ou que o cuidador está falando sério, não está brincando, ou que há uma proibição, por exemplo. Observável do 6° mês ao 12° mês.

ID 78: Categoriza com base na função ou significado. O bebê começa a entender que uma bola serve para jogar e quicar e um papel para amassar, por exemplo. Observável do 6° mês ao 12° mês.

ID 79: Move a cabeça em todas as direções por curiosidade. O bebê move a cabeça para encontrar sons, objetos a seu redor. Observável do 6° mês ao 9° mês.

ID 80: Ajusta braços e mãos na direção de um objeto. O bebê consegue identificar a direção de um objeto, olhar para ele e ajustar braços e mãos para tentar alcançá-lo. Observável do 6° mês ao 9° mês.

ID 81: Quando objeto cai, olha para onde caiu. Ao jogar um objeto, ou mesmo quando cai de sua mão ou da mão do cuidador(a), o bebê acompanha a queda do objeto com os olhos, podendo mover a cabeça, para acompanhar a queda do objeto e procura pelo objeto. Observável do 6° mês ao 9° mês.

ID 82: Ri quando brinca e grita quando entediado. Enquanto brinca e está satisfeito com a brincadeira, o bebê ri e sorri, podendo dar “gritinhos” de prazer. Mas quando se entedia, grita fortemente para que pare a brincadeira. Observável do 6° mês ao 9° mês.

ID 83: Chacoalha um chocalho intencionalmente. Como já entende causa e efeito e aprendeu que ao chacoalhar um chocalho emite sons, o bebê chacoalha um chocalho com a intenção de ouvi-lo. Observável do 6° mês ao 9° mês.

ID 84: Fica entretido na exploração de um objeto. Ao explorar um objeto, o bebê fica um longo período manuseando-o, entretido. Observável do 6° mês ao 9° mês.

ID 85: Reconhece rostos familiares e começa a diferenciá-los de estranhos. Como já reconhece rostos familiares, o bebê passa a se incomodar com rostos estranhos, por se sentir inseguro. Observável do 6° mês ao 9° mês.

ID 86: Gosta de brincar com os outros, principalmente com os pais/cuidador(a). O bebê gosta de brincar e interagir, especialmente com seus pais/cuidador(a) por se sentir seguro. Observável do 6º mês ao 7º mês.

ID 87: Responde às emoções de outras pessoas. Quando alguém ri para ele, ele ri também. Quando alguém brinca, ele sorri para a pessoa. Quando alguém grita ou briga com ele, ele fica triste e chora. Observável do 6º mês ao 7º mês.

ID 88: Gosta de se olhar no espelho. O bebê olha-se no espelho na tentativa de descobrir quem é que ele está vendo e que repete o que ele faz. Observável do 6º mês ao 7º mês.

ID 89: Responde a sons fazendo sons. Ao ouvir um som o bebê tenta imitá-lo. Observável do 6º mês ao 7º mês.

ID 90: Começa a balbuciar mais vogais. O balbuciar começa a ser mais elaborado, emitindo sons de “aa”, “oo”, “ao”, “eee”, “a-da”, “err”, “goo”, “aoo”, “deer”. Observável do 6º mês ao 9º mês.

ID 91: Gosta de passar o tempo com os pais/cuidador(a) fazendo sons. Com o aparato vocal em desenvolvimento, o bebê gosta de passar o tempo imitando sons que adultos fazem para ele. Observável do 6º mês ao 7º mês.

ID 92: Responde ao próprio nome. O bebê aprendeu que o nome dele refere-se a ele. Por isso, ao falar o nome dele, ele responde com um riso ou sorriso, olhando ou direcionando o corpo para quem o chamou. Observável do 6º mês ao 9º mês.

ID 93: Começa a fazer sons de consoantes (m, b). Com a melhoria do aparato vocal, o bebê começa a fazer sons de consoantes “m” e “b”. Observável do 6º mês ao 9º mês.

ID 94: Olha para as coisas próximas. Ao que estiver próximo, o bebê ficará observando o objeto. Observável do 6º mês ao 9º mês.

ID 95: Pode ficar tímido ou com medo de estranhos. Como o bebê consegue reconhecer quem lhe é familiar, pode se sentir inseguro com estranhos e até chorar. Observável do 9º mês ao 18º mês.

ID 96: Pode ser apegado com familiares adultos. O bebê sente-se mais seguro com aqueles que lhe são familiares, por isso, pode apegar-se às pessoas mais próximas. Observável do 9º mês ao 12º mês.

ID 97: Tem pessoas e brinquedos favoritos. O bebê começa a ter preferências, entre elas, por objetos que lhe são comuns, como brinquedos, e pessoas próximas. Observável do 9º mês ao 12º mês.

ID 98: Entende o “não”. O bebê entende que o “não” significa proibição, não fazer ou deixar de fazer algo. Observável do 9º mês ao 12º mês.

ID 99: Faz diferentes sons. É comum ouvir o bebê, mesmo quando sozinho, emitir diferentes sons que ouviu em algum momento anterior, mesmo que tenha ouvido há dias ou semanas. Observável do 9º mês ao 12º mês.

ID 100: Usa o dedo para apontar objetos. O bebê tem coordenação entre visão e membros e consegue apontar para objetos que reconhece, quando perguntado “onde está” ou porque quer o objeto. Observável do 9º mês ao 12º mês.

ID 101: Procura por objetos que escondem dele. O bebê já é capaz de procurar por objetos que são escondidos embaixo de panos, cobertores ou almofadas por um adulto. Observável do 9º mês ao 12º mês.

ID 102: Tem preferência por formas e cores. O bebê começa a ter preferência não somente por cores, mas por cores e formas juntos. Observável do 9º mês ao 12º mês.

ID 103: Faz gestos básicos (“tchau”, “não”, estende o braço para o pegarem no colo). O bebê acena com a mão para dar “tchau”, acena com a cabeça para mostrar o “não” e estende o braço quando quer estar no colo de um adulto. Observável do 9º mês ao 12º mês.

ID 104: Brinca de “Achou!” e de bater palmas (“parabéns a você”). Como o bebê tem a compreensão de permanência de um objeto, brinca de “Achou!”. Bater palmas faz com que ele brinque com as próprias mãos e emita sons. Observável do 9º mês ao 12º mês.

ID 105: Chora quando os pais saem. A criança sente falta dos pais ao ficar sozinha, sem eles, por se sentir insegura e com medo. Observável do 9º mês ao 18º mês.

ID 106: Mostra medo em algumas situações. O bebê começa a reconhecer situações de insegurança e a demonstrar medo, chorando e irritando-se, jogando o corpo para trás. Observável do 9º mês ao 18º mês.

ID 107: Segura um livro quando quer ouvir histórias (quando leem para o bebê). Quando os pais costumam ler para o bebê, o bebê reconhece livro e aponta para ele ou pega o livro, olhando para o adulto, para ouvir a história. Observável do 9º mês ao 18º mês.

ID 108: Repete sons ou ações para chamar a atenção. O bebê imita sons de adultos para chamar a atenção para si e brincar. Observável do 9º mês ao 18º mês.

ID 109: Estica os braços e pernas para ajudar a vesti-lo. O bebê começa a ter noção do próprio corpo, ajudando a vesti-lo esticando os braços e as pernas. Observável do 9º mês ao 18º mês.

ID 110: Responde a simples pedidos. Quando a mãe pergunta “onde está a mamãe?”, o bebê responde com um sorriso ou riso. Quando pergunta onde está um objeto ou pede para pega-lo, o bebê aponta para o objeto ou vai em direção a ele para pega-lo. Observável do 9º mês ao 18º mês.

ID 111: Faz sons com mudanças de tons. O bebê já consegue identificar os diferentes tons e faz sons imitando os diferentes tons que já ouviu. Também faz sons de “brrrr” com os lábios, imitando o adulto. Observável do 9º mês ao 18º mês.

ID 112: Diz “mama” e “papa” e exclamações (“uia!”, “ai!”). O bebê fala “mama” e “papa”, mas ainda sem discriminar um do outro. Pode falar “papa” para a mãe e “mama” para o pai. Já sabe que “ai!” é usado quando sente dor ou desconforto. Observável do 9º mês ao 18º mês.

ID 113: Tenta falar palavras que um adulto fala para ele. O bebê tenta imitar as palavras que o adulto fala para ela, observando atentamente como a boca e a língua do adulto se movem ao dizer as palavras. Observável do 9º mês ao 18º mês.

ID 114: Explora coisas de diferentes maneiras (sacode, joga). O bebê explora os objetos de diferentes maneiras, aprendendo sobre forma, textura, rigidez, som dos objetos. Observável do 9º mês ao 18º mês.

ID 115: Encontra objetos facilmente. Ao brincar de esconder um objeto completamente, o bebê não demora em retirar o que o esconde, procurando pelo objeto. Observável do 9° mês ao 18° mês.

ID 116: Olha para a figura certa quando nomeada. Em um livro de histórias, aponta para a figura que perguntam ao bebê. Ao perguntar por um objeto familiar, o bebê o aponta. Observável do 9° mês ao 18° mês.

ID 117: Copia gestos. Além de expressões faciais e fala, o bebê também tenta copiar gestos feitos pelos adultos. Observável do 9° mês ao 18° mês.

ID 118: Presta atenção em ações de animais ou pessoas a 3 ou 4 m de distância. Com a acuidade visual próxima da de um adulto, o bebê consegue enxergar situações a 3 ou 4 metros de distância dele e imitar. Observável do 9° mês ao 12° mês.

ID 119: Coloca e tira objetos de caixas. Bebês têm noção de espaço e profundidade suficientes para tirar e colocar objetos de caixas de diferentes dimensões. Observável do 9° mês ao 18° mês.

ID 120: Começa a usar objetos corretamente (copo, escova). Ao observar adultos utilizando objetos e ao adulto utilizar nele e com ele, o bebê aprende como os objetos devem ser usados, apesar de lhe faltar coordenação motora suficiente para executar a ação com maestria. Observável do 9° mês ao 18° mês.

ID 121: Segue instruções simples. Ao pedir para pegar um brinquedo, o bebê pega. Ao apontar para alguém, o bebê aponta. Ele entende um pedido com uma instrução, que envolva pessoas, objetos e ações familiares e que esteja de acordo com sua habilidade motora. Observável do 9° mês ao 12° mês.

ID 122: Olha ao redor quando perguntado por alguém ou algo familiar. Ao ser perguntado por alguém ou algo familiar que não esteja no ambiente, o bebê procura e tem noção de ausência. Observável do 9° mês ao 12° mês.

ID 123: Quando irritado, joga o corpo para trás. O bebê quando irritado, joga o corpo para trás na tentativa de sair do local e da situação. Quando se irrita com uma pessoa por estranhá-la, pode ter a mesma resposta. Observável do 9° mês ao 12° mês.

ID 124: Oferece comida a pessoas e a animais familiares. Em imitação ao adulto que dá comida a ele, o bebê oferece comida a pessoas e animais que ela conhece. Observável do 9º mês ao 18º mês.

ID 125: Presta atenção por até 2 minutos em figuras mostradas por adultos. Ao mostrar um livro ou uma revista com figuras, o bebê fica atento por até 2 minutos, com o olhar fixo no que lhe está sendo mostrado. Observável do 9º mês ao 12º mês.

ID 126: Puxa brinquedos com uma corda. Caso o brinquedo tenha uma corda a ele conectada, o bebê irá puxar a corda para trazer o brinquedo até ele, em uma noção de causa-efeito (puxa a corda e o brinquedo vem até ele). Observável do 9º mês ao 12º mês.

ID 127: Consegue ficar sozinho, sem chorar. A criança consegue ficar em um ambiente sozinha, sem chorar, se está entretida com algo. Observável do 12º mês ao 18º mês.

ID 128: Gosta de segurar e dar objetos para outros. A criança segura e dá objetos a outras pessoas e gosta de fazê-lo, especialmente quando quem recebe demonstra que fica feliz. Observável do 12º mês ao 18º mês.

ID 129: Faz birra. A criança começa a ter noção de si mesma e começa a tentar a fazer o que quer, mesmo desobedecendo o adulto. Observável do 12º mês ao 18º mês.

ID 130: Pode ter medo de estranhos. Ao ficar com estranhos, a criança pode demonstrar medo, birra e até chorar, por se sentir insegura. Observável do 12º mês ao 18º mês.

ID 131: Mostra afeição a pessoas da família. Às pessoas familiares, a criança demonstra afeição sorrindo, ou pegando e dando objetos para a pessoa, abraçando (se é abraçada). Observável do 12º mês ao 18º mês.

ID 132: Agarra-se ao cuidador(a) em situações novas. Em situações que não lhe são familiares, a criança pode se agarrar ao cuidador(a) por se sentir insegura. Observável do 12º mês ao 18º mês.

ID 133: Aponta algo interessante para ela ou que ela quer. A criança aponta com o dedo indicador algo que para ela é interessante, que lhe chama a atenção, para chamar a

atenção do adulto, ou aponta para um objeto de interesse dela. Observável do 12º mês ao 18º mês.

ID 134: Explora sozinha, mas com os pais próximos. A criança, que já se locomove, explora o ambiente e objetos por longo tempo, mas com adultos familiares próximo a ela, pois se sente segura para tal. Observável do 12º mês ao 18º mês.

ID 135: Diz várias palavras isoladas. As palavras que a criança tem escutado até então, ela repete isoladamente, enquanto explora objetos, sozinha ou em interação com um adulto ou outra criança. Observável do 12º mês ao 18º mês.

ID 136: Diz “não”. A criança diz “não” quando não quer participar de uma brincadeira, quando se entedia com uma repetição, quando não quer algo, ou quando faz birra, para se auto afirmar. Observável do 12º mês ao 18º mês.

ID 137: Sabe o que são objetos do cotidiano (telefone, colher). Ao observar o adulto, a criança aprende como se usam os objetos do cotidiano, como telefone, talheres, copo, pratos, etc. Observável do 12º mês ao 18º mês.

ID 138: aponta para uma parte do corpo. A criança consegue apontar para uma parte do corpo, caso o adulto pergunte a ela. Mas isto tem que ser mostrado a ela ao longo dos meses anteriores. Observável do 12º mês ao 18º mês.

ID 139: Mostra interesse por bonecas ou animais e finge alimentá-los. A criança começa a brincar de “faz-de-conta”, imitando as ações dos adultos com ela, como alimentar uma boneca ou um animal de estimação como um adulto faz com ela. Observável do 12º mês ao 18º mês.

ID 140: Rabisca por conta própria. A criança, com um lápis, giz de cera ou caneta, rabisca em qualquer superfície, aprendendo que aquele objeto a ajuda a produzir imagens. Observável do 12º mês ao 18º mês.

ID 141: Pode ajudar a despir-se. A criança entende o vestir-se e o despir-se e ajuda o adulto nos processos, executando os movimentos necessários. Observável do 12º mês ao 18º mês.

ID 142: Cópia outros, especialmente adultos e crianças. A criança consegue imitar gestos, sons e falas de adultos e outras crianças, mesmo tendo visto há algum tempo. Observável do 12º mês ao 18º mês.

ID 143: Diz “mama” e “papa” especificamente. A criança já distingue as expressões “mama” e “papa” e as utiliza para sua mãe e seu pai, respectivamente. Observável do 12º mês ao 18º mês.

ID 144: Segue instruções com gestos. A criança entende instruções com gestos, como “Dá (o objeto)?”, “Toma (água)”, “Come (a comida)”. Observável do 12º mês ao 18º mês.

ID 145: Diz de 3 a 6 palavras diferentes de “mama” e “papa”. A criança começa a aumentar o repertório de palavras que fala, dizendo de 3 a 6 outras diferentes de “mama” e “papa” e nomes. Observável do 12º mês ao 18º mês.

ID 146: Entende novas palavras por semana. A cada semana, a criança entende palavras novas, que se somam a seu repertório, apesar de ainda não conseguir dizê-las. Observável do 12º mês ao 18º mês.

ID 147: Localiza som de qualquer direção. A criança rapidamente se vira para a origem do som, sem qualquer dificuldade e atende ao chamado, se for o caso. Observável do 12º mês ao 18º mês.

ID 148: Responde imediatamente ao chamar pelo nome. A criança já se identifica com o próprio nome e responde prontamente quando lhe chamam pelo nome. Observável do 12º mês ao 18º mês.

ID 149: Reconhece sons familiares tentando imita-los. Quando a criança reconhece um som familiar, ela o imita no mesmo tom. Observável do 12º mês ao 18º mês.

ID 150: Diferencia figuras dos objetos reais. Quando apontada uma figura de um objeto, por exemplo, a criança distingue a figura do objeto real. Ela consegue apontar para os dois sabendo que são diferentes, pois tem noção de tridimensionalidade. Observável do 12º mês ao 18º mês.

ID 151: Consegue resolver problemas simples. A criança consegue resolver problemas simples, como retirar algo do caminho que lhe atrapalhe chegar a algum lugar; traçar

trajetória, se apoiando em móveis, para chegar aonde quer; encaixar cubos e esferas em quadrados e círculos, respectivamente, por exemplo. Observável do 12° mês ao 18° mês.

ID 152: Acuidade visual como a de um adulto. A visão está completamente desenvolvida e a capacidade de foco e reconhecimento do espectro visível é como a de um adulto. Observável do 12° mês ao 18° mês.

ID 153: Fica feliz quando está com outras crianças. Gosta de estar com outras crianças para poder interagir e aprender. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 154: Mostra-se cada vez mais independente. A criança gosta de dizer que quer fazer as coisas sozinha, como se vestir, por exemplo, dizendo, “eu” ou “eu consigo”. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 155: Monta torre com 3 cubos: A criança tem habilidade suficiente para empilhar 3 cubos e montar uma torre. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 156: Comportamento desafiador. A criança faz o que foi pedido para não fazer para saber as consequências, pois aprende por tentativa e erro. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 157: Brinca ao lado de outras crianças, mas nem sempre as inclui na brincadeira (brincar paralelo). A criança brinca com outras, mas, na maioria das vezes, brinca paralelamente, não incluindo as crianças que estão com ela na brincadeira, brincando paralelamente. Observável do 18° mês ao 24° mês

ID 158: Faz birra quando frustrado. Quando algo não sai como o esperado, a criança fica frustrada e pode demonstrar a frustração chorando ou fazendo birra. Observável do 18° mês ao 24° mês

ID 159: É apegado a pais e cuidadores(as). Pais e cuidadores(as) trazem segurança à criança, que ainda está aprendendo sobre si mesma e, por isso, apegando-se a eles. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 160: Imita tarefas domésticas. A criança continua a imitar os adultos, inclusive nas atividades cotidianas, sejam tarefas de casa ou do trabalho, dependendo das atividades que a criança vê os adultos realizando todos os dias. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 161: Não tem senso de perigo. A criança é uma ativa exploradora e não tem senso de perigo. Por isso, os pais e cuidadores(as) devem estar atentos ao que a criança está fazendo. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 162: Pode ficar ressentido com atenção dada a outra criança. A atenção dada para outra criança pode significar que ela não receberá atenção, numa ameaça de se sentir abandonada. Por esse motivo, pode ficar ressentida e fazer birra, ficar triste, chorar, ter qualquer outra atitude que faça com que o adulto volte a atenção para ela. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 163: Pode se mostrar indisposta ao não ser atendida no que pede. A criança espera ser atendida no que pede e não sabe, ainda, lidar com a frustração, podendo chorar, ficar triste ou fazer birra quando não é atendida no que pede. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 164: Aponta objetos ou imagens quando nomeadas. Em um livro com figuras, ao perguntar por uma imagem familiar, a criança é capaz de apontar para a figura nomeada. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 165: Gosta de livros com figuras e vira várias páginas por vez. As figuras, principalmente pelas cores e formas, chamam a atenção da criança. Quando o livro lhe é familiar, pelo prazer em recordar. Quando novo, para encontrar figuras conhecidas e ver outras novas. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 166: Monta torres com 3 cubos. A criança planeja a montagem de uma torre com até 3 cubos, um sobre o outro. Isto requer noção de equilíbrio, quantidade e da própria habilidade em realizar a tarefa. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 167: Gosta de colocar pequenos objetos dentro e fora de caixas. A criança gosta de manusear objetos pequenos porque cabem em sua mão e são mais fáceis de tirar e colocar em caixas, tarefa que exige planejamento por parte dela. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 168: Aprende o tamanho relativo dos objetos. Para colocar os objetos dentro e fora de caixas ou gavetas, a criança aprende a noção relativa dos objetos experimentando colocá-los e tirá-los de caixas. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 169: Aponta imagens em livros. A criança naturalmente aponta imagens em livros, tenta dizer o nome do que vê e chama atenção das imagens que mais lhe chamam a atenção por questão de cores ou formas. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 170: Fala sentenças de 2 a 4 palavras. A criança começa a falar sentenças mais complexas, com sujeito e verbo, verbo e objeto. Ex.: “Mamãe, quer água!”. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 171: Fala muito consigo mesma enquanto brinca. A criança, em sua imaginação, enquanto brinca, tem longas conversas consigo mesma, tentando falar as palavras que já tem em seu repertório. Apesar de um adulto não conseguir entender o que diz, a criança já consegue trabalhar a entonação para denotar emoções diferentes. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 172: Tem senso de si mesmo. A birra, dizer “não”, querer realizar algumas atividades sozinha, tentar chamar a atenção para si, mostram que a criança começa a ter um senso de si mesma. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 173: Deixa de levar objetos à boca. A criança tem destreza nas mãos e acuidade visual suficientes para explorá-lo de outras formas sem ser colocando-o na boca. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 174: Trata bonecos como bebês. Ao imitar o que o adulto faz com ela, a criança trata bonecos e animais como bebês, dando comida, tirando e colocando roupinha, etc. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 175: Troca brinquedos. Ao brincar com outras crianças, a criança pode trocar objetos, ou de forma cooperativa ou criando conflitos. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 176: Recorda-se de onde ficam os objetos. A criança se recorda de onde os objetos estão guardados e vai até o local para pegá-los. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 177: Consegue se vestir e se despir. Roupas mais simples, como camisetas, calças, a criança consegue colocar. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 178: Usa objetos como representação de outros. A criança pode usar uma escova de cabelo como telefone, por exemplo, em sua brincadeira com a imaginação. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 179: Gosta de rimas e de cantar. A criança tenta acompanhar as rimas que o adulto faz com ela e cantar uma canção familiar a ela, respeitando o ritmo da música. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 180: Entende que o desejo de outro pode ser diferente do dela. A criança pode gostar de algo diferente do adulto, por exemplo. A esta capacidade dá-se o nome de “teoria da mente”. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 181: Pode usar ao menos 50 palavras e entende muito mais do que isto. Apesar de conseguir dizer cinquenta palavras, seu repertório é mais extenso. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 182: Usa uma palavra para designar um conjunto. A criança pode usar a palavra “gato” para designar os animais, por exemplo. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 183: Aprende por tentativa e erro. A criança irá experimentar o que estiver a seu alcance, sem noção de perigo, ou fazendo algo que lhe disseram para não ser feito, pois aprende por tentativa e erro. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 184: Pergunta o nome de pessoas e de objetos constantemente. A criança é muito curiosa e com muita vontade de aprender e enriquecer seu repertório de palavras para conseguir comunicar de forma eficaz. Por isso, pergunta o nome de pessoas e objetos constantemente, muitas vezes, mais de uma vez. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 185: Refere-se a si mesmo pelo nome. Ao perguntar o nome dela para a criança, ela saberá dizer, assim como poderá usar o próprio nome para pedir algo.

ID 186: Tem longas conversas difíceis de entender. A criança ainda não consegue dizer corretamente todas as palavras que conhece, mas, enquanto está brincando sozinha ou falando consigo mesma, a criança consegue ter longas conversas com entonações corretas mas com palavras ainda incompreensíveis. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 187: Repete palavras ouvidas em conversas. A criança pode repetir palavras de conversas ouvidas há pouco ou há dias ou semanas. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 188: Repete a última palavra de uma sentença (ecolalia). Ao ouvir uma conversa ou o que um adulto está falando para ela, a criança repete a última palavra da sentença que ela ouviu, o que é chamado de “ecolalia”. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 189: Sabe o nome de familiares e de partes do corpo. A criança consegue reconhecer pessoas que lhe são familiares e dizer o nome delas e o nome das partes do corpo, inclusive apontando-as em outra pessoa. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 190: Encontra objetos mesmo escondidos debaixo de 2 ou 3 camadas. A criança é capaz de explorar uma gaveta cheia de roupas para encontrar um objeto que esteja dentro. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 191: Começa a escolher formas e cores. A criança começa a ter preferências mais específicas, combinando os conjuntos forma e cor. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 192: Completa sentenças e rimas em livros familiares. A criança consegue recordar-se das sentenças e rimas e completa-las, obedecendo a combinação das palavras e o ritmo das rimas que lhe são familiares. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 193: Brinca usando a imaginação. Nesta brincadeira, a criança usa objetos dando-lhes uma outra função, cuida de bonecos como se fossem crianças, imita situações cotidianas, finge ser o adulto que dela cuida, tudo isso consigo mesma. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 194: começa a perceber as necessidades de toalete. A criança começa a perceber quando quer fazer xixi ou defecar e, quando sente a necessidade, para e olha para o adulto que está perto, mas ainda não vai ao banheiro, fazendo na fralda. Começa a ter noção do funcionamento do sistema excretório. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 195: Segue instruções simples de 1 passo. Exemplo: “Pegue o sapato”. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 196: Cópia adultos e amigos. A criança irá repetir frases, palavras, gestos, trejeitos, modo de falar dos adultos que estão por perto. Isto pode ser percebido principalmente enquanto ela brinca. Observável do 18° mês ao 24° mês.

ID 197: Mostra afeto pelo amigo sem ser estimulado a fazê-lo. Como a criança tem noção de si, ela começa a perceber que existe o outro. Ela percebe a presença do amigo e demonstra afeto, abraçando, dando beijo, dependendo de como é o afeto dos pais com a criança. Observável do 24° mês ao 36° mês.

ID 198: Dá a vez em jogos. A criança começa a perceber que existe o outro e que, nas brincadeiras, pode dar a vez para o colega, quando for a vez dele. Observável do 24° mês ao 36° mês.

ID 199: Se sensibiliza pela tristeza do amigo. Quando um coleguinha chora, a criança se compadece e chora também. Observável do 24° mês ao 36° mês.

ID 200: entende “meu”, “seu” e “dele”. A criança, tendo noção de si mesma e percebendo o outro, começa a expressar essa percepção em seu discurso. Observável do 24° mês ao 36° mês.

ID 201: Mostra uma variedade de emoções. A criança começa a demonstrar outras emoções, além de alegria, raiva e frustração. Observável do 24° mês ao 36° mês.

ID 202: Diferencia o pai da mãe facilmente. Tanto presencialmente, como em fotos e pela voz, a criança diferencia o pai da mãe facilmente. Observável do 24° mês ao 36° mês.

ID 203: Fica triste com mudança de rotina. A criança já tem a capacidade de prever acontecimentos de acordo com a rotina, o que a faz se sentir segura. Quebrar a rotina a faz se sentir insegura e perdida dentro de seu mundo. Observável do 24° mês ao 36° mês.

ID 204: Veste –se e se despe. A criança consegue se vestir e se despir sozinha, sendo as roupas fáceis de manusear. Observável do 24° mês ao 36° mês.

ID 205: Segue instruções com 2 passos relacionados. Ex.: “Pegue o copo e tome água”. Observável do 24° mês ao 36° mês.

ID 206: Consegue nomear a maioria dos objetos familiares. Dos objetos que ela conhece, a criança consegue dizer o nome da maioria deles. Observável do 24° mês ao 36° mês.

ID 207: Entende palavras como “dentro”, “fora”, “encima” e “embaixo”. Com a noção de espaço em desenvolvimento, a criança consegue relacionar as palavras ao que elas significam. Observável do 24° mês ao 36° mês.

ID 208: Diz o primeiro nome, a idade e o sexo. A criança tem condições de dizer informações pessoais, desde que sejam ditas pelos pais várias vezes, tempos atrás. Observável do 24° mês ao 36° mês.

ID 209: Nomeia os amigos. A criança consegue reconhecer cada amigo e associá-lo ao nome. Observável do 24° mês ao 36° mês.

ID 210: Consegue conversar usando 2 ou 3 sentenças simples. A criança consegue elaborar 2 ou 3 frases simples, inteligíveis, para conversar. Observável do 24° mês ao 36° mês.

ID 211: Brinca de faz-de-conta com bonecas, animais e pessoas. A criança, ao brincar, imagina situações relacionadas a seus sentimentos, que ainda não consegue expressar, seu cotidiano e o cotidiano dos adultos a seu redor. Observável do 24° mês ao 36° mês.

ID 212: Monta quebra-cabeças de 3 ou 4 peças. A criança já tem noção de continuidade de um objeto e de suas partes, conseguindo montar uma quebra-cabeças, com peças grades, de 3 ou 4 peças. Observável do 24° mês ao 36° mês.

ID 213: Monta torres com 6 a 7 cubos. A criança tem habilidade suficiente para equilibrar 6 a 7 cubos, um sobre o outro. Observável do 24° mês ao 36° mês.

ID 214: Reconhece círculo, quadrado e triângulo. A criança consegue colocar uma esfera, um cubo e uma pirâmide em um círculo, um quadrado e um triângulo, respectivamente.

ID 215: Reconhece familiares adultos em fotografias, mas ainda não a si mesmo. A criança ainda não tem total noção de si mesma, tanto que tem dificuldade de se reconhecer em uma foto, mas consegue reconhecer e apontar os familiares. Observável do 24° mês ao 36° mês.

ID 216: Presta muita atenção em conversas. Enquanto os adultos conversam, a criança presta atenção, momento no qual ela aumenta seu repertório de palavras conhecidas. Observável do 24° mês ao 36° mês.

ID 217: Nomeia partes do corpo em figuras. Ao apontar partes do corpo, a criança consegue identifica-las.

ID 218: Segue pais ou cuidadores(as) pela casa. A criança segue os pais pela casa, reparando em suas atividades para imitá-las posteriormente. Observável do 24° mês ao 36° mês.

ID 219: Abre a porta e sai. A criança consegue girar maçanetas e abrir portas. É preciso muita atenção Observável do 24° mês ao 36° mês.

ID 220: Demanda muita atenção do adulto. A criança é muito curiosa, explora e pergunta muito, além de abrir portas, o que demanda bastante atenção e cuidado dos pais e dos cuidadores(as). Observável do 24° mês ao 36° mês.

ID 221: Faz birra quando frustrado por não conseguir se fazer entender. Como ainda não consegue falar todas as palavras adequadamente, a criança tenta falar com o adulto que, por sua vez, não entende, ficando frustrada.

ID 222: Reconhece detalhes nos livros com figuras. A criança presta atenção em detalhes das imagem nos livros com figuras e aponta para o adulto. Observável do 24° mês ao 36° mês.

ID 223: Monta torres com 6 cubos. A criança tem habilidade suficiente para equilibrar 6 cubos, um sobre o outro, montando uma torre. Observável do 24° mês ao 36° mês.

ID 224: Entende o que “dois” significa. A criança começa a entender quantidades. Observável do 24° mês ao 36° mês.

ID 225: Defende o que possui com determinação. Com o senso de si próprio em amadurecimento, a criança não gosta de compartilhar o que é dela, por fazer parte dela e não por egoísmo. Observável do 24° mês ao 36° mês.

ID 226: Usa 50 palavras ou mais e forma uma sentença simples. A criança consegue usar 50 palavras, mas entende muito mais e consegue montar sentenças curtas e simples. Observável do 24° mês ao 36° mês.

ID 227: Continua com ecolalia. A criança continua repetindo a última palavra das frases que ouve dos adultos. Observável do 24° mês ao 36° mês.

ID 228: Começa a ter senso de perigo. A criança começa a ter senso de perigo, mas ainda assim, precisa ter a atenção do adulto para que não se machuque. Observável do 24° mês ao 36° mês.

ID 229: Fala bem o bastante para ser entendido a maior parte do tempo. A criança já consegue articular melhor as palavras e fazer com que o falar acompanhe o pensamento dela, fazendo com que seja entendida por uma adulto. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 230: Diz palavras como “eu”, “meu”, “nós” e “você” e alguns plurais. A criança tem noção de si própria e do outro e já o inclui em suas atividades (“nós”) e utiliza plurais para denotar mais de uma unidade. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 231: Faz-de-conta bem elaborado. A criança é bem imaginativa e, por conta disso, o faz-de-conta compreende de histórias bem elaboradas, relacionadas com suas experiências, histórias que ela ouviu e seus sentimentos. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 232: Vai ao banheiro sozinha, mas ainda pode fazer xixi na cama. A criança conseguiu sua independência das fraldas, mas ainda pode precisar delas à noite, enquanto dorme. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 233: Faz comentários sobre os objetos. A criança consegue analisar e comentar sobre os objetos, dizendo o que pode fazer, ou fazendo perguntas sobre ele. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 234: Tem conversas inteligíveis consigo mesma enquanto brinca. A criança consegue articular pensamento e palavras, montando um discurso inteligível também enquanto brinca. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 235: Fala muito bem (monta sentenças completas e corretas). A criança, com o domínio do pensamento e da fala, monta estruturas com sujeito, predicado e objeto,

substantivos, adjetivos, verbo e complementos, concordando em número e pessoa, mas ainda em ajuste com os verbos irregulares (ex.: A criança pode dizer “Eu sabo”, ao invés de “Não sei”, pois saber é um verbo irregular. Todos os verbos regulares terminados em “-er”, tem o verbo na primeira pessoa do presente do indicativo terminado em “-o” (comer- eu como)). Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 236: Gosta de histórias complexas e gosta de ouvi-las várias vezes. Por ser muito imaginativa, a criança prefere histórias mais complexas, com mais ações e personagens. Gosta de ouvir várias vezes para aprender as partes da história, que são processadas por partes. A criança se desinteressa pela história quando aprendeu o que pôde sobre ela. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 237: Desenvolve comportamento simbólico. A criança fala consigo mesma, participa de jogos não competitivos, representa eventos em desenhos, modelos ou brincando com bonecos. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 238: Tenta explicar o que acontece no mundo que a rodeia. A criança começa a elaborar hipóteses, tentando explicar o funcionamento do que vê e experimenta. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 239: Faz amigos. Por ter noção de si própria e do outro, a criança faz amigos. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 240: Aprende a negociar, dar e receber. Com a noção de si mesma e do outro, a criança começa a se colocar no lugar do outro para negociar o que quer e o que o outro quer para chegar a um acordo em suas brincadeiras. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 241: Pode substituir objetos enquanto brinca. Objetos que teriam função importante na brincadeira, mas aqueles que não estão à disposição podem ser substituídos por outro, de mesma função, ou por um que possa fingir realizar a função. Ex.: Na brincadeira, precisaria de uma colher para dar comidinha para a boneca. Pode pegar um garfo em substituição ou um pedaço de madeira que encontrou para realizar a mesma função. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 242: Inventa situações por ser imaginativa. Em seu faz-de-conta, a criança pode chegar ao adulto inventando que viveu determinadas situações, até absurdas. Isto é a criança

utilizando-se da imaginação para tentar explicar a si mesma a combinação de realidade, sentimentos e entendimento de como as coisas funcionam. Não é uma mentira, considerando a mentira o ato intencional de enganar uma pessoa. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 243: Tem medo facilmente. Por sua grande imaginação, a criança passa a inventar situações de perigo, desenvolvendo medo em muitas situações. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 244: Monta torres com mais de 7 cubos. A criança consegue empilhar 7 cubos ou mais, um sobre o outro, e alinhá-los. Além disso, consegue montar outras construções com cubos seguindo modelos. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 245: Começa a corrigir a orientação das formas. A criança corrige a orientação do que monta e organiza. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 246: Gosta de fazer coisas novas. Para a criança, algo novo é uma alegria, pois são novos aprendizados para ela. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 247: Prefere brincar com outros do que sozinho. A criança é mais sociável e gosta de aprender com os outros. Por isso prefere ter amiguinhos para brincar. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 248: Cooperar com outras crianças. A criança consegue se colocar no lugar de outra criança. Por isso, consegue cooperar. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 249: Brinca de “papai” e “mamãe”. A criança representa, enquanto brinca, a relação que os pais têm entre eles e deles com ela. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 250: Frequentemente não consegue diferenciar o real do faz-de-conta. Por esse motivo, a criança tem muitos medos e inventa histórias, até absurdas, sobre ela. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 251: Fala sobre o que gosta e pelo que se interessa. A criança tem consciência de si a ponto de conseguir falar sobre ela mesma e suas preferências. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 252: Conta histórias. Por ser muito imaginativa, conta histórias para expressar seus sentimentos, seus medos e inseguranças utilizando o simbólico. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 253: Canta uma canção ou diz um poema/rima. A criança consegue cantar e dizer rimas seguindo o ritmo. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 254: Consegue dizer o primeiro nome e o sobrenome. A criança tem condições de compreender que seu nome é composto de duas partes: nome e sobrenome, e que eles fazem parte de quem ele é. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 255: Nomeia cores e alguns números. A criança consegue dizer o nome das cores (azul, amarelo, vermelho e verde), mas pode confundir azul com verde com frequência, e relaciona o nome dos números com sua quantidade. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 256: Entende a ideia de contar. A criança entende a noção de quantidade. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 257: Começa a entender a ideia de tempo. Viver uma rotina fez com que a criança previsse os próximos acontecimentos, o que foi essencial para ela desenvolver a noção de presente, passado e futuro (ontem, hoje e amanhã). Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 258: Recorda-se de partes de histórias. Das histórias que lhe são contadas várias vezes, consegue lembrar-se de partes ao ser perguntada por ela ou mesmo em suas brincadeiras. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 259: Entende a ideia de “igual” e “diferente”. A criança consegue fazer comparações e observar diferenças e similaridades. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 260: Desenha uma pessoa com 2 partes do corpo. Consegue desenhar uma pessoa, geralmente com duas bolas, uma representando a cabeça e outra, o tronco. Às vezes, coloca os membros. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 261: Começa a copiar letras bastão. Copia círculos, letras “V”, “H” e “T”. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 262: Faz muitas perguntas. A criança, muito curiosa, tentando entender como tudo funciona, pergunta o porquê, o como e quando o tempo todo para o adulto. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 263: Vai ao banheiro sozinho, mas ainda pode fazer xixi na cama. A criança ainda não tem o controle completo dos esfíncteres. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 264: Gosta de brincar no chão com blocos. A criança gosta de construir com blocos no chão por oferecer mais espaço. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 265: Mostra afeto pelo irmão mais novo. Quando tem um irmão mais novo, a criança demonstra afeição e quer ajudar a cuidar. Observável do 36° mês ao 48° mês.

ID 266: Quer aproveitar os amigos. Quando brinca com os amigos, não quer ir embora ou pede para ir com o amiguinho ou para trazer o amiguinho. Observável do 48° mês ao 60° mês.

ID 267: Quer ser amigo. Quando com outras crianças, tenta ser amigo delas. Observável do 48° mês ao 60° mês.

ID 268: Menos avesso às regras. Entende as regras e as elabora para as brincadeiras. Observável do 48° mês ao 60° mês.

ID 269: Brinca com jogos de tabuleiro ou de cartas. Por não ser mais avesso às regras, joga jogos de tabuleiro e de cartas. Observável do 48° mês ao 60° mês.

ID 270: Gosta de dançar, cantar, atuar, tocar um instrumento. A criança geralmente imita coreografias, cantores de que gosta, atua, como parte do faz-de-conta e gosta de tocar instrumentos musicais. Observável do 48° mês ao 60° mês.

ID 271: Cada vez mais fascinada por como as coisas funcionam. A criança é cada vez mais curiosa pela lei de causa-efeito.

ID 272: Cria hipóteses. Na tentativa de entender causa-efeito, a criança cria hipóteses de como as coisas a seu redor funcionam e procura testá-las. Observável do 48° mês ao 60° mês.

ID 273: Pode pensar sobre algo do ponto de vista de outro. A criança consegue pensar nas situações a partir do ponto de vista de outro amiguinho. Observável do 48° mês ao 60° mês.

ID 274: Inventa palavras. Ao entender o funcionamento da gramática, a criança passa a criar palavras. Observável do 48° mês ao 60° mês.

ID 275: Entende a ideia de “mais”, “pouco”, “grande” e “pequeno”. A criança tem noção de quantidade e tamanho relativo. Observável do 48° mês ao 60° mês.

ID 276: Escova os dentes e lava as mãos. A criança tem coordenação e noção do próprio corpo suficientes para escovar os dentes e lavar as mãos. Observável do 48° mês ao 60° mês.

ID 277: Constrói torres com mais de 10 cubos. A criança tem coordenação e senso de equilíbrio suficiente para montar uma torre com mais de 10 cubos, alinhando-os. Observável do 48° mês ao 60° mês.

ID 278: Nomeia as cores corretamente. A criança consegue nomear as cores primárias corretamente, sem confundir a cor azul com a verde. Observável do 48° mês ao 60° mês.

ID 279: Começa a nomear os desenhos antes de fazê-los. A criança pensa no desenho antes de executá-lo, por isso consegue dar nome a ele. Observável do 48° mês ao 60° mês.

ID 280: Pergunta o significado das palavras. Além de perguntar como as coisas funcionam, a criança pergunta sobre o significado das palavras, o que a estimula a criar novas, entendendo o significado das existentes. Observável do 48° mês ao 60° mês.

ID 281: Conta histórias longas. A criança tem condições de ouvir histórias mais longas e de contar histórias também longas e mais elaboradas. Observável do 48° mês ao 60° mês.

ID 282: Sabe muitas rimas. Quando ensinadas à criança anteriormente, nessa idade, canta muitas das rimas aprendidas. Observável do 48° mês ao 60° mês.

ID 283: Brinca de se vestir como o pai ou a mãe. A criança se espelha no pai ou na mãe e os imita em seu faz-de-conta vestindo a roupa deles. Observável do 48° mês ao 60° mês.

ID 284: Está alerta ao gênero. A criança distingue menino e menina. Observável do 48° mês ao 60° mês.

ID 285: Consegue dizer o que é real e o que é faz-de-conta. A criança começa a distinguir o real do faz-de-conta, o que faz com que as histórias fantasiosas que ela conta sobre ela diminuam. Observável do 48° mês ao 60° mês.

ID 286: Mostra mais independência. Vai à casa do vizinho, por exemplo. Observável do 48° mês ao 60° mês.

ID 287: Às vezes é mandão, às vezes muito cooperativo. Algumas vezes, tende a dominar a brincadeira. Outras vezes, é mais cooperativo e negocia melhor com os amigos. Observável do 48° mês ao 60° mês.

ID 288: Brinca imaginativamente (cria cenas, objetos). Como em um teatro ou filme, em suas brincadeiras, cria cenas junto com os amigos. Observável do 48° mês ao 60° mês.

ID 289: Mostra senso de humor. Ri com piadas infantis. Observável do 48° mês ao 60° mês.

ID 292: Pode confortar outras crianças irritadas. Ao ver uma criança chorando ou irritada, principalmente se for menor do que ela, irá confortá-la. Observável do 48° mês ao 60° mês.

ID 293: Usa sentenças no futuro. A criança tem noção de tempo e coloca sentenças no futuro. Entende a ideia de “depois”. Ex.: Sobre o que a mãe irá comprar para ela ao voltar da rua ou em seu aniversário. Observável do 48° mês ao 60° mês.

ID 294: Diz nomes, endereço, idade e data de nascimento. Ao ser ensinado à criança, ela consegue dizer seus dados completos a outras pessoas quando requisitado. Observável do 48° mês ao 60° mês.

ID 295: Entende conceitos de tempo e sequência e usa termos como primeiro e último. A criança já tem a noção de tempo e de sequência e consegue ordenar. Observável do 48° mês ao 60° mês.

ID 296: Conta até 10 e pode contar até 20. A criança já tem noção de quantidade de da representação dos números até 20. Observável do 48° mês ao 60° mês.

ID 297: Pode desenhar uma pessoa com 6 partes do corpo. Tendo noção do corpo, a criança consegue desenhar uma pessoa com até 6 partes. Observável do 48° mês ao 60° mês.

ID 298: Copia um triângulo e outras formas: A criança começa a ter noção das formas geométricas. Observável do 60° mês ao 72° mês.

ID 299: Consegue desenhar letras e números. Copiando, a criança consegue ter a habilidade de desenhar as letras “V”, “T”, “H”, “O”, “X”, “L”, “A”, “C”, “U” e “Y” e escreve algumas letras espontaneamente. Observável do 60° mês ao 72° mês.

ID 300: Sabe contar sobre objetos usados no cotidiano. A criança consegue dizer a função de objetos usados no cotidiano. Observável do 60° mês ao 72° mês.

ID 301: Cheia de curiosidade. A criança pergunta sobre causa e efeito, significado das palavras, função de objetos e explora o mundo a seu redor com cautela. Observável do 60° mês ao 72° mês.

ID 302: Conversa com adultos facilmente, e com crianças, fala e escuta. Ao conversar com adultos, a criança articula pensamentos e frases sem dificuldades. Ao conversar com uma criança, ela senta e escuta o que a criança diz. Observável do 60° mês ao 72° mês.

ID 303: Atento para fazer as tarefas simples. A criança gosta de fazer as tarefas simples que o adulto faz, como arrumar a mesa, a cama, o cabelo. Observável do 60° mês ao 72° mês.

ID 304: Desenvolvimento da leitura e da escrita por conta própria. Por ter tido contato com a leitura anteriormente, a criança consegue relacionar o som das palavras com o que leu nos livros com o adulto. Com isso, naturalmente a criança aprende a ler por conta própria. Isto depende de contar histórias junto com a criança, mostrando o livro. Observável do 60° mês ao 72° mês.

ID 305: Capaz de colocar suas próprias palavras e ideias em um papel. De forma ainda rudimentar, a criança consegue escrever as primeiras ideias em um papel. Observável do 60° mês ao 72° mês.

ID 306: Pode recitar e lembrar de cantigas infantis. A criança pode recitar as rimas e cantar as cantigas aprendidas anteriormente naturalmente. Observável do 60° mês ao 72° mês.

ID 307: Brinca de diferentes personagens, histórias, lembrando a sequência. A criança é capaz de contar uma história que lhe foi contada e encená-la na sequência correta. Observável do 60° mês ao 72° mês.

ID 308: Conhece novos conceitos, como forma, tamanho, peso e distância. Esses conceitos são aprendidos nas brincadeiras em que experimenta a relação de causa-efeito. Observável do 60° mês ao 72° mês.

ID 309: Pensa de mais de uma maneira e guarda várias ideias de uma vez. A criança consegue elaborar soluções diferentes para um mesmo problema e guardar as diferentes ideias para testá-las posteriormente. Observável do 60° mês ao 72° mês.

ID 310: Gosta de experimentos na escola e de aprender sobre natureza e ciência. A criança é muito curiosa em relação à compreensão de causa-efeito. Os experimentos permitem à criança testar suas hipóteses com relação ao que acontece na natureza e a seu redor. Observável do 60° mês ao 72° mês.

ID 311: Começa a entender sobre quantidades e medidas. Mais do que entender sobre quantidades, a criança começa a entender como medir as quantidades. Observável do 60° mês ao 72° mês.

ID 312: Capaz de diferenciar realidade de fantasia. A criança é perfeitamente capaz de diferenciar realidade de fantasia, sonho de realidade. Observável do 60° mês ao 72° mês.

ID 313: Gosta de jogos de fantasia. A criança gosta de se passar por personagens. Observável do 60° mês ao 72° mês.

ID 314: Aprende com o outro. A criança prefere aprender com outras crianças do que sozinho. Observável do 60° mês ao 72° mês.

ID 315: Brinca cooperativamente, na maioria das vezes. Na maioria das vezes, prefere cooperar a competir nas brincadeiras. Observável do 60° mês ao 72° mês.

ID 316: Protege as crianças menores. A criança desenvolve um senso de cuidado e responsabilidade para com as crianças menores do que ela. Observável do 60° mês ao 72° mês.

ID 317: Comunica-se com mais habilidade e recursos. Além de falar corretamente, a criança se utiliza de gestos e expressões faciais para se comunicar. Observável do 60° mês ao 72° mês.

ID 318: Gosta de jogar jogos. A criança gosta de jogar jogos de tabuleiro e videogame. Observável do 60° mês ao 72° mês.

ID 319: Destreza em relação à tecnologia. Compreende rapidamente o funcionamento de aparelhos eletrônicos e digita com certa facilidade. Observável do 60° mês ao 72° mês.

ANEXO F: RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005.

Ministério da Saúde - MS
Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA

RESOLUÇÃO DE DIRETORIA COLEGIADA – RDC Nº 269, DE 22 DE SETEMBRO DE 2005

(Publicada em DOU nº 184, de 23 de setembro de 2005)

A Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, no uso da atribuição que lhe confere o art. 11 inciso IV do Regulamento da ANVISA aprovado pelo Decreto 3.029, de 16 de abril de 1999, c/c do Art. 111, inciso I, alínea “b” § 1º do Regimento Interno aprovado pela Portaria nº 593, de 25 de agosto de 2000, republicada no DOU de 22 de dezembro de 2000, em reunião realizada em 29, de agosto de 2005,

considerando a necessidade do constante aperfeiçoamento das ações de controle sanitário na área de alimentos visando a promoção e proteção à saúde da população;

considerando a necessidade de atualizar os valores de Ingestão Diária Recomendada (IDR) de Proteína, Vitaminas e Minerais para indivíduos e diferentes grupos populacionais;

considerando a necessidade de atualizar os valores de Ingestão Diária Recomendada (IDR) de Proteína, Vitaminas e Minerais a serem utilizados como parâmetro de ingestão de nutrientes por indivíduos e diferentes grupos populacionais;

considerando as diretrizes da Política Nacional de Alimentação e Nutrição sobre o controle dos distúrbios nutricionais e doenças associadas à alimentação e nutrição;

adota a seguinte Resolução de Diretoria Colegiada e eu, Diretor-Presidente, determino a sua publicação:

Art. 1º Aprovar o “REGULAMENTO TÉCNICO SOBRE A INGESTÃO DIÁRIA RECOMENDADA (IDR) DE PROTEÍNA, VITAMINAS E MINERAIS”, constante do Anexo desta Resolução.

Art. 2º As empresas têm o prazo de 01 (um) ano após a data da publicação para adequarem seus produtos. **(Prazo prorrogado até 31 de dezembro de 2006, pela Resolução – RDC nº 182, de 03 de outubro de 2006)**

Art. 3º Para os medicamentos específicos, cujos teores de vitaminas e ou minerais estiverem acima dos valores de IDR estabelecidos por esta Resolução, devem ser notificadas as alterações de bula e rótulo do medicamento à área competente desta Agência no prazo de 01 (um) ano.

§1º Os medicamentos específicos categorizados neste artigo, cuja validade de registro expirar a partir de 31 de dezembro de 2006, deverão atender a Resolução ANVISA/MS RDC no 132/03.

Este texto não substitui o(s) publicado(s) em Diário Oficial da União.

Ministério da Saúde - MS
Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA

§ 2º As demais adequações para medicamentos específicos serão estabelecidas pela área competente desta Agência.

Art. 4º O descumprimento aos termos desta Resolução constitui infração sanitária sujeitando os infratores às penalidades previstas na Lei nº 6.437, de 20 de agosto de 1977 e demais disposições aplicáveis.

Art. 5º Revogam-se as disposições em contrário, em especial a Portaria SVS/MS nº 33/98.

Art. 6º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

DIRCEU RAPOSO DE MELLO

ANEXO

**REGULAMENTO TÉCNICO SOBRE INGESTÃO DIÁRIA RECOMENDADA
(IDR) PARA PROTEÍNA, VITAMINAS E MINERAIS**

1. ALCANCE

Adotar os valores constantes das tabelas deste Regulamento como níveis de Ingestão Diária Recomendada (IDR) para Proteína, Vitaminas e Minerais:

Tabela 1 - Ingestão Diária Recomendada para Adultos

Tabela 2 - Ingestão Diária Recomendada para Lactentes e Crianças

Tabela 3 - Ingestão Diária Recomendada para Gestantes e Lactantes

2. DEFINIÇÃO

Ingestão Diária Recomendada (IDR) é a quantidade de proteína, vitaminas e minerais que deve ser consumida diariamente para atender às necessidades nutricionais da maior parte dos indivíduos e grupos de pessoas de uma população sadia.

3. REFERÊNCIAS

3.1. BRASIL. Resolução ANVISA/MS RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 dez. 2003. Seção 1.

3.2. FAO/OMS. Human Vitamin and Mineral Requirements. In: Report 7th Joint FAO/OMS Expert Consultation. Bangkok, Thailand, 2001. xxii + 286p.

Este texto não substitui o(s) publicado(s) em Diário Oficial da União.

Ministério da Saúde - MS
Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA

3.3. INSTITUTE OF MEDICINE. Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes. National Academic Press, Washington D.C., 1999 -2001.

4. INGESTÃO DIÁRIA RECOMENDADA DE PROTEÍNA, VITAMINAS E MINERAIS

4.1. Ingestão Diária Recomendada para Adultos (Tabela 1)

Tabela 1 - Ingestão Diária Recomendada para Adultos

Nutriente	Unidade	Valor
Proteína (1)	g	50
Vitamina A (2) (a)	micrograma RE	600
Vitamina D (2) (b)	micrograma	5
Vitamina C (2)	mg	45
Vitamina E (2) (c)	mg	10
Tiamina (2)	mg	1,2
Riboflavina (2)	mg	1,3
Niacina (2)	mg	16
Vitamina B6 (2)	mg	1,3
Ácido fólico (2)	micrograma	240
Vitamina B12 (2)	micrograma	2,4
Biotina (2)	micrograma	30
Ácido pantotênico (2)	mg	5
Vitamina K (2)	micrograma	65
Colina (1)	mg	550
Cálcio (2)	mg	1000
Ferro (2) (d)	mg	14
Magnésio (2)	mg	260
Zinco (2) (e)	mg	7
Iodo (2)	micrograma	130
Fósforo (1)	mg	700
Fluor (1)	mg	4
Cobre (1)	micrograma	900
Selênio (2)	micrograma	34
Molibdênio (1)	micrograma	45
Cromo (1)	micrograma	35
Manganês (1)	mg	2,3

(a) 1 micrograma retinol = 1 micrograma RE; 1 micrograma betacaroteno = 0,167 micrograma RE; 1 micrograma de outros carotenóides provitamina A = 0,084 micrograma RE; 1 UI = 0,3 micrograma de retinol equivalente (2).

(b) 1 micrograma de colicalciferol = 40 UI.

Este texto não substitui o(s) publicado(s) em Diário Oficial da União.

Ministério da Saúde - MS
Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA

(c) mg alfa-TE/dia; 1,49 UI = 1mg d-alfa-tocoferol (1).

(d) 10% de Biodisponibilidade

(e) Biodisponibilidade moderada - calculada com base em dietas mistas contendo proteína de origem animal

INSTITUTE OF MEDICINE. Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes. National Academic Press, Washington D.C., 1999- 2001.

FAO/OMS. Human Vitamin and Mineral Requirements. In: Report 7th Joint FAO/OMS Expert Consultation. Bangkok, Thailand, 2001. xxii + 286p.

4.2. Ingestão Diária Recomendada para Lactentes e Crianças (Tabela 2)

Tabela 2 - Ingestão Diária Recomendada para Lactentes e Crianças

Nutriente	Unidade	Lactente		Crianças		
		0-6 meses	7-11 meses	1-3 anos (12 a 36 meses)	4-6 anos (37 meses a 6 anos)	7-10 anos
Proteína (1)	g	9,1	11	13	19	34
Vitamina A (2) (a)	micrograma RE	375	400	400	450	500
Vitamina D (2) (b)	micrograma	5	5	5	5	5
Vitamina C (2)	mg	25	30	30	30	35
Vitamina E (2) (c)	mg	2,7	2,7	5	5	7
Tiamina (2)	mg	0,2	0,3	0,5	0,6	0,9
Riboflavina (2)	mg	0,3	0,4	0,5	0,6	0,9
Niacina (2)	mg	2	4	6	8	12
Vitamina B6 (2)	mg	0,1	0,1	0,5	0,5	1,0
Acido fólico (2)	micrograma	48	48	95	118	117
Vitamina B12 (2)	micrograma	0,4	0,5	0,9	1,2	1,8
Biotina (2)	micrograma	5	6	8	12	20
Acido pantotênico	mg	1,7	1,8	2	3	4

Este texto não substitui o(s) publicado(s) em Diário Oficial da União.

Ministério da Saúde - MS
Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA

(2)						
Vitamina K (2)	micrograma	5	10	15	20	25
Colina (1)	mg	125	150	200	250	250
Cálcio (2)	mg	300	400	500	600	700
Ferro (2) (d)	mg	0,27	9	6	6	9
Magnésio (2)	mg	36	53	60	73	100
Zinco (2) (e)	mg	2,8	4,1	4,1	5,1	5,6
Iodo (2)	micrograma	90	135	75	110	100
Fósforo (1)	mg	100	275	460	500	1250
Fluor (1)	mg	0,01	0,5	0,7	1	2
Cobre (1)	micrograma	200	220	340	440	440
Selênio (2)	micrograma	6	10	17	21	21
Molibdênio (1)	micrograma	2	3	17	22	22
Cromo (1)	micrograma	0,1	5,5	11	15	15
Manganês (1)	mg	0,003	0,6	1,2	1,5	1,5

(a) 1 micrograma retinol = 1 micrograma RE; 1 micrograma betacaroteno = 0,167 micrograma RE; 1 micrograma de outros carotenóides provitamina A = 0,084 micrograma RE; 1 UI = 0,3 micrograma de retinol equivalente (2).

(b) 1 micrograma de colicalciferol = 40 UI.

(c) mg alfa-TE; 1,49 UI = 1mg d-alfa-tocoferol (1).

(d) 10% de Biodisponibilidade

(e) Biodisponibilidade moderada - calculada com base em dietas mistas contendo proteína de origem animal

(1) INSTITUTE OF MEDICINE. Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes. National Academic Press, Washington D.C., 1999- 2001.

(2) FAO/OMS. Human Vitamin and Mineral Requirements. In: Report 7th Joint FAO/OMS Expert Consultation. Bangkok, Thailand, 2001. xxii + 286p.

4.3. Ingestão Diária Recomendada para Gestantes e Lactantes (Tabela 3)

Tabela 3 - Ingestão Diária Recomendada para Gestantes e Lactantes

Este texto não substitui o(s) publicado(s) em Diário Oficial da União.

Ministério da Saúde - MS
Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA

Nutriente	Unidade	Gestante	Lactante
Proteína (1)	g	71	71
Vitamina A (2) (a)	micrograma RE	800	850
Vitamina D (2) (b)	micrograma	5	5
Vitamina C (2)	mg	55	70
Vitamina E (2) (c)	mg	10	10
Tiamina (2)	mg	1,4	1,5
Riboflavina (2)	mg	1,4	1,6
Niacina (2)	mg	18	17
Vitamina B6 (2)	mg	1,9	2,0
Ácido fólico (2)	micrograma	355	295
Vitamina B12 (2)	micrograma	2,6	2,8
Biotina (2)	micrograma	30	35
Ácido pantotênico (2)	mg	6	7
Vitamina K (2)	micrograma	55	55
Colina (1)	mg	450	550
Cálcio (2)	mg	1200	1000
Ferro (2) (d)	mg	27	15
Magnésio (2)	mg	220	270
Zinco (2) (e)	mg	11	9,5
Iodo (2)	micrograma	200	200
Fósforo (1)	mg	1250	1250
Fluor (1)	mg	3	3
Cobre (1)	micrograma	1000	1300
Selênio (2)	micrograma	30	35
Molibdênio (1)	micrograma	50	50
Cromo (1)	micrograma	30	45
Manganês (1)	mg	2,0	2,6

(a) 1 micrograma retinol = 1 micrograma RE; 1 micrograma betacaroteno = 0,167 micrograma RE; 1 micrograma de outros carotenóides provitamina A = 0,084 micrograma RE; 1 UI = 0,3 micrograma de retinol equivalente (2).

(b) 1 micrograma de colicalciferol = 40 UI.

(c) mg alfa-TE; 1,49 UI = 1mg d-alfa-tocoferol (1).

(d) 10% de Biodisponibilidade

(e) Biodisponibilidade moderada - calculada com base em dietas mistas contendo proteína de origem animal

Ministério da Saúde - MS
Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA

(1) INSTITUTE OF MEDICINE. Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes. National Academic Press, Washington D.C., 1999- 2001.

(2) FAO/OMS. Human Vitamin and Mineral Requirements. In: Report 7th Joint FAO/OMS Expert Consultation. Bangkok, Thailand, 2001. xxii + 286p.

ANEXO G: Ingestão Diária Recomendada (IDR) (FAO/OMS)

A IDR a seguir foi obtida a partir do documento “Vitamins and mineral requirements in human nutrition”, da FAO/OMS, de 2004.

Grupo	cálcio (mg/dia)	selênio (µg/dia)	magnésio (mg/dia)	zinco (mg/dia)		
				biodisponibilidade		
				alta	moderada	baixa
Bebês						
0-6 meses	300	6	26	1,1	2,8	6,6
7-12 meses	400	10	54	0,8	4,1	8,4
Crianças						
1-3 anos	500	17	60	2,4	4,1	8,3
4-6 anos	600	22	76	2,9	4,8	9,6
7-9 anos	700	21	100	3,3	5,6	11,2
Adolescentes						
<i>Mulheres</i>						
10-18 anos	1300	26	220	4,3	7,2	14,4
<i>Homens</i>						
10-18 anos	1300	32	230	5,1	8,6	17,1
Adultos						
<i>Mulheres</i>						
19-50 anos (premenopausa)	1000	26	220	3,0	4,9	9,8
51-65 anos (menopausa)	1300	26	220	3,0	4,9	9,8
<i>Homens</i>						
19-65 anos	1000	34	260	4,2	7,0	14,0
Idosos						
<i>Mulheres</i>						
+ 65 anos	1300	25	190	3,0	4,9	9,8
<i>Homens</i>						
+ 65 anos	1300	33	224	4,2	7,0	14,0
Mulher grávidas						
1º trimestre	n.e.	n.e.	220	3,4	5,5	11,0
2º trimestre	n.e.	28	220	4,2	7,0	14,0
3º trimestre	1200	30	220	6,0	10,0	20,0
Mulheres lactantes						
0-3 meses	1000	35	270	5,8	9,5	19,0
3-6 meses	1000	35	270	5,3	8,8	17,5
7-12 meses	1000	42	270	4,3	7,2	14,4

Grupo	ferro (mg/dia) biodisponibilidade				iodo (µg/dia)	vit. C (mg/dia)
	15%	12%	10%	5%		
Bebês						
0-6 meses	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	90	25
7-12 meses	6,2	7,7	9,3	18,6	90	30
Crianças						
1-3 anos	3,9	4,8	5,8	11,6	90	30
4-6 anos	4,2	5,3	6,3	12,6	90	30
7-9 anos	5,9	7,4	8,9	17,8	120	35
Adolescentes						
<i>Mulheres</i>						
10-18 anos	(11-14 anos)* 9,3	11,7	14,7	28,0	150	40
	(11-14 anos) 21,8	27,7	32,7	65,4		
	(15-17 anos) 20,7	25,8	31,0	62,0		
<i>Homens</i>	(11-14 anos) 9,7	12,2	14,6	29,2		
10-18 anos	(15-17 anos) 12,5	15,7	18,8	37,6	150	40
Adultos						
<i>Mulheres</i>						
19-50 anos	19,6	24,5	29,4	58,8	150	45
(premenopausa)						
51-65 anos	7,5	9,4	11,3	22,6	150	45
(menopausa)						
<i>Homens</i>						
19-65 anos	9,1	11,4	13,7	27,4	150	45
Idosos						
<i>Mulheres</i>						
+ 65 anos	7,5	9,4	11,3	27,4	150	45
<i>Homens</i>						
+ 65 anos	9,1	11,4	13,7	27,4	150	45
Mulher grávidas						
1º trimestre	sup	sup	sup	sup	200	55
2º trimestre	sup	sup	sup	sup	200	
3º trimestre	sup	sup	sup	sup	200	
Mulheres lactantes						
0-3 meses	10,0	12,5	15,0	30,0	200	70
3-6 meses	10,0	12,5	15,0	30,0	200	
7-12 meses	10,0	12,5	15,0	30,0	200	

Grupo	tiamina (mg/dia)	riboflavina (mg/dia)	niacina (mg/dia)	vit. B6 (mg/dia)	panteonato (mg/dia)	biotina (µg/dia)
Bebês						
0-6 meses	0,2	0,3	2	0,1	1,7	5
7-12 meses	0,3	0,4	4	0,3	1,8	6
Crianças						
1-3 anos	0,5	0,5	6	0,5	2,0	8
4-6 anos	0,6	0,6	8	0,6	3,0	12
7-9 anos	0,9	0,9	12	12	4,0	20
Adolescentes						
<i>Mulheres</i>						
10-18 anos	1,1	1,0	16	1,2	5,0	25
<i>Homens</i>						
10-18 anos	1,2	1,3	16	1,3	5,0	25
Adultos						
<i>Mulheres</i>						
19-50 anos (premenopausa)	1,1	1,1	14	1,3	5,0	30
51-65 anos (menopausa)	1,1	1,1	14	1,5	5,0	30
<i>Homens</i>						
19-65 anos	1,1	1,1	14	1,5	5,0	30
Idosos						
<i>Mulheres</i>						
+ 65 anos	1,1	1,1	14	1,5	5,0	n.e.
<i>Homens</i>						
+ 65 anos	1,2	1,3	16	1,7	5,0	n.e.
Mulher grávidas						
1º trimestre						
2º trimestre	1,4	1,4	18	1,9	6,0	30
3º trimestre						
Mulheres lactantes						
0-3 meses						
3-6 meses	1,5	1,6	17	2,0	7,0	35
7-12 meses						

Grupo	vit. B12 (µg/dia)	folato (µg/dia)	vit. A (µg/dia)	vit. D (µg/dia)	vit. E (mg/dia)	vit. K (µg/dia)
Bebês						
0-6 meses	0,4	80	375	5	2,7	5
7-12 meses	0,7	80	400	5	2,7	10
Crianças						
1-3 anos	0,9	150	400	5	5,0	15
4-6 anos	1,2	200	450	5	5,0	20
7-9 anos	1,8	300	500	5	7,0	25
Adolescentes						
<i>Mulheres</i>						
10-18 anos	2,4	400	600	5	7,5	35-55
<i>Homens</i>						
10-18 anos	2,4	400	600	5	10,0	35-55
Adultos						
<i>Mulheres</i>						
19-50 anos (premenopausa)	2,4	400	500	5	7,5	55
51-65 anos (menopausa)	2,4	400	500	10	7,5	55
<i>Homens</i>						
19-65 anos	2,4	400	600	5	10	65
Idosos						
<i>Mulheres</i>						
+ 65 anos	2,4	400	600	15	7,5	55
<i>Homens</i>						
+ 65 anos	2,4	400	600	15	10,0	55
Mulher grávidas						
1º trimestre						
2º trimestre	2,6	600	800	5	n.e.	55
3º trimestre						
Mulheres lactantes						
0-3 meses						
3-6 meses	2,8	500	850	5	n.e.	55
7-12 meses						

ANEXO H: IDR (RDC nº 269) vs. IDR (FAO/OMS)

A alimentação se constitui de uma complexa combinação entre componentes químicos, biológicos e de preparação e processamento do alimento. Apesar do termo interação denotar algo bidirecional, muitas interações entre nutrientes são unidirecionais. Interações bidirecionais são mais comuns em nutrientes com propriedades bioquímicas similares e que compartilham mecanismos de metabolismo e absorção similares. Além disso, a interação entre dois nutrientes pode ser afetada por um terceiro. Um outro ponto importante é que as interações entre os nutrientes não são aditivas, como no exemplo da absorção do ferro não-heme: o fato de o ácido ascórbico e ferro heme aumentarem, individualmente, a absorção de ferro não-heme não significa que a ingestão de ácido ascórbico junto com ferro heme irá aumentar ou potencializar a absorção de ferro heme mais do que cada um individualmente. Algumas vezes, componentes da dieta podem atuar de forma benéfica ou com efeitos deletérios, o que depende do preparo do alimento e, principalmente, do estado nutricional de quem se alimenta. Em indivíduos que possuem uma alimentação balanceada e variada em questão da classe de nutrientes muito dificilmente observa-se situações em que as interações não sejam positivas (CABALLERO, BENJAMIN, 1988).

Alimentar-se adequadamente é um desafio, pois é necessário conhecer as classes de nutrientes presentes nos alimentos disponíveis, a interação entre esses nutrientes e a quantidade que deve ser ingerida diariamente para a manutenção do equilíbrio interno. A Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO), criada pelo Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação (NEPA), da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), relaciona a quantidade de nutrientes em itens alimentares (frutas, verduras, legumes e alimentos processados) consumidos pela população brasileira (NEPA/UNICAMP, 2011). O “Guia popular da alimentação brasileira”, do Departamento de Atenção Básica, da Secretaria de Atenção à Saúde, do Ministério da Saúde, mostra a cultura alimentar brasileira, relacionado pratos tradicionais para café-da-manhã, almoço, café-da-tarde e jantar, salientando a importância do consumo de alimentos variados, naturais e de época em detrimento dos processados e ultraprocessados (Ministério da Saúde, 2014). No ANEXO III, encontra-se um resumo da interação entre os nutrientes tratados no presente trabalho. Com relação à quantidade a ser ingerida diariamente, diversos países, como política pública de segurança

alimentar, elaboraram documentos oficiais nos quais consta a recomendação de ingestão diária de cada nutriente. No caso do Brasil, a Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), em 22 de setembro de 2005, lançou a RDC nº 269, “considerando a necessidade de atualizar os valores de Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais a serem utilizados como parâmetros de ingestão de nutrientes por indivíduos e diferentes grupos populacionais” (ANVISA, 2005). Neste documento estão as recomendações de ingestão diária de vitaminas, proteínas e minerais para adultos, lactentes, crianças, gestantes e lactantes. Segundo esse mesmo documento, a Ingestão Diária Recomendada (IDR) “é a quantidade de proteína, vitaminas e minerais que deve ser consumida diariamente para atender às necessidades nutricionais da maior parte dos indivíduos e grupos de pessoas de uma população sadia”, baseada nos documentos “Human Vitamin and Mineral Requirements”, da FAO/OMS, de 2001, e “Food and Nutrition Board, Dietary Reference Intakes”, do Instituto de Medicina (*Institute of Medicine*), também de 2001, tendo, como valor de referência para o IDR para adultos somente aqueles recomendados para homens entre 19 e 65 anos de idade. Aqui, encontra-se um dos problemas.

Considerando que o documento da FAO/OMS disponibiliza valores para homens entre 19 e 65 anos, mulheres entre 19 e 50 anos, mulheres entre 51 e 65 anos (por conta da menopausa), homens idosos e mulheres idosas (acima de 65 anos) (FAO/WHO, 2001, 2004), a RDC nº 29 é um documento incompleto, pois não constam as recomendações para idade e gênero diferentes encontradas no documento da FAO/OMS. Sendo a RDC nº 29 um documento que busca “atender às necessidades nutricionais da maior parte dos indivíduos e grupos de pessoas de uma população sadia”, no Brasil, há adolescentes, nem todas as mulheres estão gestantes ou lactantes, há mulheres na menopausa e também idosos, grupos que, na verdade, somam a “maior parte da população sadia” (IBGE, 2011). Uma das consequências de se considerar somente os valores para adultos homens entre 19 e 65 anos para a população adulta em geral é a discrepância no IDR para mulheres. Na tabela 02 estão listados os nutrientes e a porcentagem da discrepância do IDR. Um exemplo de uma diferença significativa e de potencial problema de saúde pública é aquela observada para o nutriente ferro: a discrepância na IDR chega a ser 53% menor do que o recomendado especificamente para mulheres entre 19 e 50 anos. Isto significa que seguir a IDR que consta na RDC nº 269 para o nutriente ferro pode causar deficiência de ferro em mulheres em idade ativa e fértil.

Tabela 02: Discrepância da IDR entre homens e mulheres adultos. Na tabela consta da IDR para homens e mulheres adultos para nutrientes nos quais os valores diferem, colocando o quanto o valor da IDR para mulheres adultas é discrepante do valor estipulado para homens adultos, para mais ou para menos. Os valores foram obtidos a partir do documento “Human Vitamin and Mineral Requirements”, da FAO/OMS (FAO/WHO, 2004).

Nutriente	IDR (homens)	IDR (mulheres)	discrepância
Zinco	7 mg/dia	4,9 mg/dia	30% a mais
Selênio	34 µg/dia	26 µg/dia	24% a mais
Magnésio	260 mg/dia	220 mg/dia	16% a mais
Ferro	13,7 mg/dia	29,4 mg/dia	53% a menos
Riboflavina	1,3 mg/dia	1,1 mg/dia	15% a mais
Niacina	16 mg/dia	14 mg/dia	12% a mais
Vitamina A	600 µg/dia	500 µg/dia	17% a mais
Vitamina E	10 mg/dia	7,5 mg/dia	25% a mais
Vitamina K	55 µg/dia	65 µg/dia	15% a menos

Além disso, as recomendações para alguns nutrientes estão desatualizadas, pois há uma segunda edição do documento da FAO/OMS finalizada em 2004 (FAO/WHO, 2004). Os nutrientes cuja IDR foi atualizada, comparando a primeira com a segunda edição, são: ferro, diminuição de 3%; iodo, com um aumento de 13%; e ácido fólico, com aumento na recomendação diária de 40%.

Ademais, as recomendações de ingestão diária são baseadas em pesquisas realizadas com a população dos Estados Unidos, cujas condições ambientais e a cultura alimentar são diferentes daquelas vividas pelo povo brasileiro (Ministério da Saúde, 2014). O ideal seria elaborar uma IDR baseada em pesquisas realizadas com a população do Brasil, por região, considerando as singularidades de cada uma delas e as particularidades de cada faixa etária. Programas de combate à desnutrição devem considerar a ingestão adequada de cada nutriente, não somente por conta da baixa ingestão, mas também, e principalmente, pela interação entre os nutrientes, como mostrada anteriormente e colocada de forma resumida no ANEXO III. Esta é uma pesquisa que se faz urgente, tendo em vista a segurança alimentar no Brasil.

No ANEXO I, RDC nº 269, nas páginas 4, 5 e 6 do documento, encontram-se as tabelas de Ingestão Diária Recomendada (IDR) para adultos, lactentes e crianças e lactantes e gestantes, respectivamente. No ANEXO II, encontram-se as tabelas de IDR do “Human Vitamin and Mineral Requirements” atualizadas (FAO/WHO, 2004). O presente trabalho segue a tabela que encontra-se no ANEXO II para a IDR de lactantes e crianças por se tratar de um documento atualizado e mais completo e também por não haver este tipo de documento baseado em pesquisa com a população brasileira, como recomendado pela Organização Mundial de Saúde (Michaelsen *et al.*, 2003).

ANEXO I: Nutrição

Em nutrição estudam-se os compostos químicos que constituem o corpo de um animal e como os animais são capazes de sintetizar os componentes químicos de seus corpos a partir dos materiais químicos que coletam do ambiente em que vivem. A nutrição também está relacionada à energia disponível nos alimentos e à adequação destes em relação às necessidades do organismo, o que pode ser dividida em duas vertentes: a quantidade e a qualidade do alimento, pois o organismo precisa de energia para a atividade externa e manutenção interna, e de suprimentos de substâncias específicas para conversão e crescimento (HILL, R. W.; WYSE; ANDERSON, 2012; SCHMIDT-NIELSEN, 1996).

A parte principal da matéria orgânica utilizada como alimento consiste de proteínas (cujos produtos são os aminoácidos), carboidratos (gerando açúcares simples) e gorduras (tendo, como produto, ácidos graxos). É a partir da oxidação desses produtos digestivos simples, compostos principalmente por carbono, hidrogênio, nitrogênio e oxigênio, que quase toda energia química necessária aos organismos é fornecida. Para que um organismo permaneça em estado de equilíbrio, o gasto energético total deve ser coberto por uma ingestão alimentar de igual valor. Caso a ingestão seja inferior, o requisito energético restante será alcançado pelo consumo de substâncias corpóreas, principalmente de gordura armazenada. No caso de exceder, poderá ser armazenado na forma de gordura. Isto com relação à energia a ser obtida por um organismo para a seu funcionamento (HILL, R. W.; WYSE; ANDERSON, 2012; SCHMIDT-NIELSEN, 1996).

Além de água, o corpo humano é composto principalmente por proteínas e lipídios. Minerais ocupam o terceiro lugar em importância, seguindo por outras duas categorias de moléculas orgânicas: os carboidratos e ácidos nucleicos. Os tipos de átomos mais abundantes no corpo humano são carbono, hidrogênio e oxigênio, que são os blocos de construção de compostos orgânicos. Nitrogênio, cálcio e fósforo são outros também abundantes: nitrogênio porque é encontrado em todas as proteínas e ácidos nucleicos; cálcio por compor o esqueleto; e o fósforo porque é encontrado tanto no esqueleto com o em ácidos nucleicos e nos fosfolipídios de todas as membranas celulares (HILL, R. W.; WYSE; ANDERSON, 2012).

Com relação ao crescimento, desenvolvimento e manutenção de mecanismos celulares e metabólicos, são necessários aminoácidos, vitaminas, compostos correlatos,

minerais e microelementos. Vitaminas são necessárias na faixa de miligramas ou microgramas. Dos compostos minerais do esqueleto junto com íons dissolvidos, os mais importantes são sódio, potássio, cloro e bicarbonato. Sódio e cloro são necessários para o equilíbrio osmótico. O íon bicarbonato está intimamente relacionado à respiração e transporte de CO₂ e regulação do pH. Cálcio, magnésio, fósforo e sulfato são necessários a muitos processos fisiológicos. Os microelementos constituem 0,01% do corpo de um mamífero, entretanto executam importantes funções na manutenção do organismo. Dentre eles, destacam-se ferro (componente da hemoglobina e de diversos sistemas enzimáticos), cobalto (componente da vitamina B₁₂), cobre (importante na formação de hemoglobina e de várias enzimas), zinco (parte de enzimas importantes como anidrase carbônico e peptidases), cromo (função importante na captação de glicose pela insulina através dos tecidos), manganês (importante na formação dos ossos), molibdênio (importante na formação de ácido úrico), selênio (importante na ação da vitamina E), flúor (atua no crescimento), iodo (componente de hormônios tireoideanos) (SCHMIDT-NIELSEN, 1996).

Além de estar relacionada a como os componentes encontrados nos alimentos fornecem energia ou são utilizados para a construção dos tecidos do corpo, a nutrição também investiga os resultados da insuficiência ou dos excessos de determinados nutrientes nos processos de manutenção do organismo humano; com a saúde do feto e seu desenvolvimento durante a gestação; com a nutrição infantil, com o objetivo de promover um crescimento e desenvolvimento saudáveis (MANN, JIM; TRUSWELL, 2002). Os principais nutrientes que influenciam diretamente, e de forma decisiva, o desenvolvimento infantil e que são citados na RDC nº 269³⁴ (ANVISA, 2005), documento oficial da União no qual consta a Ingestão Diária Recomendada (IDR) para cada nutriente, encontram-se descritos logo a seguir, nas seguintes categorias: macronutrientes (carboidratos, lipídios, proteínas e fibras) e micronutrientes (vitaminas e minerais).

- *Macronutrientes*
 - Carboidratos

Os carboidratos são encontrados em frutas, vegetais, grãos e laticínios; variam em estrutura e função fisiológica; são formados por átomos de carbono, oxigênio e hidrogênio,

³⁴ Vide ANEXO I.

quimicamente definidos como poli-idroxi aldeídos ou cetonas; e podem ser divididos em duas classes (BERDANIER; ZEMPLIEN, 2009; BRAND-MILLER, 2002; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; SANDERS; LUPTON, 2012):

- **carboidratos simples:** compostos por até 2 unidades açúcar. Podem ser:
 - monossacarídeos: a forma estrutural mais simples de carboidrato, com 1 unidade de açúcar, sendo o mais abundante na natureza a glicose, açúcar com 6 carbonos. Também são monossacarídeos a frutose e a galactose (fig. 01);
 - dissacarídeos: consistem de 2 resíduos de monossacarídeos unidos por uma ligação covalente. A sacarose, formada por 1 resíduo de glicose e outro de frutose, é, nutricionalmente, o mais significativo, fornecendo aproximadamente um terço do total diário de carboidrato de um adulto. São dissacarídeos a maltose, a lactose e a sacarose (fig. 01).
- **carboidratos complexos:** compostos por mais de 2 unidades de açúcar. Podem ser:
 - oligossacarídeos: consistem de uma cadeia curta de monossacarídeos unidos por ligações covalentes³⁵. Dentre os oligossacarídeos, o mais frequentemente encontrado na natureza é o trissacarídeo;
 - polissacarídeos: são cadeias longas constituídas por centenas ou até milhares de monossacarídeos. Os principais polissacarídeos de interesse nutricional são glicogênio, amido e celulose e são constituídos somente por unidades de glicose (fig. 01).

A maltose, um dissacarídeo, é formada a partir da hidrólise³⁶ parcial do amido e é encontrada em bebidas maltadas como cervejas e licores maltados. A lactose é encontrada naturalmente no leite e derivados. A sacarose, também chamada de açúcar de cana, é encontrada naturalmente nos vegetais e é usada para adoçar os alimentos. Quanto aos polissacarídeos, o amido, que é encontrado em plantas, é o mais comum e digesto. Uma pequena porção dos amidos escapa à digestão das enzimas e passa pelo cólon, onde são

³⁵ Ligação covalente é uma ligação formada entre dois ou mais átomos através de compartilhamento de elétrons (BROWN *et al.*, 2016).

³⁶ Hidrólise é uma reação química em que ocorre a quebra de ligação química de uma molécula com a adição de uma molécula de água (BROWN *et al.*, 2016).

fermentados. A estes dá-se o nome de amidos resistentes e são encontrados principalmente em grãos integrais, sementes e legumes. Outro polissacarídeo, o glicogênio, é a principal forma de armazenamento de açúcar nos tecidos animais, localizado principalmente no fígado e no músculo esquelético. A diferença principal entre o amido e o glicogênio é que este último é muito mais ramificado. Os resíduos de glicose presentes na molécula do glicogênio estão prontamente disponíveis como fonte de glicose (MANN, JIM; TRUSWELL, 2002; WATERLAND, 2012).

Aproximadamente metade dos carboidratos presentes na dieta são polissacarídios, como amido e dextrinas, derivados em sua maior parte de grãos e vegetais. O restante é composto por açúcares simples, sendo, os mais importantes, sacarose, lactose e, em menor proporção, maltose, glicose e frutose (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

A porcentagem de carboidrato na dieta varia inversamente com as condições econômicas e com a porcentagem de proteínas e gordura na dieta: alimentos ricos em carboidratos são mais baratos do que aqueles ricos em proteínas e gorduras, o que faz com que aqueles que tenham melhores condições financeiras consumam menos frutas e verduras e consumam mais alimentos ricos em gorduras (SANDERS; LUPTON, 2012). Nas últimas décadas, com a comprovação dos benefícios do consumo de fibras, frutas e vegetais em evitar riscos à saúde e o desenvolvimento de políticas públicas com recomendações relacionadas ao consumo de carboidratos, observa-se uma mudança nos hábitos alimentares com relação a carboidratos, o que, por sua vez, vem impactando a porcentagem de consumo deste macronutriente (BERDANIER; ZEMPLINI, 2009; SANDERS; LUPTON, 2012). No Brasil, estima-se que o consumo de frutas e hortaliças corresponda a menos da metade das recomendações nutricionais, sendo ainda mais deficiente em famílias de baixa renda, devido principalmente à falta de informação dos benefícios desses itens alimentares do que, necessariamente, ao preço ou ausência de mecanismos eficazes de comercialização (JAIME *et al.*, 2007).

Figura 01: Monossacarídeos, dissacarídeos e polissacarídeos

Fonte: Modificado de <http://slideplayer.com.br/slide/1670928/6/images>

Os dissacarídeos são formados por 2 unidades de monossacarídeos. A maltose é formada por 2 unidades de glicose; a frutose é formada por 1 unidade de glicose e 1 unidade de frutose; e a lactose, por 1 unidade de glicose e 1 unidade de galactose. Os polissacarídeos amido e glicogênio são formados por centenas de unidades de monossacarídeo (glicose) (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

É preciso ressaltar que há ainda os açúcares adicionados nos alimentos durante o processo de fabricação: açúcar branco, xarope de milho, melaço, sucos de fruta concentrados.

A maioria dos alimentos processados possuem altas quantidades de açúcares adicionados e menor densidade de micronutrientes quando comparados com os alimentos e bebidas naturais (fig. 02). Ainda não há métodos para diferenciar entre açúcares naturais e adicionados nos rótulos dos produtos alimentícios, dificultando a identificação da qualidade e da quantidade de açúcares adquiridos pelo consumidor (SANDERS; LUPTON, 2012).

Figura 02: Percentual de contribuição de diferentes categorias de alimentos para a ingestão de açúcar adicionado

Fonte: Marriott et al., 2010 *apud* Sanders and Lupton, 2012)

A glicose é a fonte mais comum de energia disponível para as células. Um cérebro adulto necessita de aproximadamente 140g de glicose por dia. As células vermelhas requerem 40g por dia. A quantidade mínima absoluta de carboidrato necessária para a sobrevivência é de 50g por dia. Durante a gestação, este número praticamente dobra. Dietas com altas quantidades de carboidratos, quando composta em sua maioria por fibras, estão associadas a baixas taxas de obesidade, por conta do efeito de saciedade; alívio na constipação, por aumentar a velocidade de trânsito pelo intestino e a massa fecal; à redução do risco de câncer no intestino grosso; e à proteção contra doenças das coronárias. Entretanto, quantidades excessivas de fibras podem diminuir a biodisponibilidade de alguns minerais como ferro, cálcio e zinco. Já dietas com altas quantidades de carboidratos simples estão associadas à cárie dentária; ao aumento de triglicérides e redução de HDL³⁷, aumentando o risco de doenças

³⁷ HDL = high-density lipoprotein (lipoproteína de alta densidade) (HALL, 2011).

coronárias e obesidade. Para crianças de 0 a 6 anos não se recomenda dietas com altas quantidades de carboidratos, nem de fibras (BRAND-MILLER, 2002).

- **Lipídios**

Lipídios são compostos solúveis em solventes orgânicos e insolúveis em água; são energeticamente mais densos que os carboidratos, fornecendo duas vezes mais energia por grama; exercem importante função em diversos processos metabólicos e fisiológicos; e na manutenção da integridade estrutural e funcional da membrana celular. No corpo, são precursores de uma gama de hormônios e sinalizadores celulares e a única forma de armazenamento de energia para períodos de tempo prolongados. Os lipídios armazenados no tecido adiposo servem para promover isolamento, auxiliando no controle da temperatura corpórea, e fornecer alguma proteção física aos órgãos internos. Em nutrição, realçam o sabor e a palatabilidade dos alimentos (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; MANN, JIM; SKEAFF, 2002).

Os lipídios são encontrados naturalmente em diversas fontes animais e vegetais, incluindo tecido adiposo animal (a gordura visível nas carnes); leite e derivados (creme, manteiga, queijo e iogurte); sementes, nozes, óleos vegetais e derivados (margarina) ovos, óleo de peixe e folhas. Os lipídios são usados em diversos preparos, como tortas, bolos, biscoitos e chocolates (MANN, JIM; SKEAFF, 2002). Os principais grupos de lipídios de importância nutricional são os ácidos graxos, os acilgliceróis, os fosfolipídios, os esfingolipídios e os esteróis. Os fosfolipídios e os esteróis são os principais elementos estruturais das membranas biológicas. Outros lipídios, presentes em quantidades muito menores que os dois últimos, desempenham papéis cruciais na manutenção do organismo como cofatores enzimáticos, transportadores de elétrons, pigmentos fotossensíveis, âncoras hidrofóbicas para proteínas, chaperonas para auxiliar no enovelamento de proteínas de membrana, agentes emulsificantes no trato digestivo, hormônios e mensageiros intracelulares (DUPONT, 2005; NELSON, D. L.; COX, 2014).

Os ácidos graxos são hidrocarbonetos de cadeia altamente reduzidos (ou seja, baixíssimo estado de oxidação), com grupo carboxil em uma das pontas, os quais podem ser classificados como saturados ou insaturados, sendo utilizados com frequência por diversos organismos como forma de armazenamento de energia. Os ácidos graxos saturados têm átomos de hidrogênio em cada sítio de carbono possível, enquanto que os insaturados têm ligações duplas (fig. 03). Estas características químicas são de extrema importância na nutrição

pois definem as características físicas que, por sua vez, determinam a apresentação e o modo de utilização dos ácidos graxos na alimentação. Os ácidos graxos saturados são geralmente sólidos à temperatura ambiente e, quanto maior a quantidade de carbonos, maior a cadeia e, por conseguinte, maior seu ponto de fusão. Já os mono e poli-insaturados (chamados de PUFA) são geralmente líquidos à temperatura ambiente. As PUFA não são sintetizadas pelos animais, mas são um componente importante para o metabolismo, sendo adquiridas de fontes vegetais. Os ácidos graxos de grande importância biológica são o monoinsaturado ômega 9 e os poli-insaturados ômega 3 e ômega 6 (DUPONT, 2005; NELSON, D. L.; COX, 2014).

Figura 03: Estruturas de ácidos graxos.

Fonte: Nelson and Cox (2014).

Em (a), duas representações do ácido esteárico completamente saturado. Em (b), a ligação dupla em vermelho no ácido oleico restringe a rotação e introduz uma dobra rígida na cauda hidrocarbonada. Todas as outras ligações da cadeia estão livres para rotação. Em (c), os ácidos graxos completamente saturados na forma estendida empacotam-se em arranjos quase cristalinos, estabilizados por muitas interações hidrofóbicas. Em (d), a presença de um ou mais ácidos graxos com ligações duplas interfere nesse agrupamento compacto e resulta em agregados menos estáveis (NELSON, D. L.; COX, 2014).

Os lipídios mais simples construídos a partir de ácidos graxos são os triacilglicerídeos, mais conhecidos como triglicérides ou simplesmente gorduras, compostos por três ácidos graxos, cada um em uma ligação éster com uma molécula de glicerol, apolares, hidrofóbicos, essencialmente insolúveis em água. Na maioria das células eucarióticas, formam uma fase separada de gotículas microscópicas de óleo no citosol aquoso, servindo como depósitos de combustível metabólico. Em vertebrados, os triacilgliceróis são armazenados nos adipócitos, ocupando quase todo o espaço da célula. Em sementes de vários tipos de plantas, os

Durante a amamentação, os ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs) ômega-6 e ômega-3 são transportados através da placenta da circulação materna para a circulação fetal em crescentes quantidades durante o desenvolvimento. A quantidade de PUFA materno para o bebê no final da gestação é independente de qualquer mudança na dieta da mãe, como consequência do efeito hormonal na especificidade de síntese de fosfatidilcolina e de lipoproteína exportada para o fígado da mãe – as quantidades de PUFA necessárias ao feto durante a gestação são reguladas muito mais por aspectos metabólicos e hormonais maternos do que por aspectos nutricionais da mãe. Entretanto, é importante ressaltar que, mesmo que em menor proporção, a obtenção de PUFAs pela mãe pela dieta influencia na quantidade de fosfolipídios no fígado e nos pulmões para a síntese de surfactantes³⁸, substância responsável por evitar o colapso dos alvéolos no feto. A maior parte das mudanças no metabolismo de lipídios da mãe durante a gestação representa ajustes para garantir o suprimento adequado de PUFA para o desenvolvimento do cérebro do bebê. Ao nascer, o leite materno será a fonte de PUFAs, especialmente de ômega-6 (DUPONT, 2005).

Os esfingolipídios têm por característica a presença de molécula de açúcar em sua estrutura, chamados, dessa forma, de glicosfingolipídios. O açúcar mais comum em sua estrutura é a galactose. Alguns dos glicosfingolipídios têm ácido siálico ligados e um ou mais resíduos de açúcar, conferindo-lhes propriedade anfipática importante na membrana plasmática, especialmente em tecidos nervosos (DUPONT, 2005).

Esteróides são mono-idroxi-álcoois com 4 anéis centrais, chamados de núcleo esterol (fig. 04). O colesterol é o esterol mais abundante nos tecidos animais e sua estrutura tetracíclica é compacta e rígida. No cérebro, e em outros tecidos, colesterol livre é o principal componente da bainha de mielina, impermeável à transferência de elétrons; é precursor da vitamina D (colecalfiferol) e de hormônios adrenocorticais, como estrogênio, androgênios e progesterona. A bile, derivada do colesterol e produzida pelo fígado, exerce função essencial na digestão e absorção de lipídios da dieta (DUPONT, 2005).

³⁸ Surfactantes são secretados por células epiteliais do tipo 2 nos alvéolos pulmonares e formam uma fina camada contínua na interface ar-líquido nos pulmões, promovendo a área de superfície adequada para as trocas gasosas por conta da razão área:volume ser muito grande e pelo fato de os alvéolos terem um diâmetro muito pequeno. Desse modo, a força sobre a superfície do alvéolo é grande, tendendo ao colapso. A presença de surfactante diminui essa força (tensão superficial). A ausência de quantidades adequadas de surfactantes leva ao colapso dos pulmões (DUPONT, 2005).

- Proteínas

As proteínas são as macromoléculas mais versáteis nos sistemas vivos: são elementos estruturais e funcionais fundamentais a todas as células e é parte de uma grande quantidade de interações metabólicas relacionadas ao metabolismo de energia e de outros nutrientes. Depois da água, proteínas e gorduras são os compostos químicos mais abundantes num corpo saudável. Um adulto de 70 kg tem aproximadamente 16% de seu corpo composto por proteínas, sendo que 43% delas encontram-se nos músculos, 15% na pele e 16% no sangue. Metade delas estão presente em 4 grupos: colágeno, hemoglobina, miosina e actina, sendo que o colágeno compreende 25% desse total. As proteínas compreendem uma gama de funções e sua importância não se deve à quantidade, mas à função. De fato, algumas das proteínas que exercem funções importantes estão em pequena proporção comparando com o total existente no corpo, como insulina, fatores de crescimento ou citocinas. A atividade bioquímica das proteínas é um atributo da estrutura, tamanho e forma de cada uma delas (JACKSON, 2002; STRYER; BERG; TYMOCZKO, 2014).

Proteínas são compostos de cadeias lineares de aminoácidos, todos anfóteros, contendo, no mínimo, um grupo carboxila e um grupo amina. Todos 20 aminoácidos que formam proteínas consistem de um átomo central de carbono (carbono α), ligado a um grupo amina, um ácido carboxílico, um átomo de hidrogênio e um grupo R diferenciado, também chamado de cadeia lateral. Com os quatro grupos diferentes ligados ao átomo de carbono tetraédrico, os aminoácidos são *quirais* (podem existir em uma das duas formas especulares, chamados de isômeros **L** (levógiro) e **D** (dextrógiro) (fig 05), mas apenas os aminoácidos L constituem as proteínas. Os aminoácidos diferem entre si no grupo funcional (R) de sua estrutura (fig. 06). O maquinário para a síntese de proteínas presente nas células ligam os aminoácidos via pontes peptídicas, que são ligações covalentes, formando uma cadeia polipeptídica. A sequência linear dos resíduos de aminoácidos de um polipeptídio é denominada **estrutura primária**. Essas proteínas se dobram espontaneamente em estruturas tridimensionais formadas pelas pontes de hidrogênio, determinadas pela sequência de aminoácidos no polímero proteico, formando a **estrutura secundária**. A **estrutura terciária** é formada por interações de longa distância entre os aminoácidos, com o polipeptídeo enovelando-se tridimensionalmente. É a estrutura terciária das proteínas que determina a natureza das reações bioquímicas nas quais estarão envolvidas. Quando uma proteína tem

duas ou mais subunidades polipeptídicas, seus arranjos no espaço são denominados **estrutura quaternária** (fig. 07) (NELSON, D. L.; COX, 2014; RANDALL; BURGGREN; FRENCH, 1997; STRYER; BERG; TYMOCZKO, 2014).

Figura 05: Estrutura dos aminoácidos.

Na imagem são mostrados o grupo amina (NH_3^+), grupo carboxila (COO^-), um grupo R diferenciado (R), um átomo de H, todos ligados ao carbono α (C_α). Também são mostrados os isômeros L e D. Somente os isômeros L formam proteínas (STRYER; BERG; TYMOCZKO, 2014)

Figura 06: Os 20 aminoácidos comuns em proteínas.

As porções não sombreadas são aquelas comuns a todos os aminoácidos. As porções sombreadas correspondem aos grupos R (NELSON, D. L.; COX, 2014).

Figura 07: Níveis de estrutura das proteínas.

A *estrutura primária* consiste de uma sequência de aminoácidos unidos por ligações peptídicas. O polipeptídeo resultante pode ser disposto em unidades de *estrutura secundária*, como em uma α -hélice. A hélice é uma parte da *estrutura terciária* do polipeptídeo dobrado, na qual é ele mesmo uma das subunidades que compõem a *estrutura quaternária* da proteína multissubunidade, nesse caso, a hemoglobina (NELSON, D. L.; COX, 2014).

A estrutura e a função de todas as proteínas estão relacionadas aos aminoácidos que as compõem e às cadeias formadas por ligações peptídicas: para cada proteína há uma composição de aminoácidos característica. Para uma proteína ser sintetizada, todos os aminoácidos requeridos precisam estar disponíveis na quantidade necessária. Caso algum aminoácido esteja pouco disponível, este limitará o processo de síntese, recebendo o nome de 'aminoácido-limite'. As proteínas existentes no corpo estão em constante processo de *turning over*, isto é, variando entre o processo de síntese e degradação. Na média, as taxas de síntese e de degradação são similares em adultos, portanto a quantidade de proteína no corpo permanece mais ou menos constante por longos períodos (MILLWARD, 2005).

Dos 20 aminoácidos encontrados nas proteínas, oito devem ser disponibilizados pré-formados na dieta e são identificados como 'essenciais'. São eles: lisina, treonina, metionina, fenilalanina, triptofano, leucina, isoleucina e valina. Os outros aminoácidos podem ser formados endogenamente e a estes dá-se o nome de 'não-essenciais', o que não significa que tenham uma importância biológica menor do que os essenciais. Na infância, um certo número de aminoácidos classificados como não-essenciais para adultos não podem ser formados nas quantidades necessárias, ou porque a demanda é muito maior e as vias de formação não estão suficientemente maduras, ou porque a taxa de formação endógena ainda não é adequada, ou mesmo por uma combinação dos dois fatores. Por conta disso, arginina, histidina, cisteína,

glicina, tirosina, glutamina e prolina são considerados essenciais nesse período da vida (MILLWARD, 2005).

Para uma melhor compreensão do funcionamento das proteínas no metabolismo humano, pode-se categorizá-las de acordo com suas funções fisiológicas (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009):

- catalisadoras: são as **enzimas**, moléculas de proteínas que atuam alterando a velocidade de uma reação. Algumas necessitam de um cofator ou coenzima para conduzir uma reação. Minerais como zinco, cobre e ferro são exemplos de cofatores. São encontradas tanto no meio intracelular como no meio extracelular, como no sangue. As enzimas são frequentemente classificadas de acordo com o tipo de reação que catalisam:
 - hidrolases: clivam compostos
 - isomerases: transferem átomos entre moléculas
 - ligases ou sintases: unem compostos
 - oxirredutase: transferem elétrons
 - transferases: movem grupos funcionais
- mensageiras: como os hormônios, que atuam como mensageiros químicos. Hormônios são sintetizados e secretados pelo sistema endócrino e transportados pelo sangue aos órgãos ou tecidos-alvos, onde se ligam aos receptores de proteínas, e geralmente regulam processos metabólicos, como promover síntese de enzimas ou afetando a atividade delas. Alguns hormônios são derivados do colesterol e são chamados de hormônios esteroides.
- elementos estruturais: são proteínas com função estrutural, como:
 - proteínas de contração: cujas principais são actina e miosina, encontradas nos músculos cardíaco, esquelético e liso.
 - proteínas fibrosas: que tendem a ser lineares na forma, como colágeno, elastina e queratina, encontradas nos ossos, dentes, pele, tendões, cartilagem, vasos sanguíneos, cabelo e unhas.
 - proteínas globulares: cujo nome é devido à sua forma esférica. Alguns exemplos são mioglobina, calmodulina e muitas enzimas.

- imunoprotetoras: grupo formado pelas imunoproteínas, chamadas também de imunoglobulinas (Ig) ou anticorpos (Ac), têm forma de Y, formadas por 4 cadeias de polipeptídeos. As imunoglobulinas são produzidas por células plasmáticas derivadas de linfócitos B, um tipo de célula branca, e atuam ligando-se a antígenos³⁹, inativando-os.
- transportadoras: são proteínas que se combinam com outras substâncias, principalmente minerais e vitaminas, para fornecer meios de carregar substâncias pela corrente sanguínea para as células, ou de uma célula para outra, ou para fora da célula. Proteínas transportadoras presentes na membrana celular regulam o fluxo de nutrientes na célula. Algumas proteínas de transporte são:
 - hemoglobina: encontrada nos eritrócitos, transporta oxigênio e gás carbônico;
 - albumina: transporta uma variedade de nutrientes, como cálcio, zinco e vitamina B₆;
 - transferrina (ou prealbumina): forma um complexo com proteína ligante de retinol para transportar retinol (vitamina A);
 - transferrina: transporta ferro;
 - ceruloplasmina: transporta cobre;
 - lipoproteínas: transportam lipídios no sangue.
- tampões: tampões são substâncias que adequam o pH por adição de ácido ou base. O pH do sangue, bem como de outros tecidos, devem ser mantidos numa determinada faixa. No sangue, por exemplo, o pH deve ficar entre 7,35 e 7,45. Aminoácidos atuam como ácido ou base em soluções aquosas liberando ou aceitando íons hidrogênio, contribuindo para a capacidade de tamponamento das proteínas no corpo.
- equilibradoras de fluido: a presença de proteínas no sangue e no interior das células auxilia na manutenção do equilíbrio de fluidos, atraindo água e contribuindo para a pressão osmótica.

³⁹ Antígenos consistem de substâncias estranhas, como bactérias ou vírus, que entram no corpo (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009)

- outras funções:
 - adesão celular;
 - sinalização;
 - receptor de membrana;
 - proteínas conjugadas: proteínas que se ligam a componentes não proteicos, como as glicoproteínas.

- Fibras

Fibras se referem a carboidratos e lignina não digeríveis pelas enzimas digestivas humanas. São polímeros de carboidratos com dez ou mais unidade monoméricas que não são hidrolisadas pelas enzimas do intestino delgado. As fibras funcionais consistem de carboidratos não digeríveis que foram isolados, extraídos ou manufaturados e que se têm efeitos fisiológicos positivos em humanos. As fibras são encontradas nos alimentos de origem vegetal, o que não poderia ser diferente, pois a parede celular, componente de todas as células vegetais, contém 95% das fibras. São classificadas entre solúveis (algumas hemiceluloses, pectina, gomas e β -glicanos) e insolúveis (lignina, celulose e algumas hemiceluloses) (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; JOHNSON, 2012).

A ingestão de fibras contribui para o controle de diabetes tipo 2 e hipercolesterolemia por promover um atraso na digestão de glicose e lipídios pelo trato gastrointestinal. A fermentação de carboidratos no cólon recupera a energia que não seria absorvida na forma de ácidos graxos de cadeia curta. Além disso, aumenta a quantidade de bactérias que atuam na formação do bolo fecal. Apesar dos benefícios, o metabolismo e a absorção de micronutrientes pode ser comprometido com a alta ingestão de fibras (JOHNSON, 2005, 2012).

As principais fontes de fibras na alimentação encontram-se nos grãos, os quais contêm lignina e ésteres fenólicos, sementes de leguminosas, com oligossacarídeos, frutas e vegetais, nos quais pode-se encontrar lignina, suberina e glicoproteínas, e em produtos manufaturados, como uma variedade de gomas (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

- *Micronutrientes*

Enquanto que os macronutrientes são essenciais na ordem de gramas, os micronutrientes são aqueles necessários na ordem de miligrama ou micrograma. No presente trabalho, daremos ênfase àqueles listados na Resolução de Diretoria Colegiada – RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005 (ANVISA, 2005).

- **Vitamina A**

A vitamina A pode ser obtida a partir de duas classes de compostos: retinol (e compostos relacionados) e alguns carotenoides (β -caroteno e alguns carotenoides relacionados, geralmente com 40 átomos de carbono) (fig. 08) e é um composto solúvel em gordura (lipossolúvel). Foi a primeira vitamina identificada como um micronutriente essencial a seres humanos e prescrita no tratamento de cegueira noturna. É encontrada em uma variedade de alimentos, como fígado e vegetais de cor vermelha e amarela (BERDANIER; ZEMPLINI, 2009; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; WEST, C. E., 2002).

A principal forma ativa da vitamina A é o retinolaldeído e o ácido retinóico, ambos derivados do retinol. O retinolaldeído atua no sistema visual como um transdutor de sinal entre a recepção da luz na retina e a formação do impulso nervoso. O ácido retinóico modula a expressão gênica e atua na diferenciação celular, agindo via receptores nucleares, na imunidade, no crescimento, na morfogênese, na síntese de glicoproteínas e na prevenção de câncer e doenças do coração. As formas pró-vitamina A (retinol pré-formado) são encontradas somente em animais e algumas bactérias e em excesso é cronicamente tóxico. O β -caroteno, quantitativamente a forma mais importante de pró-vitamina A, por sua vez, não o é, porque há uma capacidade limitada de ser clivado à retinol. Além disso, β -caroteno atua como antioxidante através de ações diretas independentes de retinóides. β -caroteno pode ser encontrado em pigmentos de plantas (BENDER, 2003; WEST, C. E., 2002).

Figura 08: Fórmulas estruturais comuns de retinóides e carotenoides

A deficiência em vitamina A é um dos mais sérios problemas de saúde pública mundial relacionado à má nutrição. As manifestações de deficiência em vitamina A incluem xeroftalmia (olhos secos), por conta da produção inadequada de muco, anormalidades na conjuntiva e na córnea, como a queratomalácia (queratinização do epitélio da conjuntiva) (fig. 09B), cegueira noturna, diversas mudanças nos tecidos epiteliais e deficiência imunitária. A má nutrição de proteínas causa a deficiência funcional dessa vitamina por impedir a síntese de retinol ligante de proteína (RBP) plasmático, necessário para o transporte da vitamina do fígado para os locais de ação (BENDER, 2003; BERDANIER; ZEMPLINI, 2009; SOLOMONS, 2012). Por outro lado, a hipervitaminose de vitamina A provoca redução da taxa de crescimento, incrustação da pálpebra, avermelhamento dos cantos da boca, aumento da pressão intracranial resultando em dores de cabeça e visão turva e, em bebês, abaulamento da fontanela (fig. 09A). Perda de cabelo e lesões na pele, anorexia, perda de peso, náusea, vômito, dor

abdominal e irritabilidade são alguns sintomas (BERDANIER; ZEMPLIENI, 2009; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

Figura 09: Quadros causados por excesso e deficiência de vitamina A.

Fonte: encurtador.net/lqELN e encurtador.net/lrBQU

Em (a), representação de fontanela abaulada, provocada por excesso de vitamina A, e em (b), foto de olho com queratomalácia, resultante da deficiência de vitamina A.

As principais fontes de vitamina A são: fígado, laticínios, batata doce, cenoura, abóbora, ervilha, vegetais muito verdes, como espinafre e brócolis, e frutas amarelas, tais como peras, damasco.

▪ Vitamina D

Vitamina D, também chamada de calciferol, é uma vitamina lipossolúvel, cuja exposição à luz do sol, no caso à radiação UV, fornece ao corpo as necessidades diárias dessa vitamina. Por conta disto, discute-se se pode ser reconhecida como um nutriente ou uma vitamina. Em regiões tropicais e subtropicais, uma quantidade suficiente de vitamina D é formada na pele, exceto quando consideramos pessoas que pouco se expõem ao sol por fatores culturais (ou por se cobrirem por completo ou por ficarem boa parte do dia em lugares fechados). Entretanto, em locais de altas latitudes, poluídos e com pouca luz do sol durante o dia, em que pessoas ficam cobertas com roupas grossas e, portanto, com pouca exposição ao UV, pouca vitamina D é formada na pele. Nesses casos, é necessária a suplementação de vitamina D. Atualmente, a deficiência de vitamina D é reconhecida como problema de saúde pública, mesmo em países tropicais e subtropicais, principalmente pelo fato de as pessoas ficarem durante um período longo do dia em lugares fechados, não se expondo ao sol, ou pelo uso excessivo de protetor solar (BERDANIER; ZEMPLIENI, 2009; HOLICK, 2005; TRUSWELL, 2002).

Estruturalmente, a vitamina D é derivada de esteroides, com três anéis intactos (A, C e D) e o anel B quebrado entre os carbonos 9 e 10, o que lhe confere o nome de secoesterol (fig. 10). A vitamina e seus metabólitos exibem uma flexibilidade conformacional incomum, o que a permite interagir com proteínas de ligação. Como o colecalciferol formado na pele é transportado pela corrente sanguínea e atua nos outros órgãos, como ossos, rins e intestinos, pode ser chamado de hormônio (BENDER, 2003; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

Figura 10: Fórmulas estruturais de vitamina D

Fonte: Holick (2005).

Fórmulas estruturais de vitamina D: 7-deidrocolesterol (pró-vitamina D₃), ergosterol (pró-vitamina D₂), colecalciferol (vitamina D₃) e ergocalciferol (vitamina D₂). Os carbonos estão numerados e os anéis estão marcados. Notar o anel B aberto na vitamina D₂ e na vitamina D₃ (HOLICK, 2005).

Fisiologicamente, a vitamina D atua no aumento da absorção de cálcio pelo intestino, na reabsorção de cálcio pelos rins, no aumento de captação de cálcio pelos osteoblastos e células do músculo esquelético (sua principal função é a manutenção da concentração plasmática de cálcio). Atua também na transcrição do DNA; na proliferação, diferenciação e na função imunitária de monócitos e linfócitos; é parte de uma superfamília de receptores que incluem receptores para ácido retinóico e hormônios esteroides e da tireóide; também participa da regulação da pressão arterial e prevenção de doenças autoimunes (BENDER, 2003; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

A deficiência de vitamina D, nas crianças, causa raquitismo, causado pela redução na calcificação e crescimento das terminações dos ossos. Em adultos, causa a osteomalácia, descalcificação correspondente ao raquitismo, só que em adultos e idosos. Ambas causam má-formação óssea. Sua deficiência também causa osteoporose (perda de cálcio pelos ossos) em idosos. O uso prolongado de anti-convulsionantes aumentam a perda metabólica de vitamina D e Glicocorticóides (corticóides), como a prednisona, inibem a absorção de cálcio no intestino por meio da vitamina D. Já a hipervitaminose de vitamina D, causada por ingestão em excesso, pode provocar hipercalcemia (excesso de cálcio circulante), cujos sintomas são anorexia, náusea, vômito, hipertensão, insuficiência renal e indisposição, além de provocar a calcificação de alguns tecidos, como fígado, coração, pulmões e veias (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; NORMAN; HENRY, 2012).

Vitamina D pode ser encontrada em alimentos de origem animal, principalmente em fígado, bifes, gema de ovo, laticínios e peixes de água salgada. Em alguns países, alimentos como leite, iogurte, queijos, sucos de laranja, pães e cereais são fortificados com vitamina D na forma de ergocalciferol, composto encontrado em plantas. Nos animais, incluindo o ser humano, é sintetizada a forma da pró-vitamina D 7-deidrocolesterol, que dará origem ao calciferol (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; HOLICK, 2005).

▪ Vitamina E

Vitamina E é uma vitamina lipossolúvel, conhecida também como α -tocoferol (fig. 11), com função antioxidante muito próxima ao do elemento-traço selênio, tanto que a deficiência de um pode ser suprida pelo outro. A vitamina E atua também na sinalização celular, pela inibição da ativação da proteína quinase C⁴⁰, na modulação da expressão gênica, na inibição da proliferação celular e na agregação de plaquetas (BENDER, 2003; TRABER, 2005). Não há um órgão responsável pelo estoque de vitamina E – a maior quantidade da vitamina está concentrada em gotículas no tecido adiposo e em pequenas quantidades no fígado. A liberação de vitamina E pelo tecido adiposo é muito lenta, mesmo em períodos de baixa concentração da vitamina: são o fígado e o plasma sanguíneo as fontes prontamente disponíveis de vitamina E. A vitamina E encontrada nos músculos e no coração pode ser

⁴⁰ Proteína quinase C (PKC) é uma enzima que atua na divisão e proliferação celulares (HALL, 2011)

utilizada em taxas intermediárias entre o tecido adiposo e o fígado, mais concentrações plasmáticas (TRABER, 2012).

Figura 11: Fórmulas estruturais da vitamina E.

Apesar de rara, a deficiência de vitamina E pode ocorrer em humanos como resultado de uma anormalidade genética na proteína transportadora de α -tocoferol ou na síntese de lipoproteína e pode causar a diminuição do calibre dos axônios no sistema nervoso, com posterior demielinização (degeneração de mielina) e perda das células de Purkinje. O aumento do estresse oxidativo diminui a concentração de vitamina E plasmática, aumentando o risco de ataque cardíaco, especialmente em fumantes. Alguns sintomas de deficiência de vitamina E são miopatia (dor nos músculos esqueléticos) e fraqueza, anemia hemolítica, problemas neurológicos degenerativos e perda de coordenação dos membros. Já alta ingestão de vitamina E está associada à sangramentos pela diminuição da agregação plaquetária e pela interação com a vitamina K, impedindo a coagulação. Alguns dos sintomas da hipervitaminose são problemas na coagulação sanguínea, problemas gastrointestinais, como náusea, diarreia e flatulência, aumento na gravidade de infecções respiratórias, fadiga, fraqueza muscular e visão dupla (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; TRABER, 2005, 2012).

A vitamina E é encontrada tanto em alimentos de origem animal, em pouca quantidade, quanto vegetal, sendo considerados, ao óleos vegetais, as principais fontes da vitamina. Grãos integrais e nozes também são fontes de vitamina E. Pessoas que limitam o consumo de gordura também estão limitando o consumo dessa vitamina (TRABER, 2005).

▪ Vitamina K

Vitamina K pode ser encontrada naturalmente em duas formas: filoquinona (vitamina K₁), produzida pelas folhas verdes, e menaquinona (vitamina K₂), produzida por bactérias intestinais (fig 12). A menaquinona pode ser sintetizada a partir da filoquinona.

Figura 12: Fórmulas estruturais da vitamina K.

Fonte: Berdanier and Zempleni (2009)

Fórmulas estruturais da vitamina K: vitamina K₁ (filoquinona) e vitamina K₂ (menaquinona) (BERDANIER; ZEMPLINI, 2009).

No fígado, a vitamina K é responsável por promover a síntese de ácido carboxiglutâmico (Gla) por atuar como cofator da enzima responsável pela síntese desse aminoácido que é essencial no processo de coagulação sanguínea e na regulação de cálcio nos ossos (BATES, 2005c).

A deficiência de vitamina K é rara por ser sintetizada pelas bactérias intestinais. Entretanto, tratamentos feitos com antibióticos de largo espectro por períodos prolongados podem afetar também bactérias intestinais, impedindo, portanto, a síntese dessa vitamina. A principal característica de deficiência de vitamina K é o de levar um tempo maior na coagulação sanguínea. Indivíduos com esta deficiência tem inúmeros hematomas indicativos de hemorragias subcutâneas em resposta a lesões, além de baixa densidade óssea. Em recém-nascidos, por não terem a flora intestinal formada, não há síntese de vitamina K no intestino, portanto, o tempo de coagulação é naturalmente maior (BERDANIER; ZEMPLINI, 2009).

A vitamina K₁ pode ser encontrada em verduras com folhas verde escuras, como espinafre, couve de Bruxelas, brócolis, salsinha, coentro, endívia, menta, repolho, alface, couve. Outras fontes são os óleos vegetais. Encontra-se em pouca quantidade em bife de fígado, maçãs e chá verde. No queijo pode-se encontrar alguma porção de vitamina K₂. A

absorção de vitamina K é melhorada com a adição de gordura na refeição (BERDANIER; ZEMPLIENI, 2009; TRABER, 2005).

▪ Vitamina C

O ser humano é um dos poucos mamíferos incapazes de sintetizar vitamina C, conhecida também como ácido ascórbico (fig. 13). O motivo é a falta da última enzima da via de síntese do ácido ascórbico. Vitamina C é uma vitamina hidrossolúvel que participa nas reações de óxido-redução, o que é a base para sua função de agente antioxidante (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; SKEAFF, 2002). Dentre as principais funções da vitamina C, estão (BENDER, 2003; SKEAFF, 2002):

- Síntese de colágeno, principal proteína de tecido conjuntivo encontrada em tendões, artérias, ossos, pele e músculo;
- Conversão de dopamina à noradrenalina, importante neurotransmissor produzido pelo tecido nervoso;
- Conversão de lisina em carnitina, que exerce função importante na transferência de ácidos graxos de cadeia longa para o interior da mitocôndria, onde é convertido em energia via β -oxidação. Em tecidos cuja gordura é uma significativa fonte de energia, como músculos esquelético e cardíaco, baixos níveis de carnitina podem prejudicar a função desses músculos, o que explica a fadiga muscular associada à deficiência crônica de vitamina C;
- Ativação de vários hormônios e de fatores liberadores de hormônios, como calcitonina, hormônio estimulante de melanócito⁴¹ e liberação de fatores para corticotropina⁴², tirotropina⁴³ e hormônio do crescimento;
- É necessária no catabolismo de tirosina a CO_2 e H_2O na glicólise;
- Está relacionada na atividade de enzimas do fígado envolvidas no metabolismo de hormônios, colesterol, medicamentos;

⁴¹ Melanócitos são células localizadas na pele responsáveis pela produção do pigmento melanina (HALL, 2011).

⁴² Corticotropina, ou adrenocorticotropina, é um hormônio produzido pela hipófise que controla a secreção de ACTH (hormônio adrenocorticotrófico) que, por sua vez, atua no metabolismo de glicose, proteínas e lipídios (HALL, 2011).

⁴³ Tirotropina, ou hormônio tireoide-estimulante (TSH), é um hormônio responsável pela regulação da taxa de secreção de tri-iodotironina (T3) e tiroxina (T4) pela glândula tireóide (HALL, 2011).

- É antioxidante contra uma gama de radicais-livres⁴⁴ intra e extracelulares;
- Atua na ativação das enzimas dependentes de cobre, como a dopamina β-hidroxilase, responsável pela síntese das catecolaminas noradrenalina e adrenalina a partir de tirosina na medula adrenal e no sistema nervoso central, e na reativação da ferro-hidroxilase ligada a 2-oxoglutarato, reduzindo Fe³⁺ a Fe²⁺.

Figura 13: Fórmulas estruturais da vitamina C

Fonte: Berdanier and Zempleni (2009)

Fórmulas estruturais da vitamina C: ácido ascórbico e deidro-ácido ascórbico (BERDANIER; ZEMPLENI, 2009).

A vitamina C não é estocada no corpo e seu excesso é excretado na urina. Fumantes têm pouca concentração de ácido ascórbico no plasma sanguíneo e em leucócitos pelo fato de o corpo consumir duas vezes mais vitamina C comparando com um não-fumante. Portanto, fumantes necessitam ingerir uma concentração duas vezes maior de vitamina C para manter o pool desta vitamina no corpo. Há também evidências de que a excreção de vitamina C pela urina aumenta em condições de estresse e infecções agudas (SKEAFF, 2002).

A deficiência de vitamina C causa escorbuto, que tem por sintomas fraqueza, fadiga, inflamação e sangramento da gengiva, cicatrização comprometida, pequenas hemorragias de pele pelo corpo (petéquias) e depressão. A ingestão de altas quantidades de vitamina C (acima de 2 g em um dia) causam dores abdominais e diarreia, pode provocar pedra nos rins e toxicidade por ferro. Altas doses de vitamina C não são recomendadas a pessoas com hemocromatose, talassemia e anemia sideroblástica. Altas doses contínuas de vitamina C reduzem os níveis séricos de vitamina B₁₂ e inibe a utilização de β-caroteno (BERDANIER; ZEMPLENI, 2009; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; SKEAFF, 2002).

⁴⁴ Radicais livres são espécies químicas reativas a oxigênio que, em excesso, podem causar danos celulares (NELSON, D. L.; COX, 2008).

Vitamina C pode ser encontrada em aspargos, mamão, kiwi, laranja, couve-flor, brócolis, couve de Bruxelas, pimentões verdes, couve, limão, morango, acerola, melão, espinafre, repolho, tomate (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; SKEAFF, 2002).

▪ Complexo B

Todas as vitaminas do complexo B são hidrossolúveis. Em 1915, McCollum diferenciou a vitamina B da vitamina A, que é lipossolúvel. Mais adiante, ele mostrou que, na verdade, a vitamina B consistia de vários nutrientes distintos, encontrados nos mesmos alimentos, como fígado e leveduras e que foram nomeadas na ordem de sua descoberta (B_1 , B_2 , etc). Atualmente, são reconhecidas oito vitaminas que compõem o complexo B, nomeadas por seus nomes químicos, sendo que alguns nomes, como B_6 e B_{12} , ainda persistem (TRUSWELL; MILNE, 2002).

▪ Vitamina B_1 (Tiamina)

A tiamina (fig. 14), também chamada de tiamina pirofosfato (TPP) é uma coenzima para os seguintes passos no metabolismo de carboidratos (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; TRUSWELL; MILNE, 2002):

- De piruvato à acetil-CoA, no complexo piruvato desidrogenase, na entrada do ciclo do ácido cítrico⁴⁵. Por conta disso, deficiência em tiamina provoca o acúmulo de piruvato e lactato;
- De α -cetoglutarato à succinil-CoA, na α -cetoglutarado desidrogenase, na metade do ciclo do ácido cítrico;
- Em reações de transcetolase no desvio das hexoses monofosfato, uma via alternativa para a oxidação da glicose. Na deficiência de tiamina, a oxidação de glicose é prejudicada, sem vias alternativas;
- No segundo passo no catabolismo dos aminoácidos leucina, isoleucina e valina;
- Condução nervosa e na membrana plasmática.

Assim como a maioria das vitaminas hidrossolúveis, a tiamina não é estocada no corpo. As únicas reservas são as coenzimas que estão presentes na maioria das células em combinação com as enzimas que têm tiamina como componente. O status de tiamina é facilmente prejudicado por fatores como vômito, abuso de álcool e excreção excessiva

⁴⁵ O ciclo do ácido cítrico será tratado na sessão sobre metabolismo de carboidratos.

(induzida por diuréticos, por exemplo). Os sinais de deficiência de tiamina começam a aparecer em 25 ou 30 dias (THURNHAM, 2005).

Figura 14: Fórmula estrutural da tiamina

Fonte: Berdanier and Zemleni (2009)

Os principais sintomas da deficiência de tiamina é perda do apetite (anorexia), perda de peso, convulsões, batimentos cardíacos mais lentos (bradicardia), insuficiência cardíaca e diminuição da temperatura corpórea. Perda de tônus muscular e lesões no sistema nervoso também podem ocorrer. Uma outra condição patológica é o béri-béri, classificada nos níveis agudo, misto, seco ou úmido. Os tipos agudos e mistos são caracterizado por sintomas neurológicos e cardíacos, produzindo neurite (inflamação dos nervos) e insuficiência cardíaca. No tipo seco, observam-se edemas pela insuficiência cardíaca e problemas digestivos. Perda de função das extremidades (pernas) ou paralisia são sintomas observados no tipo úmido da doença. Em alcoólatras, a deficiência de tiamina é a mais comumente observada e, na maioria dos casos, envolve deficiência de nervos ou músculos, podendo chegar à síndrome de Wernicke, caracterizada por oftalmoplegia (enfraquecimento de um ou mais músculo dos olhos), nistagmo (oscilações repetidas e involuntárias rítmicas de um ou ambos os olhos), ptose (queda da pálpebra), paralisia do 6º nervo craniano (nervo motor ocular externo), ataxia (perda de coordenação muscular e tremores), confusão e coma, o que pode terminar em morte. Quando o estado de confusão mental persiste após o tratamento com tiamina, é chamado de psicose de Korsakoff. Quanto ao excesso, este é somente alcançado quando administrado via intravenosa sendo, os sintomas, dor de cabeça, convulsão, arritmia cardíaca e choque anafilático (BERDANIER; ZEMPLI, 2009; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

Tiamina pode ser encontrada em carnes (principalmente suína), ervilhas, legumes, grãos integrais, leveduras, gérmen de trigo e leite de soja (BERDANIER; ZEMPLI, 2009; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

▪ Vitamina B₂ (Riboflavina)

A riboflavina (fig. 15) é parte de duas coenzimas importantes, a flavina mononucleotídeo (FMN) e flavina adenina dinucleotídeo (FAD), que são agentes oxidantes participantes nas flavoproteínas na cadeia de oxidação na mitocôndria. São também cofatores em várias enzimas, como NADH desidrogenase, necessárias no metabolismo intermediário de praticamente todas as células (BATES, 2005a; BERDANIER; ZEMPLIENI, 2009).

Figura 15: Fórmula estrutural da riboflavina

Fonte: Berdanier and Zemleni (2009)

Os sintomas clínicos da deficiência de riboflavina (ariboflavinose), os quais são mais comumente vistos em associação com outras deficiências nutricionais, como o pelagra, são: estomatite angular (inflamação da boca), queilite (boqueira), atrofia das papilas na língua, seborreia nasolabial e anemia. Alguns estudos mostram que, em áreas em que a malária é endêmica, sujeitos com deficiência de riboflavina apresentam uma contagem menor do parasita por inibir seu desenvolvimento. Entretanto, o curso da doença parece ser mais severo. Não há evidências de que a superdosagem de riboflavina tenha alguma toxicidade, tanto que é efetiva no tratamento de enxaqueca, sem apresentar quaisquer efeitos colaterais (BENDER, 2003; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; TRUSWELL; MILNE, 2002).

Riboflavina é encontrada principalmente em alimentos de origem animal, como leite e queijo, ovos, carnes, vegetais verdes, como espinafre, e gérmen de trigo. Por sua baixa toxicidade e cor amarela intensa, é utilizada como corante alimentar (BENDER, 2003; BERDANIER; ZEMPLIENI, 2009; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

▪ Vitamina B₃ (Niacina)

O termo niacina refere-se ao ácido nicotínico ou nicotinamida (vitamina B₃) (fig. 16) e é parte das coenzimas nicotinamida-adenina dinucleotídeo (NAD) e nicotinamida-adenina-dinucleotídeo-fosfato (NADP). NAD executa função central no metabolismo, pois é o primeiro aceptor de hidrogênio na cadeia de elétrons durante a fosforilação oxidativa na mitocôndria

(de NAD à NADH e vice-versa). Já o NADP tem um pool extra de fosfato ligado a ele, tendo uma função mais especializada como doador de hidrogênio na síntese de ácidos graxos. Aproximadamente 200 enzimas, principalmente desidrogenases, requerem as coenzimas NAD e NADP para atuarem como doadores ou aceptores de elétrons (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; TRUSWELL; MILNE, 2002). Dentre as reações em que NAD participa e é reduzido a NADH incluem (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009):

- Glicólise;
- Descarboxilação oxidativa do piruvato;
- Oxidação de acetil CoA no ciclo do ácido cítrico;
- β -oxidação de ácidos graxos;
- Oxidação de etanol;
- Catabolismo de vitamina B₆.

O NADPH gerado a partir da redução de NADP é utilizado em uma variedade de biossínteses, incluindo (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009):

- Síntese de ácidos graxos;
- Síntese de colesterol e hormônios esteroides;
- Oxidação do glutamato;
- Síntese de desoxirribonucleotídeos (precursores do DNA);
- Regeneração de glutatona, vitamina C e tioredoxina;
- Diversas reações no metabolismo do folato.

Figura 16: Fórmulas estruturais da niacina

Fonte: Berdanier and Zemleni (2009)

Fórmulas estruturais da niacina: ácido nicotínico e nicotinamida (BERDANIER; ZEMPLINI, 2009).

Pelagra é a deficiência de niacina melhor documentada. É caracterizada por dermatite fotossensível (lesões na pele enegrecidas em áreas expostas ao sol ou sujeitas à pressão, como joelhos, cotovelos, pulsos e canelas), acompanhado de insônia, perda de apetite, perda de

peso, queilose, estomatite, ulceração de boca e língua, indigestão, diarreia, dor abdominal, sensação de queimadura em várias partes do corpo, vertigem, dor de cabeça, dormência, paralisia das extremidades, nervosismo, apreensão, confusão mental, demência e esquecimento. Muitos desses sintomas estão relacionados à deficiência de niacina no sistema nervoso central, cujo combustível metabólico é a glicose e, para seu metabolismo, é requerido NAD. Quando não tratado, o pelagra é fatal. Pessoas com dieta pobre em nutrientes, bem como aqueles que consomem álcool em excesso, correm o risco de desenvolverem deficiência de niacina. Já as altas doses de ácido nicotínico são usadas para tratamento de hipercolesterolemia (altas doses de colesterol no sangue), diminuindo a quantidade de triglicérides, colesterol sérico, LDL e aumentando a quantidade de HDL. O excesso de niacina, numa dose de 3g por dia, pode resultar em dores de cabeça, azia, náusea, fadiga, inflamação da garganta, cabelos secos, urticária, inabilidade de dos olhos em focar, e falta de tato (BENDER, 2003; BERDANIER; ZEMPLINI, 2009; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

Niacina pode ser encontrada em peixes, bife, fígado, frango, porco, cogumelo, amendoim, tomate, batata, café, chá e, em menor quantidade, em vegetais verdes e leite (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; PENBERTHY; KIRKLAND, 2012).

▪ Vitamina B₅ (Ácido Pantotênico)

Ácido pantotênico (fig. 17) é parte da coenzima A (CoA), que participa do ciclo do ácido cítrico e na síntese de ácidos graxos, glicerídios, colesterol, corpos cetônicos e anelação de proteínas; e da acil-proteína transportadora (ACP), envolvida na cadeia de alongamento durante a síntese de ácidos graxos, envolvendo também o aminoácido cisteína e ATP (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; TRUSWELL; MILNE, 2002).

Figura 17: Fórmula estrutural do ácido pantotênico ou nicotinamida

Fonte: Berdanier and Zemleni (2009)

Por ser encontrado em praticamente todas as fontes alimentares, a deficiência de ácido pantotênico é muito rara. Quando ocorre, causa dormência e queimação de pés e mãos,

dores de cabeça, fadiga, insônia, anorexia com distúrbios gástricos, aumento da sensibilidade à insulina, diminuição da resposta ao hormônio ACTH, deficiência na produção de anticorpos. O consumo abaixo de 100 mg da vitamina pode aumentar a excreção de niacina. O excesso de ácido pantotênico, por sua vez, pode ocorrer por ingestão de aproximadamente 15 a 20 g e tem sido associada a um desconforto intestinal moderado e diarreia (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; MILLER; RUCKER, 2012).

▪ *Vitamina B₆ (Piridoxina)*

A piridoxina, de todas as vitaminas do complexo B, é uma daquelas mais conhecidas pela sua designação por letra e número: vitamina B₆. A vitamina B₆ ocorre na natureza em três formas: piridoxina, piridoxal e piridoxamina (fig. 18), as quais são interconvertíveis no corpo (BENDER, 2003; BERDANIER; ZEMPLI, 2009). Cada forma também ocorre na forma de um composto fosforilado, cujo principal, no corpo e nos alimentos, é o piridoxal 5-fostato (PLP), uma das principais coenzimas no corpo responsável por praticamente todas as reações envolvidas no metabolismo de aminoácidos, tais como (TRUSWELL; MILNE, 2002):

- Transaminação e síntese de aminoácidos não-essenciais;
- Desaminação de serina e treonina;
- Metabolismo de aminoácidos que contém enxofre, incluindo a homocisteína;
- Descarboxilações:
 - formação de neurotransmissores adrenalina, noradrenalina, serotonina e ácido γ -amino butírico (GABA);
 - formação de composto para a síntese de porfirina para a formação de hemoglobina;
 - síntese de esfingomielina e fosfatidil colina (lecitina);
 - síntese de taurina, importante nas funções dos olhos e do cérebro;
- Conversão de triptofano à niacina.

Além do metabolismo de aminoácidos, a vitamina B₆ também está associada à enzima glicogênio fosforilase nos músculos, que libera glicose, e na modulação de hormônios esteroides (TRUSWELL; MILNE, 2002).

A deficiência de vitamina B₆ é caracterizada por fraqueza, irritabilidade, nervosismo, insônia, dificuldades para andar, queilose não responsiva à biotina ou riboflavina. Bebês que

se alimentam de leites cuja fórmula é deficiente em B₆ têm convulsões que podem ser imediatamente corrigidas com administração intravenosa da vitamina. Na deficiência de vitamina B₆, a conversão de triptofano à niacina é prejudicada, provocando lesões na pele que lembram pelagra e deficiência de riboflavina. Além disso, também são observadas mudanças comportamentais, incluindo depressão. Há evidências de que altas doses de vitamina B₆ podem amenizar os efeitos dos esteroides estrogênicos, sendo usados para tratamento de TPM (tensão pré-menstrual) e na terapia de reposição hormonal decorrente da menopausa. A superdosagem também é usada no tratamento de síndrome do túnel do carpo, depressão, fadiga muscular e parestesia (formigamento e dormência de pés e mãos). Doses acima de 500 mg por dia podem causar neuropatia sensorial (BENDER, 2005; BERDANIER; ZEMPLINI, 2009; SILVA; RUSSELL; GREGORY III, 2012).

Figura 18: Fórmulas estruturais da vitamina B₆

Fonte: Berdanier and Zempleni (2009)

Todas as formas de vitamina B₆ são encontradas nos alimentos: piridoxina e PLP são encontrados exclusivamente em vegetais; piridoxal-fosfato e piridoxamina-fosfato são encontrados em produtos animais, como salmão e frango. Também podem ser encontradas em grãos integrais, frutas, como banana, nozes, legumes, lentilha, enfim, todos os vegetais. Um pessoa que consuma uma dieta contendo uma variedade de alimentos crus e cozidos dificilmente desenvolverá deficiência dessa vitamina (BERDANIER; ZEMPLINI, 2009; SILVA; RUSSELL; GREGORY III, 2012).

- *Vitamina B₇ ou Vitamina H (Biotina)*

Biotina é uma vitamina hidrossolúvel que atua como coenzima em cinco carboxilases que catalisam passos importantes no metabolismo de ácidos graxos, glicose e aminoácidos (fig. 19). Biotina também regula a expressão gênica atuando sobre histonas⁴⁶ e diversos fatores de transcrição (ZEMPLENI; WIJERATNE; KUROISHI, 2012).

▪ *Vitamina B₉ (Folato ou Ácido Fólico)*

Ácido fólico (fig. 20) é o termo utilizado para se referir à forma oxidada da vitamina encontrada em alimentos fortificados e suplementos. Já o termo folato se refere à forma reduzida da vitamina (tetraidrofolato – THF) encontrada naturalmente nos alimentos e nos tecidos animais e vegetais. Muitos anos de estudos meticolosos foram necessários para discriminá-lo da vitamina B₁₂, pois ambas as vitaminas estão envolvidas na síntese de purinas e pirimidinas, as bases nucleotídicas que compõem o DNA e o RNA. O folato (THF) exerce função essencial como coenzima na transferência 1-carbono de várias reações de biossíntese e de catabolismo: recebe radicais 1-carbono de serina, glicina, histidina e triptofano e os doa na síntese de purina e de pirimidina. Cooperar com a vitamina B₁₂ na ação da metionina sintetase para a formação de metionina (BERDANIER; ZEMPLINI, 2009; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; TRUSWELL; MILNE, 2002).

Figura 20: Fórmula estrutural do ácido fólico.

Fonte: Berdanier and Zempleni (2009)

Apesar de folato ser encontrado em uma gama de alimentos, a deficiência não é incomum. Durante a gestação, a deficiência de folato compromete o desenvolvimento do tubo neural tendo, como resultado, bebês com espinha bífida. Sua deficiência também está associada ao aumento do risco de câncer colo-retal, além de provocar anemia macrocítica megaloblástica (produção de hemácias abaixo do normal, grandes e imaturas). Outros

sintomas da deficiência de folato são anemia, dermatite, crescimento comprometido, leucopenia (baixa contagem de leucócitos), fraqueza, depressão, polineuropatia. Baixa ingestão de zinco compromete a captação de folato pelo intestino. Ingestão de folato acima de 15 mg por dia pode causar insônia, irritabilidade e desconforto gastrointestinal. Um outro problema gerado pela alta ingestão de folato é o de mascarar a deficiência de vitamina B₁₂: alivia os efeitos da anemia macrocística megaloblástica causados pela deficiência de vitamina B₁₂, mas os danos neurológicos progridem (BAILEY; CAUDILL, 2012; BENDER, 2003; BERDANIER; ZEMPLIENI, 2009).

Folato pode ser encontrado em cogumelos e vegetais verdes, como o espinafre, couve de Bruxelas, brócolis, aspargos, quiabo, amendoim, castanhas, lentilha, frutas, como morango e laranja, e fígado. Alimentos crus são mais ricos em folato do que os cozidos (BERDANIER; ZEMPLIENI, 2009; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

▪ *Vitamina B₁₂ (Cobalamina)*

A vitamina B₁₂ é uma das mais recentemente descobertas e a mais potente: muito pouco é necessário para prevenir os sintomas da anemia perniciosa e subsequente mudança neurológica. É uma estrutura muito complexa (fig. 21), cujo termo cianocobalamina é a designação mais comum para esse composto que é sintetizado por microorganismos. É um cofator anel de corrina que contém cobalto, um açúcar e um grupo aminopopanolol, necessário para duas enzimas: metionina sintetase, encontrada no citosol, transfere um grupo metil para a homocisteína para produzir metionina; e L-metilmalonil-CoA mutase, envolvida na conversão de metilmalonil-CoA a succinil-CoA no catabolismo de propionato, na mitocôndria, para obtenção de energia (BERDANIER; ZEMPLIENI, 2009; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; TRUSWELL; MILNE, 2002).

Figura 21: Fórmula estrutural da cobalamina.

Fonte: Green (2005)

A deficiência de vitamina B₁₂ pode ser causada por deficiência pancreática ou por dietas macrobióticas ou veganas, nas quais não há ingestão de nenhum alimento de origem animal. A deficiência dessa vitamina resulta no desenvolvimento de anemia perniciosa, que tem como sintomas principais o desenvolvimento de anemia macrocítica megaloblástica, como no caso de deficiência de folato, e disfunção neurológica, como perda da sensibilidade nos membros periféricos, resultante de mudanças degenerativas nos nervos por desmielinização (perda da camada de lipídios, a bainha de mielina, que envolve os nervos). A perda de sensibilidade inicia-se nos pés e mãos e progride para os principais nervos no tronco. A administração de vitamina B₁₂ reverte por completo a anemia macrocítica megaloblástica, mas reverte parcialmente as perdas neurológicas. Bebês amamentados por mães veganas estão sob sério risco de terem o desenvolvimento neurológico prejudicado, de desenvolverem anemia e encefalopatia severa. Crianças em dietas macrobióticas também correm risco de desenvolverem deficiência de vitamina B₁₂. Não há registros de toxicidade por superdosagem de vitamina B₁₂ (BERDANIER; ZEMPLINI, 2009; GREEN, 2005; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; TRUSWELL; MILNE, 2002).

As únicas fontes de vitamina B₁₂ para humanos são produtos de origem animal. Qualquer vitamina B₁₂ encontrada em vegetais provavelmente pode ser por contaminação com micro-organismos de bactérias fixadoras de nitrogênio nos nódulos das raízes das plantas. Mãos contaminadas com essas bactérias que levem alimento à boca podem

disponibilizar vitamina B₁₂. As principais fontes são carnes e derivados, frango, peixe, mariscos (especialmente mexilhões e ostras), e ovos (especialmente as gemas). A cobalamina nesses produtos estão predominantemente na forma de adenosil- e hidroxicobalamina. Leite e derivados contém a vitamina em menor concentração (STABLER, 2012).

▪ Colina

Colina (fig. 22) é um componente essencial de fosfolipídios. A fosfatidilcolina (lecitina) é o principal fosfolipídio na membrana celular e na esfingomielina, importante para o sistema nervoso). É usada pelo rim para manter o balanço hídrico e pelo fígado como uma fonte de grupos metil para a remoção da homocisteína na formação de metionina. Colina também é utilizada na produção de acetilcolina, neurotransmissor nos sistema nervoso central e periférico e nas junções neuromusculares, além de regular a diferenciação e o desenvolvimento do sistema nervoso. A acetilcolina também é sintetizada pelos linfócitos mononucleares, com funções autócrinas⁴⁷ ou parácrinas⁴⁸ na regulação da função imunitária (BENDER, 2003; ZHU; ZEISEL, 2005).

Figura 22: Fórmulas estruturais de importantes moléculas que contém colina em sua estrutura

Fonte: Zeisel and Carbin (2012)

Deficiência de colina resulta em disfunção do fígado (acúmulo de gordura e elevada concentração de enzimas) e danos musculares e pode ser causada por fatores genéticos. Em

⁴⁷ Função autócrina: quando a substância produzida por uma glândula atua nela mesma (HALL, 2011).

⁴⁸ Função parácrina: quando a substância produzida por uma glândula atua em outra glândula (HALL, 2011).

mulheres grávidas e lactantes, pode afetar o desenvolvimento cerebral do bebê (ZEISEL; CARBIN, 2012).

Muitos alimentos contém quantidades significativas de colina, como ovos, bife, frango, peixe, leite e vegetais da família dos Crucíferos, como repolho, brócolis, couve-flor (ZEISEL; CARBIN, 2012).

- **Minerais**

A importância dos minerais no metabolismo humano não pode ser ignorada, afinal, compõem aproximadamente 4% do total da massa corpórea, com muitas e variadas funções. Os minerais proporcionam o ambiente favorável para a atividade celular, determinam as propriedades osmóticas dos fluidos, promove a dureza de ossos e dentes e funcionam obrigatoriamente como cofatores em metaloenzimas (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

- *Cálcio*

Cálcio, um cátion divalente⁴⁹, é o quinto elemento mais abundante no corpo humano, depois do carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio. É o principal mineral nos ossos e dentes, presente, neste último, na forma de hidroxapatita. Comparando com outros órgãos, em termos de peso seco, são encontrados 150 mg de cálcio por grama de osso, enquanto que em tecidos como fígado, músculo, ou cérebro, é encontrado menos do que 35µg de cálcio por grama de tecido. A mobilização e deposição de cálcio muda de acordo com a dieta, o status hormonal, o estado fisiológico e idade: em período de rápido crescimento, como durante a infância e adolescência, gravidez e lactação, por exemplo, as necessidades de cálcio são maiores (BENDER, 2014; BERDANIER; ZEMPLINI, 2009; GOULDING, 2002). O íon cálcio possui um papel crítico nas seguintes funções (GOULDING, 2002):

- regulação da contração muscular;
- condução de impulsos elétricos pelos nervos;
- transporte iônico;
- ativação enzimática;
- coagulação sanguínea;
- secreção de hormônios e neurotransmissores.

⁴⁹ Cátion divalente: íon de carga positiva com valência 2+, ou seja, capaz de doar 2 elétrons (BROWN *et al.*, 2016).

A vida sem cálcio é impossível e pequenas variações na concentração plasmática de cálcio podem ter sérias consequências. A hipocalcemia (baixos níveis de cálcio no sangue) pode causar convulsões e tetania (espasmos e contrações musculares involuntárias, principalmente nos dedos e na face), formigamento e dormência devido à dificuldade do músculo em relaxar. Vitamina D, testosterona, ácido retinoico, hormônio do crescimento (GH), progesterona, IGF-1⁵⁰ e estrogênio aumentam síntese de calbidina⁵¹, enquanto que glicocorticoides, inibem a síntese de calbidina. Mulheres, a partir da menopausa, absorvem menos cálcio, aumentando o risco de desenvolverem osteopenia e osteoporose (perda de massa óssea), enquanto que homens, jovens ou adultos, não têm a absorção de cálcio diminuída – a testosterona aumenta a absorção de cálcio. Pessoas com deficiência de vitamina D e *diabetes mellitus* dependente de insulina têm a absorção de cálcio prejudicada. Além de osteoporose, a baixa ingestão de cálcio por longos períodos pode causar hipertensão, câncer de cólon, sobrepeso e obesidade. No caos da obesidade, baixos níveis de cálcio circulante promovem o aumento de vitamina D e de PTH no plasma sanguíneo, o que faz com que mais cálcio entre nas células adiposas e, com o aumento da concentração de cálcio nos adipócitos, o mecanismo de expressão gênica é ativado para a lipogênese, inibindo a lipólise. A hipercalcemia (altos níveis de cálcio no sangue), por sua vez, resulta em sede, confusão mental moderada, irritabilidade, perda de apetite, fadiga e fraqueza, além de poliúria (urinar em excesso) e constipação e, quando o excesso se deposita em tecidos renais, pode provocar pedra nos rins. (BERDANIER; ZEMPLIENI, 2009; GOULDING, 2002; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

As principais fontes de cálcio são leite e derivados, peixes como salmão e sardinha, folhas de mostarda, brócolis, couve-flor, couve, tofu, frutas secas. Vegetais como espinafre, ruibarbo, apesar de apresentarem grandes quantidades de cálcio, têm também grandes quantidades de ácido oxálico, que se liga ao cálcio impedindo sua absorção. Em alguns vegetais também é possível encontrar fitatos, que se ligam ao cálcio e diminuem a absorção do íon (BERDANIER; ZEMPLIENI, 2009; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

⁵⁰ IGF-1: fator de crescimento semelhante à insulina – 1 (*insulin-like growth factor-1*) é um hormônio responsável pelo desenvolvimento e crescimento de tecidos e órgãos (HALL, 2011).

⁵¹ Calbidina ou proteína ligante de cálcio (CBP): proteína responsável pela absorção de cálcio no intestino delgado e reabsorção do íon nos rins (HALL, 2011).

- *Fósforo*

Fósforo é o sexto elemento mais abundante no corpo: aproximadamente 560 a 850 g de fósforo estão presentes em uma pessoa com 70 kg. Cerca de 85% do fósforo total presente no corpo humano está nos ossos, 1% no sangue e os outros 14% em outros tecidos, como os músculos. No corpo humano, o fósforo é encontrado combinado com outros elementos inorgânicos e compostos orgânicos. A maior parte do fósforo encontrado no organismo está na forma de fosfato. Fósforo exerce funções essenciais para o funcionamento do corpo, como mineralização dos ossos, transferência e armazenamento de energia, formação de ácidos nucleicos (DNA e RNA), estrutura da membrana celular (que é fosfolipídica), balanço ácido-base (nos rins, por exemplo, aumenta o pH) e na liberação de O₂ pela hemoglobina no eritrócito para os tecidos (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; HEANEY, 2012).

A deficiência de fósforo é rara e está restrita a pessoas que receberam grandes quantidades de antiácidos contendo cálcio, magnésio, alumínio, os quais inibem a absorção de fósforo pelo intestino, pessoas que recebem alimentação parenteral sem que seja dada uma dose adicional de sódio e àquelas com algum problema de origem genética que cause a disfunção da reabsorção de fósforo pelos rins. Os principais sintomas da deficiência de fósforo são anorexia, disfunção leucocitária, redução do débito cardíaco⁵², diminuição da contração do diafragma, arritmia, miopatia do músculo cardíaco e esquelético, fraqueza, problemas neurológicos, como ataxia (perda de coordenação motora e do planejamento dos movimentos) e parestesia (sensação de queimação de mãos e pés) e morte. Quanto à toxicidade por fósforo, esta é rara e foi descrita somente em bebês com razão cálcio:fósforo, alterada significativamente a favor do fósforo, caracterizada por hipocalcemia e tetania (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

As principais fontes de fósforo são carnes vermelhas, peixe, frango, ovos, leite e derivados, castanhas, legumes, cereais e grãos. Alimentos de origem animal oferecem uma maior quantidade de fósforo do que os de origem vegetal (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

⁵² Débito cardíaco (DC) = volume sistólico (VS) x frequência cardíaca (FC), ou seja, é o volume de sangue bombeado pelo coração em 1 minuto (HALL, 2011).

▪ *Magnésio*

Magnésio é o quarto cátion mais abundante no corpo humano, depois de cálcio, potássio e sódio. Um adulto com 70 kg contém aproximadamente 35 g de magnésio, sendo que por volta de 55% a 60% encontra-se nos ossos, os outros 20% a 25%, em outros tecidos e 1% nos fluidos extracelulares. É um mineral essencial que é cofator de mais de 300 reações metabólicas no corpo (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; VOLPE, 2012). Dentre as reações estão (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; VOLPE, 2012):

- síntese e degradação de DNA, bem como a manutenção da integridade física da dupla hélice;
- transcrição de DNA e RNA;
- síntese de proteínas;
- ativação de aminoácidos;
- crescimento e reprodução celulares;
- síntese de adenilato ciclase;
- formação de cAMP (AMP cíclico);
- mediação de efeitos de diversos hormônios, incluindo PTH (hormônio da paratireoide);
- produção e armazenamento de energia;
- preservação da composição eletrolítica da célula;
- regulação de canais iônicos, especialmente canais de potássio;
- estabilização das membranas mitocondriais;
- contração de músculos cardíaco e liso;
- controle da transmissão nervosa;
- condução neuromuscular;
- tônus vasomotor;
- ação da insulina;
- pressão arterial.

As principais fontes de magnésio são peixe linguado, amêndoas, amendoim, castanhas, aveia, espinafre, caju, abacate, banana, feijão, soja, lentilha, arroz integral, batata, iogurte, leite, chocolate.

▪ *Potássio*

Potássio é o principal cátion intracelular – cerca de 95% a 98% do total de potássio presente no corpo é encontrado no interior das células, e constitui mais de 245g da massa corpórea de um ser humano médio de 70 kg. A alta concentração de potássio é mantida pela atividade da bomba Na^+/K^+ -ATPase. Como esta enzima é estimulada pela insulina, alterações na concentração plasmática de insulina pode afetar o influxo de potássio para as células e, portanto, a concentração de potássio intracelular, o que pode acarretar, por consequência, no desequilíbrio da razão extra/intracelular de potássio, afetando, desse modo, a transmissão nervosa, a contração muscular e o tônus vascular (APPEL, 2005; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

A deficiência de potássio pode acometer pessoas que sofram de diarreia, episódio que pode provocar grandes perdas de potássio. Caso a diarreia seja de curta duração (menos de 12 horas), o corpo consegue compensar a deficiência. No entanto, se a condição persistir para além das 12 horas, será necessária a suplementação de potássio. A deficiência também pode acontecer no caso de alimentação intravenosa ou parenteral em que a dieta não possui quantidade de potássio suficiente para repor as perdas a partir das células, ocasionadas por um longo período de fome, e para as necessidades do corpo, como a síntese de massa magra. A hipercalemia (altas concentrações séricas de potássio) é tóxica, resultando em arritmias e até em ataque cardíaco, fraqueza muscular, irritabilidade nervosa, hipercalcúria (aumento da excreção de cálcio pela urina), intolerância à glicose, desordem mental (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

Na dieta, potássio é encontrado em uma variedade de alimentos em sua forma iônica e combinado com citratos (é importante ressaltar que o citrato é importante para a formação de bicarbonato para o balanço ácido-base do corpo). Alimentos ricos em potássio são frutas, como banana, melão, manga, mamão, abacate; vegetais, como abóbora, vegetais de folhas escuras e inhame. Outras fontes são nozes, sementes, amendoim, milho, batata, aspargo, cogumelo, quiabo, laranja, pêssigo, pera, kiwi, nectarina, maçã, damasco, uva passa, melancia, leite e iogurte, peixe e carne (APPEL, 2005).

▪ *Sódio*

Aproximadamente 30% das 105g de sódio contidas em um adulto médio de 70kg está localizado na superfície dos ossos. A partir daí, pode ser liberado para a corrente sanguínea.

O restante do sódio é encontrado nos fluidos extracelulares, principalmente no plasma, nos nervos e no tecido muscular. Sódio constitui aproximadamente 93% dos cátions do corpo, sendo, portanto, o íon positivo mais abundante, exercendo funções importantíssimas como a manutenção do balanço osmótico, transporte ativo, formação do mineral apatita dos ossos, condução de impulsos nervosos e contração muscular. Sódio, potássio e cloro são os íons com maior movimentação através da membrana plasmática para manter a pressão osmótica e balanço dos fluidos. O gradiente estabelecido pelo sódio, em vários tecidos, permite o transporte de outros cátions em uma relação de troca, assim como de outros ânions em paralelo ou de solutos orgânicos, num sistema de cotransporte. A função do sódio na transmissão de impulsos nervosos e na contração muscular está relacionado ao funcionamento da bomba de Na^+/K^+ -ATPase, encontrada na membrana plasmática da maioria das células. Com a troca de sódio por potássio e a hidrólise do ATP, é gerado um gradiente eletrolítico, o qual, por sua vez, gera um impulso nervoso ou a condução de impulsos (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009). Além disso, o gasto de energia com a bomba constitui uma porção substancial da atividade metabólica total e contribui para a termogênese. O transporte de sódio é fator chave na retenção e perda de sódio pelo rim, intestinos, glândulas salivares e sudoríparas e também influencia a excreção ou a retenção de outros solutos. Os hormônios envolvidos na regulação sérica de sódio são a vasopressina (ADH), renina, angiotensina II e aldosterona (BERDANIER; ZEMPLINI, 2009; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; MICHELL, 2005).

A principal fonte de sódio na dieta é a adição de sal na forma de cloreto de sódio, por ser altamente consumido para temperar e processar alimento. Os alimentos processados respondem por aproximadamente 75% do sódio consumido. Sódio é encontrado naturalmente no leite, carnes, ovos e a maioria dos vegetais fornece aproximadamente 10% do sódio consumido. Vegetais frescos disponibilizam menos de 40mg de sódio por porção, com exceção de salsinha, que contém 100mg por porção (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

A deficiência de sódio não é comum devido à abundância do mineral em um amplo espectro de alimentos. Entretanto, o suor excessivo pode provocar a perda de aproximadamente 3% do sódio total da massa corpórea. Os sintomas incluem contrações musculares involuntárias, náusea, vômito, tontura, choque e coma. A depleção de sódio é normalmente causada por doenças no trato gastrointestinal, renal ou adrenal, anorexia nervosa, doenças do fígado, excesso de ingestão de água, diarreia. A retenção de sódio, por

sua vez, por problemas renais e *diabetes insipidus*. A ingestão em excesso de sódio pode aumentar a concentração do íon no fluido extracelular, predispondo à hipertensão (BERDANIER; ZEMPLINI, 2009; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

▪ *Cloro*

Cloro é o ânion mais abundante do fluido extracelular: 88% do cloro encontra-se no fluido extracelular e 12%, no fluido intracelular. Sua carga negativa neutraliza a carga positiva do sódio, com o qual geralmente está associado. Sob este aspecto, é importante para manter o balanço eletrolítico. A quantidade total de cloro no corpo é similar ao de sódio, aproximadamente 105 g em um ser humano adulto de 70 kg. Cloro exerce importantes funções: (i) a formação de ácido clorídrico pelas células parietais do estômago requer cloro; (ii) o cloro é liberado pelos leucócitos durante a fagocitose para destruir substâncias estranhas; (iii) atua como íon de troca para HCO_3^- (bicarbonato) nas células vermelhas, processo que necessita de uma proteína transportadora que mova o Cl^- e HCO_3^- em direções opostas através da membrana celular, para transportar o CO_2 derivado dos tecidos aos pulmões na forma de HCO_3^- pela anidrase carbônica. A proteína transportadora (cloro/bicarbonato permutadora) transporta o HCO_3^- de fora da célula para o plasma, ao mesmo tempo em que transporta o Cl^- do plasma para dentro da célula. Na ausência do cloro, o transporte de bicarbonato cessa, pois Cl^- substitui o HCO_3^- na célula para manter o equilíbrio no plasma. Uma das consequências disso é que o cloro acaba por modular a afinidade da hemoglobina pelo oxigênio (BERDANIER; ZEMPLINI, 2009; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

A deficiência de cloro (hipocloremia) não ocorre com frequência, mas pode ser ocasionada por distúrbios gastrointestinais, como diarreia severa e vômito. Convulsões podem ocorrer. Overdose de diuréticos e doenças renais crônicas também podem causar hipocloremia. Desidratação, *diabetes insipidus* podem causar excesso de cloro (hipercloremia) (BERDANIER; ZEMPLINI, 2009).

Cloro é consumido na dieta associado a sódio na forma de cloreto de sódio (sal de cozinha). Também pode ser encontrado em ovos, carnes frescas e frutos do mar (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

▪ Cobre

Cobre é um dos cátions mais efetivos na ligação a moléculas orgânicas, participando de reações biológicas que envolvem transferência de elétrons. Um humano adulto contém aproximadamente 100 mg de cobre, dos quais aproximadamente 1,5 µg/kg de massa corpórea estão na pele, no esqueleto, no músculo, na medula óssea, no fígado e no cérebro. A concentração no plasma é de 15 µg/L, e é similar à concentração do zinco, e mais de 90% está associada à ceruloplasmina. Alguns estudos têm demonstrado que a concentração de cobre se reduz com o avanço da idade. Outras proteínas têm cobre em sua constituição, como muitas das oxidases, metalotioneína, α -fetoglobulina, superóxido dismutase e transcurreína. Um fato interessante sobre as proteínas que têm cobre é o de que a maioria fica no meio extracelular (SAMMAN, 2002).

Cobre executa diversas funções, incluindo a eritropoiese, síntese de tecidos conjuntivo via lisina oxidase, fosforilação oxidativa, termogênese. Além de transportar cobre, a ceruloplasmina, via atividade da ferroxidase, catalisa a oxidação do íon ferroso. Essa reação é essencial para a mobilização do ferro como um complexo com a transferrina, sendo este, muito provavelmente, o mecanismo pelo qual cobre é capaz de regular a homeostase de ferro. É também cofator essencial a muitas enzimas críticas na oxidação celular, incluindo citocromo c-oxidase, essencial na respiração mitocondrial como enzima terminal na cadeia de transporte de elétrons; superóxido dismutase, um potente mecanismo antioxidante de defesa; tirosinase, crítica na produção de melanina; dopamina β -hidroxilase, pré-requisito para a produção de catecolaminas; lisil oxidase, responsável pela entrelaçamento de colágeno e elastina na produção de tecidos conjuntivo; ceruloplasmina e hefastina, ferroxidases/metalo oxidases; e peptídeo mono-oxigenase, um processador de peptídeos (XU *et al.*, 2005).

Deficiência de cobre é relativamente rara, sendo observada em casos de desnutrição, em pacientes recebendo nutrição parenteral por longo período e em bebês prematuros alimentados com leite de vaca ou com fórmulas não fortificadas. Os sintomas incluem anemia, neutropenia, desmineralização dos ossos, diminuição do tônus da pele, aneurisma de tecidos conectivos, hipotermia, sintomas neurológicos, metabolismo anormal de colesterol e glicose, aumento de infecções (o sistema imunitário requer cobre para inúmeras funções) e despigmentação dos pelos. As condições que predispõem à deficiência, em princípio, são

similares àsquelas para o zinco. Falta de ingestão de ferro ou zinco diminui a absorção de cobre e pode predispor o indivíduo à deficiência. Já a toxicidade causada por altas doses de cobre acontece geralmente em acidentes em indústrias. Os sintomas de pequenas doses são vômito e náusea, enquanto que altas doses induzem à necrose hepática e anemia hemolítica (ruptura dos eritrócitos antes de sua vida de 120 dias). A suplementação excessiva de cobre também pode contribuir para a toxicidade e é clinicamente manifestada por anemia severa, náusea e vômito, dor abdominal e diarreia, o que pode progredir rapidamente para o coma e morte, caso não seja detectada (SAMMAN, 2002; XU *et al.*, 2005).

Diversos itens alimentares são fontes de cobre, especialmente os de origem animal, legumes e castanhas. A absorção é aumentada por nutrientes como aminoácidos, em particular a histidina, e é diminuída, ou mesmo inibida, pelo excesso de zinco e ferro. Fibras não inibem a absorção de cobre (SAMMAN, 2002).

▪ Cromo

A forma trivalente do cromo (Cr^{3+}) é um nutriente essencial dos mais importantes aos seres humanos, atuando principalmente no metabolismo de açúcar e gorduras. Na presença de cromo em sua forma fisiologicamente ativa (Cr^{3+}), a insulina é muito mais eficiente e portanto, muito menos insulina é necessária. Em períodos de elevada concentração de glicose no sangue, insulina mais eficiente leva ao decréscimo da concentração de açúcar no sangue. Em pessoas com baixa concentração de açúcar, hipoglicemia, uma insulina mais eficiente leva a um rápido aumento em resposta à mudança na concentração de glicose e a um retorno mais rápido aos valores iniciais (ANDERSON, R. A., 2005; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

Recentemente, pesquisas vêm demonstrando que estresses causados por dietas ricas em açúcares simples, leite, infecções, exercícios agudos e crônicos e traumas físicos alteram o metabolismo de cromo em humanos, uma vez que cromo mobilizado na resposta ao estresse não é reabsorvido pelo rim, mas é perdido através da urina. Traumas severos e estresse podem aumentar a necessidade de cromo devido ao aumento da secreção do hormônio cortisol e de glucagon, que, por sua vez, alteram o metabolismo de glicose e, por consequência o de cromo, aumentando a excreção do cátion através da urina, assim como a administração de corticoides produz o mesmo efeito. Anti-inflamatórios esteroides usados

para tratamento de doenças crônicas como asma, alergias, artrite têm, como efeito colateral, diabetes induzida por esteroides devido à perda de cromo. Isto porque cromo parece estar envolvido na secreção de insulina pelo pâncreas ou na produção, expressão ou atividade do receptor para potencializar ou aumentar a eficiência da insulina – a insulina é mais eficiente na presença de cromo. Cromo também está envolvido no metabolismo de ácidos nucleicos, na manutenção da integridade estrutural da cromatina e na regulação da expressão gênica (ANDERSON, R. A., 2005; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

A deficiência de cromo foi descrita em pessoas que receberam alimentação parenteral sem cromo ou sem ingestão de alimento sólido. Os sintomas da deficiência incluem perda de peso, neuropatia periférica, concentração de glicose plasmática elevada, resistência à insulina, hiperinsulinemia e alta concentração plasmática de ácidos graxos. A deficiência mediana de cromo é um fator de risco para síndrome metabólica, que se trata de conjunto de anormalidades que aumentam o risco de doenças cardíacas e inclui hiperinsulinemia, resistência à insulina, intolerância à glicose, diminuição da concentração de HDL no sangue e hipertensão. Não foi observado, até então, toxicidade por alta ingestão de cromo trivalente (Cr^{3+}). Porém, a ingestão de óxido crômico (CrO_3), que contém cromo hexavalente (Cr^{6+}), provoca anemia severa, hemorragia gastrointestinal, danos hepáticos, insuficiência renal e morte (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

Nos alimentos, o cromo é encontrado em sua forma trivalente (Cr^{3+}), como carnes, peixe, frango (principalmente em órgãos) e grãos, principalmente nos integrais. Outras fontes de cromo são queijo, chocolate meio amargo, cogumelos, pimentão verde, lentilha, espinafre, maçã, banana, laranja e uvas, além de ser encontrado em alguns temperos como canela, cravo, açafrão, folha de louro, e também em chá, vinho e cerveja. Cromo também pode ser liberado de utensílios de aço inoxidável utilizados na preparação de alimentos ácidos (ANDERSON, R. A., 2005; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

▪ Ferro

Ferro é um dos metais mais abundantes do planeta e está presente em uma variedade de sais inorgânicos na forma trivalente (férica: Fe^{3+}). Tanto a forma férica (Fe^{3+}) e ferrosa (Fe^{2+}) estão presentes na dieta, mas somente a ferrosa é absorvida pelo trato gastrointestinal, sendo que Fe^{3+} precisa ser reduzida a Fe^{2+} para ser absorvida, o que se inicia no estômago devido ao baixo pH (BERDANIER; ZEMPLINI, 2009).

O corpo humano de um adulto de 70 kg contém de 2 a 4 g de ferro, sendo que em mulheres, encontra-se aproximadamente 38 mg/kg de massa e em homens, aproximadamente 50 mg/kg de massa corpórea. Mais de 65% do ferro encontrado no corpo humano é encontrado na hemoglobina, um pouco mais de 10% na mioglobina e de 1% a 5% como parte de algumas enzimas, no sangue ou estocado no fígado. Vale ressaltar que a quantidade de ferro encontrada em uma pessoa é influenciada por fatores fisiológicos como idade, gênero, gestação e fase do crescimento (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

Grande parte do ferro presente no corpo atua nos complexos proteicos heme que transportam oxigênio, como a hemoglobina e a mioglobina. O ferro-hemoglobina se liga e libera oxigênio nos eritrócitos. Mioglobina, permite a transferência de oxigênio dos eritrócitos para a mitocôndria no citoplasma das células musculares. Uma pequena quantidade de ferro-heme atua nos citocromos presentes na mitocôndria na cadeia de transferência de elétrons, utilização do oxigênio e produção de ATP. Uma outra pequena do ferro presente no corpo atua como proteção contra acumulação de excesso de peróxido de hidrogênio (um radical livre), catalizando sua conversão em hidrogênio e oxigênio. Ferro também atua em proteínas não-heme que contêm o complexo ferro-enxofre, cujo composto é a principal forma de ferro encontrada na mitocôndria, atuando nas enzimas do metabolismo energético, como aconitase, NADH desidrogenase e succinato desidrogenase (HUNT, 2005).

A deficiência de ferro é uma das deficiências nutricionais mais comuns na população mundial. A ingestão de ferro é inadequada em quatro grupos populacionais: (i) crianças entre 6 meses e 4 anos de idade, devido ao crescimento rápido, reservas insuficientes e alimentação que não satisfaz as necessidades de desenvolvimento e crescimento para a idade; (ii) adolescentes, com a necessidade de aumentar drasticamente a massa de células vermelhas devido ao surto de crescimento; (iii) mulheres, devido aos períodos menstruais; (iv) mulheres grávidas, por conta da demanda do feto e da placenta e pela perda de sangue durante o parto. Além disso, algumas condições podem prejudicar a absorção de ferro como, baixa ingestão de proteínas, doenças renais, ausência de ácido clorídrico no suco gástrico, uso prolongado de drogas alcalinas, como antiácidos, e parasitas intestinais (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009). Os sinais de deficiência de ferro ocorre em três estágios: 1º) envolve a depleção dos estoques de ferro, medidos pelo decréscimo da ferritina sérica, o que reflete o suprimento de ferritina (no caso, os estoques de ferro), sem prejuízo de compostos de ferro essenciais ou anemia; 2º)

mudanças bioquímicas acontecem como reflexo da quantidade insuficiente de ferro para a produção normal de hemoglobina ou de outros compostos com ferro, quadro chamado de deficiência de ferro sem anemia; 3º) acontece o quadro de anemia por deficiência de ferro com diminuição na produção de hemoglobina e mudança no volume de eritrócito. O terceiro estágio tem por sintomas palidez e fraqueza. A anemia por deficiência de ferro afeta diretamente a utilização de oxigênio e a utilização de energia. Em bebês, prejudica o desenvolvimento cognitivo e motor, o que parece persistir mesmo após tratamento com ferro, além de estar relacionada à mortalidade infantil, nascimento de prematuros e baixo peso ao nascer. A produção de células de defesa também é prejudicada (AGGETT, 2012; BERDANIER; ZEMPLIENI, 2009; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; HUNT, 2005).

A toxicidade é resultado do excesso de ingestão de ferro, causando diarreia com sangue, vômito, acidose e, em alguns casos, insuficiência renal. A ingestão excessiva de preparações medicinais com ferro tem causado a morte de crianças. Ferro em excesso pode catalisar a produção de radicais livres, os quais, por sua vez, podem causar danos nas membranas celulares e atuarem como agentes mutagênicos, danificando o DNA. Há mecanismos de reparo do DNA, mas os radicais livres podem interferir nos reparos, fazendo com que ocorram de forma inadequada. Uma outra condição genética, chamada de hemocromatose, tem por característica a inabilidade do corpo de detectar os níveis de ferro, fazendo com que seja absorvido além do normal. O excesso de ferro absorvido é progressivamente depositado nas juntas e nos tecidos, especialmente no fígado, coração, pâncreas, causando danos intensos nos órgãos até sua insuficiência (BERDANIER; ZEMPLIENI, 2009; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; HUNT, 2005).

Nos alimentos, tanto animais como vegetais, o ferro está presente na forma de metaloproteínas, como hemoglobina, mioglobina, citocromo, transferrina, ferritina. É encontrado nas formas heme e não-heme. O ferro heme é derivado principalmente de hemoglobina e mioglobina, portanto, encontrado em fontes alimentares de origem animal, como carnes, peixe, frango. Ferro não-heme é encontrado em fontes vegetais, como castanhas, frutas, vegetais, grãos e tofu, e em laticínios (leite, ovos e queijos), apesar de laticínios serem uma fonte muito pobre de ferro. Ferro não-heme necessita ser hidrolisado, digerido ou solubilizado no trato gastrointestinal antes de ser absorvido pelas células intestinais. O ferro pode ser encontrado em órgãos, como fígado, carnes, ostras, e em

castanhas, legumes, sementes, vegetais de folhas muito verdes, frutos secos (AGGETT, 2012; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; HUNT, 2005)

▪ Iodo

Iodo é encontrado no organismo na forma inorgânica, nos tecidos, e na forma orgânica, ligado à compostos. Um adulto de 70 kg pode conter entre 15 a 50 mg de iodo, dos quais 70% a 80% é encontrado na tireoide e o restante, principalmente no sangue. O iodo é parte integrante dos hormônios da tireoide tiroxina (T_4) e triiodotironina (T_3) (fig. 23), importantes reguladores de processos celulares. Selênio também é essencial para o metabolismo normal dos hormônios da tireoide como um componente de iodotironina deiodinases, que controlam a síntese e a degradação do hormônio T_3 . A glândula tireoide é formada por múltiplos folículos de forma esférica e rodeados por uma única camada de células da tireoide (fig. 24). Esses folículos estão preenchidos por coloides, um material proteináceo. A síntese de hormônios da tireoide requer tanto aminoácidos quanto iodo. Os hormônios da tireoide são necessários para o crescimento e desenvolvimento dos tecidos, para o sistema nervoso central e para a maturação de todo o corpo, além de ser requerido para a produção de energia e consumo de oxigênio pelas células, mantendo a taxa metabólica do indivíduo (THOMSON, 2002; ZIMMERMANN, 2012).

Figura 23: T_4 e T_3 . Fórmulas estruturais da tiroxina (T_4) e da triiodotironina (T_3)

Fonte: Zimmermann (2012)

Figura 24: Folículo da glândula tireoide.

Fonte: Houston (2005)

O lúmen do folículo é preenchido com coloide, uma substância proteínica. MIT, moniodotironina. DIT, diiodotironina. MIT e DIT se acoplam para formar T₃ e T₄ (HOUSTON, 2005).

Em casos de secreção inadequada de hormônio da tireoide, a taxa metabólica basal é reduzida e o nível geral de atividade do indivíduo diminui. A regulação da síntese, liberação e ação dos hormônios da tireoide é um processo complexo, que envolve a tireoide, a pituitária, o cérebro e os tecidos periféricos. O hipotálamo regula a concentração plasmática de hormônios da tireoide pelo controle da liberação de hormônio estimulante da tireoide (TSH), que é regulado por um mecanismo de feedback relacionado aos níveis de T₄ no sangue. Quando os níveis de T₄ caem, a secreção de TSH aumenta, o que normalmente eleva a atividade dos dois hormônios e da liberação de T₄ na circulação. Se os níveis circulantes de T₄ não são mantidos por conta de deficiência severa de iodo, os níveis de TSH aumentam e a tireoide aumenta de tamanho, o que é usado para detectar hipotireoidismo por deficiência de iodo (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; HOUSTON, 2005; THOMSON, 2002).

A deficiência de iodo é uma das principais causas de bócio (aumento da glândula tireoide por hipotireoidismo). Na mulher gestante, pode ter graves consequências ao feto como aborto, natimorto, anormalidades congênitas, cretinismo, caracterizado por deficiência mental, perda auditiva, mudez, deficiências motoras, como rigidez e espasticidade muscular (quando os músculos ficam rígidos e incapacita o indivíduo de se movimentar), nanismo e hipotireoidismo. O cretinismo congênito pode ser revertido, na maioria das vezes, com a

suplementação de iodo. Em recém-nascido, crianças e adolescentes, causa hipotireoidismo, retardo mental, desenvolvimento físico comprometido e bócio. Em adultos, causa bócio, hipertireoidismo induzido por iodo. Deficiência de ferro, vitamina A e selênio também afetam negativamente a produção de hormônios da tireoide (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; HETZEL, 2005; THOMSON, 2002).

O excesso de ingestão de iodo foi reportado em locais de pouco monitoramento e com programas de suplementação de iodo acima do necessário, geralmente em países com alimentos naturalmente ricos em iodo. A partir da ingestão de 1,7 mg de iodo por dia, alguns sinais de intoxicação por alta ingestão de iodo são: queimação na boca, garganta e estômago, dores abdominais, náusea, vômito, diarreia, febre, sintomas cardiovasculares, coma e cianose. Uma alta ingestão de iodo também pode provocar problemas na glândula tireoide como hipo e hipertireoidismo e tireoidite (inflamação da glândula tireoide) (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; HOUSTON, 2005; THOMSON, 2002).

A concentração de iodo na alimentação é bastante variável, pois reflete as variações regionais da concentração do elemento no solo. Portanto, a quantidade de iodo em grãos e verduras, frutas e legumes depende da concentração de iodo presente no solo em que foram cultivados, e a quantidade de iodo presente nas carnes depende da quantidade de iodo presente nos alimentos que os animais ingeriram. Iodo pode ser encontrado em frutos do mar, ovos, leite, iogurte, carnes, feijão branco, cereais, sal iodado (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

- *Molibdênio*

Molibdênio é um nutriente essencial necessário como cofator de enzimas como sulfito oxidase, xantina desidrogenase e aldeído oxidase em mamíferos, sendo a sulfito oxidase a mais crítica para a saúde dos seres humanos. Essa enzima catalisa o passo final no metabolismo de aminoácidos que contém enxofre, como a metionina e a cisteína. A ausência dessa enzima pode causar a morte prematura de um bebê, ou mesmo sobreviver somente alguns dias após o nascimento. O molibdato é encontrado nos tecidos como molibdato, molibdoproteína livre ou ligada a enzimas. A maioria do molibdênio pode ser encontrada nos rins, fígado, e ossos, mas também pode ser encontrado no intestino delgado, pulmões, baço, cérebro, glândula tireoide, glândulas adrenais e músculo (BERDANIER; ZEMPLINI, 2009; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; NIELSEN, F. H., 2005, 2012).

Não há registro de deficiência de molibdênio, a não ser pela alta ingestão de tungstênio ou de cobre, ambos competidores do molibdênio por receptores. A ingestão acima de 2 mg de molibdênio pode provocar gota (inflamação das juntas causada por acumulação de ácido úrico), especialmente em regiões em que o solo é rico em molibdênio, devido ao aumento da atividade da xantina desidrogenase (BERDANIER; ZEMPLI, 2009; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; NIELSEN, F. H., 2005).

Molibdênio pode ser encontrado em uma grande variedade de alimentos, mas pode variar dependendo da concentração de molibdênio no solo cultivado. As melhores fontes de molibdênio são legumes secos, carne, peixe e frango, grãos, grão-de-bico, feijões, cereais, castanhas e verduras (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; NIELSEN, F. H., 2005).

▪ *Manganês*

Manganês é considerado um nutriente essencial por ativar várias enzimas e ser constituinte de diversas metaloenzimas. Algumas das enzimas que são ativadas por manganês estão a superóxido dismutase, oxido-redutases, liases, ligases, hidrolases, quinases, descarboxilases e transferases. É encontrado predominantemente no fígado, rins e pâncreas. Nos fios de cabelo também pode-se encontrar manganês (BERDANIER; ZEMPLI, 2009; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; NIELSEN, F. H., 2012).

A presença de manganês em baixas quantidades pode contribuir com desenvolvimento de osteoporose, diabetes, epilepsia, arteriosclerose, dificuldades de cicatrização e catarata. Baixa concentração de manganês no plasma de mulheres grávidas tem sido associada ao aumento do risco de o bebê nascer com baixo peso e retardo no crescimento fetal. Quanto à toxicidade, a alta retenção de manganês nos tecidos, especialmente no cérebro, pode provocar desequilíbrio, tremores, espasmos musculares e perda auditiva (como na doença de Parkinson) sintomas comuns em pessoas com falência do fígado, pois a homeostase do manganês é mantida por meio da excreção da bile. A deficiência de ferro pode exacerbar a toxicidade do manganês pois aumenta sua absorção (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; NIELSEN, F. H., 2012).

Manganês pode ser encontrado em carne, frango e peixe, castanhas, cereais, grãos integrais, tubérculos, frutas secas, chá preto, vegetais de folhas verdes, sementes de girassol, alface. Apesar de chá ser rico em manganês, o tanino presente em altas quantidades se ligam

ao manganês, inibindo a absorção do elemento. Fitatos presentes nos cereais e fibras também podem limitar a absorção (KEEN *et al.*, 2005)

▪ *Selênio*

No corpo humano, selênio pode ser encontrado principalmente no músculo esquelético, correspondendo de 28% a 46% do total de pool de selênio. Os rins contêm a maior quantidade de selênio por massa, seguido do fígado, baço, pâncreas, coração, cérebro, pulmão, ossos e músculo esquelético, nessa ordem. Selênio é cofator das enzimas glutathione peroxidases (GPX), que catalisam a remoção de peróxido de hidrogênio e hidroperoxidases dos tecidos. É necessário para o metabolismo de iodo, atuando na regulação da produção de hormônio da tireoide via iodotironina 5'-desiodenase (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; TERRY; DIAMOND, 2012).

A deficiência de selênio afeta componentes da imunidade inata, como linfócitos B e T e neutrófilos, células brancas do sistema imunitário responsáveis pela resposta à infecções. Sintomas característicos são declínio da atividade da glutathione peroxidase, eritrócitos frágeis, coração aumentado, cardiomiopatia, retardo no crescimento, formação de catarata, retenção anormal da placenta, espermatogênese deficiente, degeneração de músculo esquelético. A suplementação com selênio tem se mostrado benéfica no tratamento de artrite reumatoide, pancreatite e asma. Doença de Keshan e doença de Kashin-Beck são causadas por deficiência de selênio. A primeira tem por sintomas cardiomiopatia compreendida por insuficiência cardíaca, necrose multifocal do coração e fibrose do tecido cardíaco e ocorre associada ao vírus coxsackie. Na segunda, os sintomas são osteoartropatia envolvendo degeneração e necrose das juntas e das cartilagens das pernas e dos braços (BATES, 2005b; BERDANIER; ZEMPLINI, 2009; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; TERRY; DIAMOND, 2012).

A alta ingestão de selênio causa selenose, que tem por sintomas perda de cabelo, unhas quebradiças e descoloridas, dermatite, neuropatia periférica, náuseas, diarreia, fadiga, irritabilidade e hálito que se assemelha ao cheiro de alho (TERRY; DIAMOND, 2012).

Selênio pode ser encontrado na alimentação em carnes, peixes, ovos, frutos do mar, brócolis, couve, repolho, beterraba, alho, cogumelos, castanha-do-pará (item que contém o maior nível de selênio entre todos os itens alimentares) (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; TERRY; DIAMOND, 2012).

- *Zinco*

Zinco é encontrado em todos os órgãos, tecidos, fluidos e secreções do corpo, com um total de 1,5 g para mulher e 2,5 g para o homem (ambos adultos de 70kg). Cerca de 75% do zinco é encontrado nos músculos esqueléticos, 29% nos ossos e 14% em outros tecidos e na circulação sanguínea. Aproximadamente 10% das proteínas decodificadas no genoma de mamíferos requerem zinco em sua estrutura e função. A maioria dos processos fisiológicos dependem de zinco. Zinco tem duas funções importantes: servir como cofator em mais de 70 enzimas e se ligar a proteínas ligantes de DNA presente no núcleo das células. Nos alimentos, zinco é encontrado na forma complexada com aminoácidos (BERDANIER; ZEMPLINI, 2009; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; HOLT; URIU-ADAMS; KEEN, 2012).

Alguns grupos populacionais, como idosos, vegetarianos e veganos, os dois últimos pelo alto consumo de fitatos e oxalatos, ingerem uma quantidade de zinco abaixo da necessária. Os sintomas de deficiência de zinco são retardo no crescimento, anormalidades esqueléticas (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; HOLT; URIU-ADAMS; KEEN, 2012), deficiência na síntese de colágeno, dermatite, atraso na maturação sexual em crianças, insensibilidade do paladar, perda de cabelo, deficiência na função imunitária e deficiência na síntese de proteínas. Ingestão excessiva de zinco (225 mg a 450 mg de zinco) pode causar toxicidade aguda, cujos sintomas são gosto metálico, náusea, vômito, dor epigástrica, câimbras abdominais e diarreia hemorrágica. A ingestão crônica (acima de 40 mg) pode resultar em deficiência de cobre (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; HOLT; URIU-ADAMS; KEEN, 2012).

Fontes alimentares de zinco são fígado, carne, frango, peixe, frutos do mar, laticínios, ovos, vegetais folhosos, legumes cozidos, lentilha, raízes, gérmen e farelo de grãos integrais. Os alimentos de origem vegetal devem ser processados para a inativação dos fitatos e oxalatos ou por fermentação ou por calor (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; HOLT; URIU-ADAMS; KEEN, 2012).

ANEXO J: Etapas do Desenvolvimento Nutricional

O leite materno tem os nutrientes nas quantidades necessárias para o desenvolvimento saudável do bebê até os sexto mês. O bebê não deve ser exposto a qualquer outro tipo de alimento neste período (Butte *et al.*, 2004; FAO/WHO, 2004; More, 2013). A partir do sexto mês, a criança tem uma necessidade maior de nutrientes por conta de seu crescimento e desenvolvimento. Nesse período, inicia-se o processo de desmame, com o oferecimento de itens alimentares diferentes do leite materno. À inserção de itens alimentares sólidos ao bebê, dá-se o nome de **alimentação transitória** (Butte *et al.*, 2004; More, 2013).

A inserção da alimentação transitória na dieta do bebê pode ser feita pelo oferecimento de papinha rala ou por BLW (*baby-led weaning*). O BLW é uma abordagem à introdução de alimentos sólidos, na qual é permitido ao bebê direcionar e controlar o processo de alimentar-se desde o começo (RAPLEY, 2001). Os princípios do BLW são (RAPLEY, 2001):

- Sentar o bebê com a família durante as refeições;
- Ao bebê é oferecida a mesma comida saudável que aos integrantes da família, mas em pedaços e texturas adequadas ao desenvolvimento da criança;
- O bebê se alimenta usando as mãos e, posteriormente, talheres;
- A amamentação continua, em momentos diferentes das refeições.

Entretanto, para bebês que têm um pequeno atraso em seu desenvolvimento, BLW pode levar a deficiências nutricionais, sendo recomendado, portanto, a alimentação com papinhas juntamente com BLW (CAMERON; HEATH; TAYLOR, 2012).

Durante o período de alimentação transitória, isto é, quando o bebê é amamentado paralelamente à ingestão de alimentos sólidos, a quantidade de alimentação sólida deve ajustar-se à quantidade de nutrientes oferecida pelo leite materno (Butte *et al.*, 2004; Butte, 2005). Na tabela 01, encontra-se a quantidade de nutrientes oferecida pelo leite materno, que não muda em mães saudáveis durante todo o período de amamentação, em comparação com a quantidade necessária a partir do 6º mês. Percebe-se que, a partir dos seis meses de idade, a inserção de alimento diferente do leite materno é necessária para atender às quantidades requeridas para o desenvolvimento saudável da criança (BUTTE, NANCY F, 2005). A quantidade de alguns nutrientes ainda são atendidas pelo leite materno. A partir dos 6º mês

de idade, os primeiros dentes surgem, preparando o bebê para a inserção da alimentação transitória, finalizando a dentição de leite, composta por 20 dentes, no 33º mês, quando a criança já consegue comer alimentos variados, como a refeição de um adulto (fig. 01) (SCHWARTZ; KAPALA; RETROUVEY, 2008).

Vale ressaltar que alguns alimentos, como ovos, leite (que não seja o materno), trigo, soja, amendoim, frutos secos, peixe e frutos do mar devem ser evitados, pois podem causar alergias. Açúcar e mel devem ser evitados até os dois anos de idade. Isto inclui alimentos como sucos de caixinha, refrigerantes e outros com grandes quantidades de açúcar (BERDANIER; ZEMPLIEN, 2009; BUTTE, N. *et al.*, 2004; FAO/WHO, 2004; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; IOM (INSTITUTE OF MEDICINE), 2006; MORE, 2013).

Tabela 01: Nutrientes, leite materno e alimentação transitória. Comparando a quantidade de cada nutriente oferecida pelo leite materno, a um bebê que mama cerca de 708 mL/dia em comparação com a ingestão diária recomendada aos seis meses de idade, há uma diferença que deve ser suprida pela alimentação transitória. A quantidade de alguns nutrientes ainda é atendida pelo leite materno, destacado em verde, com sinal de menos. A quantidade necessária de nutriente na alimentação transitória é obtida subtraindo a quantidade do nutriente provida pelos 708 mL de leite materno/dia do DRI/dia. Dados de Butte *et al.* (2004) e FAO/WHO (2004).

Nutriente	Leite Materno/dia	Mama 708 mL/dia	DRI/dia	Quantidade necessária na alimentação transitória/dia
Proteína	10,5 g	7,43 g	9,9 g	2,47 g
Vit. A	500 µg	354 µg	400 µg	46 µg
Biotina	4 µg	2,83 µg	6 µg	3,17 µg
Folato	85 µg	60,18 µg	80 µg	19,82 µg
Niacina	1,5 mg	1,06 mg	4 mg	2,94 mg
Ácido Pantotênico	1,8 mg	1,27 mg	1,8 mg	0,53 mg
Riboflavina	0,35 mg	0,25 mg	0,4 mg	0,15 mg
Tiamina	0,21 mg	0,15 mg	0,3 mg	0,15 mg
Vit. B6	92 µg	65,84 µg	300 µg	234,16 µg
Vit. B12	0,97 µg	0,69 µg	0,7 µg	0,01 µg
Vit. C	39 mg	28,32 mg	30 mg	1,68 mg
Vit. D	0,55 µg	0,39 µg	5 µg	4,61 µg
Vit. E	2,3 mg	1,63 mg	2,7 mg	1,07 mg
Vit. K	2,1 µg	1,49 µg	10 µg	8,51 µg
Cálcio	280 mg	198,24 mg	400 mg	201,76 mg
Cobre	0,25 mg	0,18 mg	220 mg	219,82 mg
Cromo	50 µg	35,4 µg	5,5 µg	-29,9 µg
Iodo	110 mg	77,88 mg	90 mg	12,12 mg
Ferro	0,3 mg	0,21 mg	7,7 mg	7,49 mg
Magnésio	35 mg	24,78 mg	54 mg	29,22 mg
Manganês	6 µg	4,25 µg	0,6 µg	-3,65 µg
Fósforo	140 mg	99,12 mg	275 mg	175,88 mg
Selênio	20 µg	14,16 µg	4,1 µg	-10,06 µg
Zinco	1,2 mg	0,85 mg	4,1 mg	3,25 mg

Figura 01: Dentição de Leite.

Fonte: Adaptado de Schwartz, Kapala e Retrouvey (2008).

A dentição de leite inicia-se com a aparição dos incisivos centrais no maxilar a partir do 6º mês, finalizando com o aparecimento dos dentes molares na mandíbula e no maxilar, no 33º mês. A figura da direita, mostra a dentição de leite completa com seus 20 dentes (SCHWARTZ; KAPALA; RETROUVEY, 2008).

ANEXO K: Metabolismo

Para crescer, manter as funções fisiológicas e reproduzir, todo animal necessita de energia e de matéria-prima advindos dos alimentos, que podem ser de fontes animais, vegetais ou inorgânicas. A maioria das reações químicas nas células acontece para que a energia contida nos alimentos seja disponibilizada às várias funções dos sistemas fisiológicos da célula, como para atividade muscular, secreção pelas glândulas, manutenção dos potenciais de membrana por nervos e músculos, síntese de substâncias no interior das células, absorção de alimento pelo trato gastrointestinal, produção e reparo dos tecidos existentes, reprodução, entre outras tantas funções. Organismos fotossintéticos ou fototróficos (como as plantas) obtêm essa energia graças à captação da energia solar, enquanto que os quimiotróficos (como os animais) obtêm energia por meio da oxidação dos alimentos gerados pelos fototróficos. Portanto, a energia química contida nos alimentos, em última análise, é derivada do sol: as plantas, que contêm clorofila, são autótrofas, fabricam o próprio alimento através da fotossíntese, aproveitando a energia radiante para sintetizar compostos complexos de carbono a partir de CO_2 e H_2O . Esses compostos são repositores de energia química que pode ser liberada e utilizada por algumas reações em tecidos vivos na realização de processos que consomem energia. Os animais dependem de compostos de carbono que contêm energia derivados da ingestão de plantas e outros animais e, em última instância, dos organismos fotossintetizantes, que captam a energia da luz do sol, para a manutenção de seus processos (fig. 01). As células extraem a energia e o poder redutor do ambiente a partir de processos executados por uma rede intrincada de reações químicas que são conhecidas coletivamente como *metabolismo* ou *metabolismo intermediário*. O metabolismo é essencialmente uma série de reações acopladas que começa com uma determinada molécula que é convertida em outra(s) molécula(s). Existem muitas vias metabólicas (fig. 02), que são interdependentes e coordenadas por meio de uma comunicação extremamente sensível na qual predominam as enzimas. A grosso modo, pode-se dividir as vias metabólicas em (i) reações catabólicas, ou seja, transformam combustíveis em energia celular; e (ii) anabólicas, que demandam energia para síntese de compostos, como a síntese de glicose (glicólise), de gorduras ou DNA. No presente trabalho, serão apresentadas, de forma breve, as vias metabólicas mais relevantes para a sua compreensão.

Figura 01: Cadeia alimentar.

Fonte: Randall, Burggren and French (1997)

Dois níveis tróficos são representados neste diagrama de fluxo de energia. Iniciando com a formação fotossintética de molécula de alta quantidade de energia (glicose) a partir de materiais de baixa quantidade de energia (CO_2 e H_2O) nas plantas. A oxidação de compostos de carbono produz energia livre acoplada à síntese de compostos de alta energia, como ATP, usada como energia no metabolismo. A energia química contida é máxima na produção de açúcar pela fotossíntese. Quando o material da planta é consumido por heterótrofos, uma certa quantidade de energia química é convertida em calor e a outra é usada como fonte de energia em processos biológicos. Cadeias alimentares podem ter mais níveis tróficos (RANDALL; BURGGREN; FRENCH, 1997).

Figura 02: Vias metabólicas.

Fonte: Nelson and Cox (2014).

Uma típica célula eucariótica tem a capacidade de produzir cerca de 30.000 proteínas diferentes, que catalisam milhares de reações diferentes envolvendo muitas centenas de metabólitos, muitos deles compartilhados por mais de uma "via". Nesta imagem resumida e muito simplificada das vias metabólicas, cada ponto representa um composto intermediário e cada linha de conexão representa uma reação enzimática (NELSON, D. L.; COX, 2014).

Todo alimento (carboidratos, gorduras e proteínas) pode ser oxidado no interior das células e, durante o processo, grande quantidade de energia é liberada, a qual está acoplada

com sistemas responsáveis pelas funções fisiológicas. A adenosina trifosfato (ATP) é a ligação entre as funções que consomem energia e aquelas que transferem energia, e é por esta razão que é chamada de moeda de troca de energia, podendo ser gasta e regenerada repetidamente, por meio da hidrólise de ligações de fosfato, ricas em energia, presentes nessa molécula. Esta é a fonte de energia imediata para os processos celulares, formada a partir da oxidação de fontes de carbono (HALL, 2011; RANDALL; BURGGREN; FRENCH, 1997; SCHMITD-NIELSEN, 1996; STRYER; BERG; TYMOCZKO, 2014).

Hans Krebs (1900-1981) descreveu três estágios para a geração de energia a partir da oxidação dos alimentos. O primeiro estágio compreende a digestão dos alimentos, no qual as proteínas são hidrolisadas em seus 20 aminoácidos, os polissacarídeos em monossacarídeos e os lipídios em glicerol e ácidos graxos. Esses produtos da digestão são, então, absorvidos pelas células intestinais e distribuídos para todo o organismo via sistema circulatório. É um estágio preparatório, no qual nenhuma energia útil é capturada. No segundo estágio, os carboidratos, os aminoácidos, os ácidos graxos e glicerol são transformados na acetila acetil-CoA (acetil-coenzima A), com produção de pequena quantidade de ATP. O terceiro estágio compreende do Ciclo do Ácido Cítrico, ou Ciclo de Krebs e a fosforilação oxidativa, que são as vias finais comuns na oxidação das moléculas energéticas. A acetil-CoA é totalmente oxidada a CO₂ na mitocôndria: quatro pares de elétrons são transferidos para cada grupo acetila, que é oxidado na molécula de acetil-CoA, que gera, por sua vez, um gradiente de prótons como resultado do fluxo de elétrons a partir das formas reduzidas dos carreadores NAD⁺ e FAD⁵³ até O₂, sintetizando ATP (fig. 03). Quase todos os carreadores ativados que atuam como coenzimas derivam de vitaminas, especialmente as do complexo B. Mais de 90% do ATP produzido pela ingestão dos alimentos é formado no terceiro estágio. O processamento molecular no qual as células consomem O₂ e produzem CO₂ através da transferência de elétrons, transferindo, desse modo, energia na forma de ATP é chamado de *respiração celular* (NELSON, D. L.; COX, 2008; STRYER; BERG; TYMOCZKO, 2014).

⁵³ NAD⁺ (nicotinamida adenina dinucleotídeo) e FAD (flavina adenina dinucleotídeo) são carreadores de elétrons de alta energia. A parte reativa do NAD é derivado da vitamina niacina e do FAD, da vitamina riboflavina.

Figura 03: Os 3 estágios do catabolismo e o Ciclo do Ácido Cítrico ou Ciclo de Krebs.

Fonte: Stryer, Berg and Tymoczko (2014).

Nas reações no ciclo do ácido cítrico, os átomos de carbono em rosa são derivados da acetila de acetil-CoA na primeira volta do ciclo e que não são liberados na forma de CO_2 . Notar que o succinato e o fumarato, grupo de dois carbonos derivados do acetato não podem mais ser destacados porque o succinato e o fumarato são moléculas simétricas. As setas vermelhas mostram onde a energia é conservada por transferência de elétron ao FAD ou NAD^+ . Os passos 1, 3 e 4 são irreversíveis na célula. Todos os outros passos são reversíveis. O produto do passo 5 pode ser tanto ATP como GTP, dependendo de qual é a isoforma succinil-CoA catalisadora (STRYER; BERG; TYMOCZKO, 2014).

Ao uso da energia dessa química obtida principalmente por meio dos processos de oxidação colocados anteriormente [pela respiração celular] dá-se o nome de *metabolismo energético*. A medida de metabolismo energético por unidade de tempo denomina-se taxa metabólica, que pode ser medida por: (i) diferença entre o valor energético de todo alimento ingerido e de todos os excrementos; (ii) medida da transferência de energia na forma de calor pelo organismo; e (iii) pelo consumo de oxigênio, que é a medida mais prática, no caso dos organismos aeróbios. A razão pela qual o consumo de oxigênio pode ser usado como uma medida prática da taxa metabólica se deve ao fato de que a quantidade de energia na forma de calor para cada litro de oxigênio usado no metabolismo, seja de carboidrato, gordura ou proteínas, permanece constante. Embora 1 L de O_2 tenha equivalência calórica em relação aos três principais tipos alimentos, uma grama de cada um desses alimentos fornece uma quantidade diferente de energia. A oxidação de gorduras fornece quase que o dobro de

energia da oxidação de carboidratos ou proteínas. Como consequência, armazenar energia como gordura é a forma fisiológica mais eficiente, pois adiciona menos peso e menos volume ao animal (HALL, 2011; RANDALL; BURGGREN; FRENCH, 1997; SCHMITD-NIELSEN, 1996).

Além de energia, os alimentos fornecem a matéria-prima para realização das funções fisiológicas e para a formação dos tecidos, o que só é possível após os processos de digestão e absorção.

Digestão é definida como a quebra de moléculas presentes nos alimentos, por ação enzimática ou mecânica, em componentes químicos pequenos o suficiente para serem distribuídos aos tecidos. Como absorção entende-se o processo pelo qual esses pequenos compostos resultantes da digestão presentes no lúmen do intestino são levados aos diferentes tecidos do corpo (HILL, R. W.; WYSE; ANDERSON, 2012).

Nos animais, a digestão é realizada na maior parte por enzimas hidrolíticas, que catalisam a quebra de moléculas grandes em moléculas menores, quebrando as ligações em reações com H_2O , chamadas reações de hidrólise. Cada enzima digestiva é específica ao tipo de ligação química que ela pode quebrar: é por conta dessa especificidades que as dietas não são iguais entre os animais, pois cada grupo animal possui um conjunto de enzimas digestivas. Pode-se dizer, portanto, que o valor nutricional de um alimento depende, em parte, das enzimas digestivas que um animal possui e não somente da composição química do alimento (HILL, R. W.; WYSE; ANDERSON, 2012).

A absorção de compostos hidrofílicos relativamente simples, como monossacarídeos, amino ácidos e vitaminas hidrossolúveis, geralmente requer proteínas transportadoras presentes na membrana celular e ocorre por difusão facilitada ou por transporte ativo. A absorção de ácidos graxos hidrofóbicos e monoacilglicerois produzidos pela digestão de lipídios pode ocorrer por difusão simples através da membrana plasmática. Entretanto, uma certa complexidade surge na absorção desses compostos porque precisam ser emulsificados em soluções aquosas, tanto fora como dentro da célula, enquanto são absorvidos (HILL, R. W.; WYSE; ANDERSON, 2012).

Além disso, o design do sistema digestório influencia no processo de digestão dos alimentos. No geral, um sistema digestório de uma única direção é constituído por esfíncteres e outros dispositivos que guardam a entrada e a saída do alimento, garantindo que não haja

retorno deste, que é submetido à digestão mecânica e química e ao tratamento por bactérias durante sua passagem pelo canal digestório. Sucos digestivos são misturados ao material ingerido em diferentes regiões desse sistema (fig. 04). Na tabela 01 estão algumas enzimas digestivas, o local de produção e de atuação e os produtos gerados pela ação dessas enzimas em mamíferos. Após ser digerido mecânica e quimicamente, os nutrientes resultantes desse processo são absorvidos e, então, transportados para o sistema circulatório para serem distribuídos para os outros tecidos. Material não digerido e não absorvido é expelido como fezes. Esse tipo de sistema é eficiente pois permite que o material ingerido viaje pelo todo digestório em uma única direção, passando por diferentes regiões especializadas em diferentes tipos de digestão, permitindo que, tanto secreções ácidas, quanto alcalinas ocorram ao mesmo tempo. Nos vertebrados, o intestino delgado é o local mais importante da digestão e absorção, pois as membranas apicais da células epiteliais do intestino delgado são ricas em enzimas digestivas associadas à membrana e proteínas de transporte, além de a secreção de sucos biliares e pancreáticos ocorrer no intestino delgado. O epitélio do intestino delgado é formado por inúmeras dobras, chamadas de dobras de Kercking, e coberto por pequenas expansões do epitélio, chamadas de microvilosidades, sendo maiores nas porções do duodeno e do jejuno (fig. 05). Esse conjunto de dobras e microvilosidades aumenta a área de superfície de absorção do órgão em aproximadamente 1.000 vezes (HALL, 2011; HILL, R. W.; WYSE; ANDERSON, 2012; RANDALL; BURGGREN; FRENCH, 1997).

Figura 04: Sistema digestório.

Região	Secreção	Quantidade diária (L)	pH	Composição	
Cavidade bucal					
Esôfago	Glândulas salivares	Saliva	1+	6.5	Amilase, bicarbonato
	Estômago	Suco gástrico	1-3	1.5	Pepsina, HCl, renina
	Pâncreas	Suco pancreático	1	7-8	Tripsinogênio, quimiotripsina, carboxipeptidase, aminopeptidase, amilase, maltase, nucleasse, bicarbonato
	Vesícula biliar	Bile	1	7-8	Gorduras e ácidos graxos, sais biliares e pigmentos, colesterol
	Duodeno	Sucos entéricos	1	7-8	Enteroquinase, carboxipeptidase, aminopeptidase, maltase, lactase, sucrase, lipase, nucleases
Jejuno					
	Íleo				
	Ceco				
	Cólon				
Reto					

Fonte: Adaptado de Randall, Burggren and French (1997)

O sistema digestório em formato de tubo dos vertebrados tem um plano organizacional básico, com elementos comuns: esôfago (E), estômago (St), fígado (L), vesícula biliar (G), pâncreas (P), intestino delgado (SI),

intestino grosso (LI), cécum (C). Secreções digestivas importantes ocorrem em todos os pontos ao longo do sistema digestório em humanos. São mostrados a secreção e em que sítio atuam, com a quantidade diária aproximada, o pH e a composição das secreções (adaptado de Randall, Burggren and French, 1997).

Figura 05: Microvilosidades.

Fonte: Adaptado de Hall (2011) e Hill, Wyse and Anderson (2012).

Em **(A)**, é ilustrado um corte do intestino delgado mostrando as Dobras de Kerckring, a ampliação de uma dobra com a superfície coberta pelas microvilosidades e a ampliação de uma microvilosidade, indicando o epitélio intestinal, os enterócitos, célula endócrina, célula caliciforme secretora de mucina para a produção de muco, vasos sanguíneos e a cripta, um espaço entre as microvilosidades. Em **(B)**, em destaque, está uma microvilosidade, indicando a posição dos capilares sanguíneos, veia, artéria e do vaso quilífero central, vaso linfático de absorção para a linfa (adaptado de Hall, 2011; Hill, Wyse and Anderson, 2012).

Igualmente importante é a dieta ingerida: alimentos de qualidade podem liberar altas quantidades de energia passando um tempo mínimo pelo aparelho digestório. Alimentos de baixa qualidade, no entanto, requerem um longo período de digestão para liberar energia, diminuindo a quantidade de energia que poderia ser obtida (fig. 06) (RANDALL; BURGGREN; FRENCH, 1997).

Tabela 01: Enzimas digestivas. Ação de algumas enzimas secretadas na boca, estômago, pâncreas e intestino delgado de mamíferos (Randall, Burggren and French, 1997).

Enzima	Sítio de ação	Substrato	Produtos da ação
Boca			
α -amilase salivar	Boca	Amido	Dissacarídeos
Estômago			
Pepsinogênio -> pepsina	Estômago	Proteína	Peptídeos grandes
Pâncreas			
α -amilase pancreática	Intestino delgado	Amido	Dissacarídeos
Tripsinogênio -> tripsina	Intestino delgado	Proteínas	Peptídeos grandes
Quimiotripsina	Intestino delgado	Proteínas	Peptídeos grandes
Elastase	Intestino delgado	Elastina	Peptídeos grandes
Carboxipeptidase	Intestino delgado	Peptídeos grandes	Pequenos peptídeos (oligopeptídeos)
Aminopeptidase	Intestino delgado	Peptídeos grandes	Oligopeptídeos
Lipase	Intestino delgado	Triglicerídeos	Monoglicerídeos, ácidos graxos, glicerol
Nucleases	Intestino delgado	Ácidos nucleicos	Nucleotídeos
Intestino Delgado			
Enteroquinase	Intestino delgado	Tripsinogênio	Tripsina
Dissacarídeos	Intestino delgado	Dissacarídeos	Monossacarídeos
Peptidases	Intestino delgado	Oligopeptídeos	Amino ácidos
Nucleotídeses	Intestino delgado	Nucleotídeos	Nucleosídeos, ácido fosfórico
Nucleosídeses	Intestino delgado	Nucleosídeos	Açúcares, purinas, pirimidinas

Figura 06: Qualidade do alimento X Energia.

A. Alimento de alta qualidade

B. Alimento de baixa qualidade

Fonte: Randall, Burggren and French (1997)

A qualidade do alimento influencia consideravelmente o tempo necessário para a digestão. **(A)** Alimentos de alta qualidade necessitam de um mínimo de energia para serem adquiridos e, uma vez ingeridos, são rapidamente digeridos para liberar grandes quantidades de energia. A taxa máxima de digestão ocorre no encontro da curva com o maior ângulo da curva. **(B)** Alimentos de baixa qualidade requerem uma quantidade considerável de energia para serem comidos e levam um tempo longo para serem digeridos para produzirem poucas quantidades de energia (Randall, Burggren and French, 1997).

Vale lembrar que o termo metabolismo nem sempre se refere ao metabolismo energético. Muitas vezes pode se referir ao papel fisiológico de determinados compostos ou íons, como digestão, absorção, armazenagem, síntese, excreção, etc. Também pode se referir ao metabolismo intermediário, o qual consiste todas as reações bioquímicas que ocorrem no organismo vivo, como, por exemplo, o Ciclo de Krebs. No presente trabalho, será utilizado o termo metabolismo energético quando referir-se ao gasto de energia e, aos processos fisiológicos e reações, simplesmente metabolismo (RANDALL; BURGGREN; FRENCH, 1997; SCHMIDT-NIELSEN, 1996).

- *Macronutrientes*
 - Carboidratos

Dissacarídeos são produzidos no trato digestório pela digestão de carboidratos mais complexos ingeridos com os alimentos. As enzimas que hidrolisam os dissacarídeos em monossacarídeos são chamadas dissacaridases, que incluem a sacarase, que quebra a sacarose em dois monossacarídeos, a lactose e a trealose. Nos vertebrados, as dissacaridases são enzimas associadas à membrana encontradas na membrana apical das células do intestino delgado. Um polissacarídeo, como o amido, é digerido em sequência por duas enzimas: a primeira, amilase, que o quebra em dissacarídeos ou oligossacarídeos; e a segunda, a maltase, que quebra os produtos da primeira digestão em monossacarídeos. Em mamíferos, a amilase é encontrada na saliva e nos sucos pancreáticos e a maltase, no sucos pancreáticos (HILL, R. W.; WYSE; ANDERSON, 2012).

Os produtos finais da digestão de carboidratos são, em sua maioria, frutose, galactose e glicose, sendo que glicose representa aproximadamente 80% do total. Após a absorção pelo trato intestinal, frutose e galactose são rapidamente convertidas, em sua maior parte, em glicose no fígado. Antes de ser utilizada pelos tecidos, a glicose precisa ser transportada para o citoplasma e, por ser uma molécula com peso molecular acima daquele que uma membrana celular permite passagem, a glicose atravessa a membrana por meio de difusão facilitada, ou seja, a partir do meio mais concentrado para o menos concentrado [de glicose] com o auxílio de proteínas carregadoras presentes na membrana celular que se ligam à glicose. No caso específico de células epiteliais presentes no intestino, glicose pode ser transportada via cotransporte ativo de sódio, que disponibiliza energia necessária para a absorção de glicose contra o gradiente de concentração (quando há mais glicose dentro do que fora da célula). A

taxa de glicose transportada aumenta consideravelmente na presença de insulina, que é secretada pelo pâncreas: a taxa de transporte de glicose aumenta 10 vezes ou mais. A quantidade de glicose que pode se difundir para o interior das células na ausência de insulina, com exceção do fígado e das células nervosas, é muito menor do que a quantidade necessária para o metabolismo energético. De fato, a taxa de utilização de carboidrato pela maioria das células é controlada pela taxa de secreção de insulina pelo pâncreas (HALL, 2011).

Glicose ocupa uma posição central no metabolismo de plantas, animais e muitos micro-organismos, pois é um composto rico em energia e, portanto, um bom combustível. Quando a demanda por energia aumenta, glicose pode ser liberada de estoques de amido ou glicogênio das células e usada para produzir ATP na presença ou ausência de oxigênio. Além de ser um excelente combustível, glicose é um versátil precursor, capaz de fornecer uma gama de intermediários metabólicos para reações de biossíntese. No caso de animais e plantas vasculares, glicose pode ser: (i) usada na síntese de polissacarídeos complexos para o espaço extracelular; (ii) estocada nas células como polissacarídeo ou sacarose; (iii) oxidada a composto com três carbonos (piruvato) via glicólise para fornecer ATP e intermediários metabólicos (fig. 07 e 08); (iv) ou oxidada pela via das pentoses-fosfato para fornecer ribose 5-fosfato para a síntese de ácido nucleico e NAPH em processos de biossíntese (fig. 09) (NELSON, D. L.; COX, 2008). Glicose pode ser sintetizada a partir de piruvato pelo ciclo da gliconeogênese (fig. 10).

Figura 07: As duas fases da glicólise.

Fonte: Nelson and Cox (2014).

Para cada molécula de glicose que passa pela fase preparatória (a), duas moléculas de gliceraldeído-3-fosfato são formadas; as duas passam para a fase de pagamento (b). O piruvato é o produto final da segunda fase da glicólise. Para cada molécula de glicose, dois ATP são consumidos na fase preparatória e quatro ATP são produzidos na fase de pagamento, dando um rendimento líquido de dois ATP por molécula de glicose convertida

em piruvato. Cada grupo fosforil, representado como um P, possui duas cargas negativas ($-\text{PO}_3^{2-}$) (NELSON, D. L.; COX, 2014).

Figura 08: Três possibilidades para o piruvato

Fonte: Nelson and Cox (2014).

O piruvato formado a partir da glicólise pode ter um dos três destinos possíveis mostrados na figura, que também serve como precursor em muitas reações anabólicas, não mostradas na figura (NELSON, D. L.; COX, 2014).

Figura 09: Via das pentoses-fosfato.

Fonte: Stryer, Berg and Tymoczko (2014).

No Modo 1, ocorre quando há necessidade de muito mais ribose 5-fosfato do que de NADPH em células que sofrem rápida divisão celular, por exemplo. No Modo 2, as necessidades de NADPH e de ribose 5-fosfato estão equilibradas. No modo 3, a necessidade de NADPH é maior do que de ribose 5-fosfato, como na síntese de ácidos graxos pelos adipócitos, por exemplo. No modo 4, tanto o NADPH quanto ATP são necessários. Os principais produtos são mostrados em cores (STRYER; BERG; TYMOCZKO, 2014).

Figura 10: Glicólise e gliconeogênese.

Fonte: Nelson and Cox (2014).

As reações da glicose estão do lado esquerdo, em vermelho, enquanto que a via oposta, a gliconeogênese, está mostrada em azul, do lado direito (NELSON, D. L.; COX, 2014).

Os carboidratos, de acordo com a digestibilidade e disponibilização de glicose para o metabolismo, podem ser classificados como **glicêmicos** e **não-glicêmicos**. Os carboidratos glicêmicos (mono e dissacarídeos e amidos) são digeridos e absorvidos no intestino delgado,

aumentando a concentração de glicose no sangue, enquanto que os não-glicêmicos (oligossacarídeos e fibras) não são digeridos e passam pelo cólon, onde são fermentados. Os carboidratos não-glicêmicos podem fornecer energia através da fermentação, o que não altera o nível de glicose no sangue (SANDERS; LUPTON, 2012).

- **Lipídios**

A degradação, assim como a síntese, de ácidos graxos constitui de 4 etapas (fig. 11). A degradação, chamada de β -oxidação (fig. 12), é um processo oxidativo que converte ácido graxo em um conjunto de unidades acetila ativadas, o acetil-CoA, que podem ser processadas pelo ciclo do ácido cítrico, como visto anteriormente (fig. 13).

Figura 11: Catabolismo e anabolismo de ácidos graxos.

Fonte: Stryer, Berg and Tymoczko (2014).

À esquerda, em rosa, são mostrados os quatro passos da via de degradação de ácidos graxos. À direita, em azul, os quatro passos da via de síntese de ácidos graxos (STRYER; BERG; TYMOCZKO, 2014).

Figura 12: β -oxidação.

Fonte: Nelson and Cox (2014).

Em (a), cada passagem pela sequência de quatro passos, um resíduo acetil (sombreado em cor salmão), é removido na forma de acetil-CoA da extremidade carboxilica da cadeia acil graxo (neste exemplo, o palmitato, com 16 carbonos, que entra como palmitoil-CoA). Em (b), mais seis passagens pela via produzem mais sete moléculas de acetil-CoA, a sétima vinda dos dois últimos átomos de carbono da cadeia de 16 carbonos. Oito moléculas de acetil-CoA são formadas no total (NELSON, D. L.; COX, 2014).

Figura 13: Etapas da oxidação de ácidos graxos.

Fonte: Nelson and Cox (2014).

Na etapa 1, um ácido graxo de cadeia longa é oxidado para produzir resíduos de acetil na forma de acetil-CoA. Esse processo é chamado de β -oxidação. Na etapa 2, os grupos acetil são oxidados a CO_2 no ciclo do ácido cítrico. Na etapa 3, os elétrons derivados das oxidações das etapas 1 e 2 passam ao O_2 por meio da cadeia respiratória mitocondrial, fornecendo a energia para a síntese de ATP por fosforilação oxidativa (NELSON, D. L.; COX, 2014).

Na maioria dos mamíferos, incluindo os humanos, o acetil-CoA formado no fígado durante a oxidação dos ácidos graxos pode sofrer conversão a “corpos cetônicos” acetona, acetoacetato e D- β -hidroxibutirato para exportação aos outros tecidos. A acetona, produzida em menor quantidade, é exalada, o que confere um hálito característico. O acetoacetato e o D- β -hidroxibutirato são transportados pelo sangue para outros tecidos extra-hepáticos, onde são convertidos a acetil-CoA e oxidados no ciclo do ácido cítrico, fornecendo a energia necessária para tecidos como músculo esquelético e cardíaco e córtex renal. O cérebro usa preferencialmente glicose como combustível, mas pode se adaptar ao uso de acetoacetato ou

D-β-hidroxibutirato em condições de jejum prolongado, quando a glicose não está disponível (NELSON, D. L.; COX, 2014).

Os lipídios alimentares são ingeridos, em sua maioria, na forma de triacilgliceróis e precisam ser degradados a ácidos graxos para sua absorção através do epitélio intestinal. Lipases secretadas pelo pâncreas degradam os triacilgliceróis a ácidos graxos livres e monoacilglicerol. Como não são solúveis em água, os triacilgliceróis no lúmen intestinal são incorporados em micelas compostas de sais biliares, que são moléculas anfipáticas sintetizadas a partir do colesterol no fígado e secretadas pela vesícula biliar, facilitando a digestão pelas lipases em solução aquosa. Os produtos finais da digestão são transportados em micelas até o epitélio intestinal, onde são transportados através da membrana plasmática. Nas células da mucosa intestinal, os triacilgliceróis são novamente sintetizados a partir de monoacilgliceróis e ácidos graxos e, a seguir, acondicionados em partículas de transporte de lipoproteínas (apolipoproteínas), denominadas *quilomícrons*. Os quilomícrons são liberados no sistema linfático e, a seguir, no sangue. Essas partículas ligam-se a lipases ligadas à membrana, principalmente no tecido adiposo e no músculo, onde os triacilgliceróis são, mais uma vez, degradados a ácidos graxos livres e monoacilglicerol para transporte para o tecido. Em seguida, são novamente sintetizados dentro da célula e armazenados (fig. 14). No músculo, podem ser oxidados para fornecer energia (NELSON, D. L.; COX, 2014; STRYER; BERG; TYMOCZKO, 2014).

Figura 14: Processamento de lipídios na dieta.

Fonte: Nelson and Cox (2014).

Em vertebrados, a digestão e a absorção dos lipídios da dieta ocorrem no intestino delgado e os ácidos graxos liberados dos triacilgliceróis são empacotados e distribuídos para os músculos e tecido adiposo. Em (3) e (6), apoC-II se refere à apolipoproteína C-II (NELSON, D. L.; COX, 2014).

• Proteínas

A proteína alimentar constitui uma fonte vital de aminoácidos. As proteínas mais importantes são aquelas que contêm os aminoácidos essenciais, ou seja, os aminoácidos que não podem ser sintetizados e que precisam ser adquiridos pela alimentação. As proteínas ingeridas pela alimentação são degradadas a aminoácidos ou pequenos peptídeos, que podem ser absorvidos pelo intestino e transportados pelo sangue. Uma outra fonte de aminoácidos é a degradação de proteínas celulares (STRYER; BERG; TYMOCZKO, 2014).

A digestão das proteínas ingeridas na dieta inicia-se no estômago, com a produção ácido clorídrico pelas células parietais do epitélio estomacal, deixando o ambiente ácido para a ação da pepsina, enzima ativa em pH 2.0 a 3.0 e inativa em pH a partir de 5.0. Uma das mais importantes características da pepsina é sua propriedade de digerir colágeno, o principal

constituente de tecidos conjuntivos em carnes (para que enzimas digestivas penetrem nas carnes para a digestão das outras proteínas presentes é necessário que as fibras de colágeno tenham sido digeridas antes). A degradação das proteínas prossegue no lúmen do intestino delgado, principalmente na porção do duodeno e do jejuno, com a secreção, pelo pâncreas, de suco pancreático contendo enzimas proteolíticas como tripsina, quimiotripsina, que partem a proteína em pequenos polipeptídios, carboxipolipeptidase, que cliva o aminoácido dos terminais carboxila dos polipeptídios, e proteolase, que se converte em elastase, digerindo fibras de elastina que mantêm as fibras da carne juntas. O último estágio é realizado pelos enterócitos presentes nas microvilosidades que contém inúmeras peptidases, que quebram os últimos polipeptídios grandes em tripeptídios e dipeptídios e alguns a aminoácidos – todos facilmente transportados através da membrana das microvilosidades para o interior dos enterócitos. No interior do enterócitos, diversas peptidases quebram dipeptídeos e tripeptídeos em aminoácidos, ficando disponíveis para serem transportados à corrente sanguínea e absorção por outros tecidos (fig. 15). Mais de 99% dos produtos resultantes da digestão final de proteínas que são absorvidos são aminoácidos (HALL, 2011; NELSON, D. L.; COX, 2014; STRYER; BERG; TYMOCZKO, 2014).

Figura 15: Digestão de proteínas.

Fonte: Nelson and Cox (2014).

Na figura, parte do sistema digestório humano é mostrado para ilustrar, brevemente, como ocorre a digestão das proteínas ingeridas na dieta. Em **(a)**, as células parietais e as células principais das glândulas gástricas secretam seus produtos em resposta ao hormônio gastrina. A pepsina inicia o processo de degradação das proteínas no estômago. Em **(b)**, o citoplasma das células exócrinas é completamente preenchido pelo retículo endoplasmático rugoso, o sítio de síntese de zimogênios⁵⁴ e de muitas enzimas digestivas. Os zimogênios são concentrados em partículas de transporte circundadas por membranas, denominadas grânulos de zimogênios. Quando uma célula exócrina⁵⁵ é estimulada, sua membrana plasmática funde-se com a membrana do grânulo de zimogênio e estes são liberados por exocitose no lúmen do ducto coletor. Os ductos coletores, por sua vez levam ao ducto pancreático e daí ao intestino delgado. Em **(c)**, os aminoácidos são absorvidos pela camada de células epiteliais (mucosa intestinal) das vilosidades e chegam aos capilares (NELSON, D. L.; COX, 2014).

⁵⁴ Zimogênios (ou pró-enzimas) são compostos enzimáticos inativos que ao se alterarem bioquimicamente tornam-se uma enzima ativa (NELSON, D. L.; COX, 2014)

⁵⁵ Célula exócrina é aquela que secreta substâncias em canais para serem levadas a outros sítios de ação (HALL, 2011).

Nos animais, os aminoácidos sofrem degradação oxidativa, que pode ocorrer em três circunstâncias: (i) durante a síntese e a degradação normais de proteínas celulares; (ii) quando, em uma dieta rica em proteínas, os aminoácidos ingeridos excedem as necessidades do organismo; e (iii) durante o jejum prolongado ou no *diabetes melitus* não controlado, quando os carboidratos estão indisponíveis ou são utilizados de modo inadequado (NELSON, D. L.; COX, 2014).

Assim como no catabolismo de glicose e de lipídios, os processos de degradação de proteínas a aminoácidos convergem para as vias metabólicas centrais, com os esqueletos de carbono da maioria dos aminoácidos encontrando uma via para o ciclo do ácido cítrico. No entanto, uma característica importante distingue o catabolismo de proteínas de outros processos catabólicos: todos os aminoácidos contêm um grupo amino e, portanto, uma etapa fundamental é a separação do grupo amino do esqueleto de carbono e seu desvio para as vias do metabolismo do grupo amino (fig. 16 e 17) (NELSON, D. L.; COX, 2014; STRYER; BERG; TYMOCZKO, 2014).

Figura 16: Catabolismo de proteínas.

Fonte: Nelson and Cox (2014).

O esquema mostra uma visão geral do catabolismo de aminoácidos em mamíferos. Os grupos amino e os esqueletos de carbono tomam vias separadas, porém interconectadas (NELSON, D. L.; COX, 2014).

Figura 17: O ciclo da ureia.

Fonte: Nelson and Cox (2014).

No esquema são mostradas as reações que fornecem grupos amina para o ciclo da ureia. As enzimas que catalisam essas reações estão distribuídas entre a matriz mitocondrial e o citosol. Um grupo amina entra no ciclo da ureia como carbamoi-fosfato, formado na matriz; o outro entra no aspartato, produzido na matriz pela transamina entre o oxaloacetato e glutamato, catalisada pela aspartato-aminotransferase. O ciclo da ureia consiste de quatro etapas: (1) formação de citrulina a partir de ornitina e carbamoi-fosfato (entrada do primeiro grupo amina); citrulina passa para o citosol; (2) produção de arginino-succinato, via um intermediário citrullil-AMP (entrada do segundo grupo amina); (3) formação de arginina a partir do arginino-succinato (reação que libera fumarato, que entra no ciclo do ácido cítrico); (4) formação de ureia (reação que regenera a ornitina) (NELSON, D. L.; COX, 2014).

- Fibras

Os primeiros estágios da digestão das fibras inicia-se na boca, com a redução do tamanho das partículas pela mastigação e lubrificação pela saliva, que contém amilase, iniciando, dessa forma, a digestão de moléculas de amido. No estômago, os fragmentos são degradados pela atividade mecânica e pela atividade química de enzimas proteolíticas e pelo ácido clorídrico. A necessidade de quebrar a parede celular das células vegetais atrasa o processo de digestão significativamente. Portanto, quanto maior a partícula, maior é o atraso. Por exemplo: fibras de suco de maçã são degradadas mais rapidamente do que as fibras de quando se come uma maçã com casca por terem sido processadas a pedaços menores antes da ingestão, fazendo com que o açúcar da maçã inteira seja absorvido muito mais vagorosamente do que daquele presente no suco da fruta. No intestino delgado, a digestão segue como para os carboidratos, acrescentando a dificuldade da amilase do suco pancreático em acessar a amilase devido às paredes celulares, o que irá depender do tipo e do processamento do alimento ingerido (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; JOHNSON, 2005, 2012).

As fibras, no trato gastrointestinal, atuam como uma esponja, absorvendo água e sucos digestivos ao longo do trato digestivo. Algumas fibras hidrossolúveis, como pectina, gomas e algumas hemiceluloses, são muito absorventes, em comparação com outras fibras não solúveis em água, como celulose, e lignina. Essa capacidade de absorção de água depende também do pH do trato gastrointestinal, do tamanho da partícula de fibra e do grau de processamento do alimento. Por exemplo, farelo de aveia retém menos água do que aveia em flocos devido ao tamanho menor das partículas. Como consequência, as partículas maiores dos flocos absorvem mais água, aumentando o volume e a velocidade com que o bolo fecal passa pelo cólon. Ao mesmo tempo, a ingestão de fibras que absorvem muita água e criam soluções viscosas no trato gastrointestinal pode causar: (i) esvaziamento mais lento do estômago, promovendo a sensação pós-prandial de saciedade, bem como uma digestão mais lenta, pois os carboidratos e os lipídios permanecem no estômago por mais tempo sem serem digeridos; (ii) redução da mistura do bolo alimentar com as enzimas digestivas, pois a presença de gel viscoso ou de fibras hidratadas no trato gastrointestinal promove uma barreira física que impede a interação entre as enzimas digestivas e o conteúdo no trato gastrointestinal; (iii) redução da função enzimática, pois a formação do gel pelas fibras impede a hidrólise dos

nutrientes; (iv) diminuição da taxa de difusão de nutrientes através dos enterócitos no intestino delgado devido ao aumento da viscosidade da película de água sobre os enterócitos, diminuindo a taxa de absorção também de glicose, atenuando a necessidade de produção de insulina; e (v) altera o tempo de trânsito do bolo alimentar no intestino delgado, sendo que as fibras solúveis aumentam o tempo de trânsito no intestino delgado, enquanto que as fibras insolúveis diminuem este tempo, acelerando no órgão. Um trânsito mais rápido pode reduzir a absorção de nutrientes devido ao tempo menor de contato entre os nutrientes e os enterócitos (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009). A figura 18 resume a resposta do trato gastrointestinal às fibras solúveis e insolúveis.

Figura 18: Resposta do trato gastrointestinal às fibras.

Fonte: Gropper, Smith and Goff (2009).

- *Micronutrientes*
- **Vitamina A**

Aproximadamente 70% a 90% do retinol da dieta é absorvido (BENDER, 2003). Retinil-ésteres e carotenos nos alimentos frequentemente encontram-se complexados a proteínas

das quais devem ser liberados. Apesar de alimentos cozidos enfraquecerem as ligações desses complexos, tais complexos proteína-carotenóides necessitam de digestão enzimática. Carotenóides e retinil-ésteres são inicialmente hidrolisados pela ação da pepsina no estômago. Devido à solubilidade desses compostos em gordura, quando livres das proteínas, formam glóbulos de gordura, as micelas, no estômago. Ao passar pelo duodeno, enzimas proteolíticas hidrolisam qualquer retinil-éster ou carotenoide que ainda não tenham sido hidrolisados. A hidrólise de ésteres de retinil e carotenoides por várias hidrolases e esterases ocorrem ao mesmo tempo que triacilgliceróis, fosfolipídios e colesteril-esteróis e são hidrolisados por enzimas pancreáticas. Lipases pancreáticas e hidrolases pancreáticas de éster-colesterol são secretadas no lúmen do intestino delgado para facilitar a digestão de lipídios e vitamina A, e enzimas, como retinil-éster hidrolase, também atuam nas microvilosidades para digerir a vitamina. A bile também é importante para emulsionar as micelas contendo a vitamina e outras gorduras. Os carotenoides e retinóis livres no intestino delgado permanecem solubilizados em uma solução micelar junto com outros componentes alimentares solúveis em lipídios. As soluções micelares contendo carotenoides e pró-vitamina A são absorvidos através das microvilosidades do duodeno e do jejuno para os enterócitos. O retinol é absorvido via proteína transportadora e os carotenoides, via proteínas transportadoras e difusão passiva (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009). Nas células intestinais, os recém formados retinil-ésteres, juntamente com uma pequena quantidade de retinol não-esterificado e qualquer carotenoide que tenha sido absorvido intacto, são incorporados em quilomícrons⁵⁶ contendo colesterol, ésteres, fosfolipídios, triacilgliceróis e apoproteínas. Esses quilomícrons são levados primeiro ao sistema linfático e, então, ao sangue, onde entregam retinil-ésteres, retinol não-esterificado e carotenoides a tecidos extra-hepáticos, incluindo medula óssea, eritrócitos, baço, tecido adiposo, músculo, pulmões e rins. Retinil-ésteres e carotenoides não absorvidos pelo tecido periférico são transportados ao fígado como parte de quilomícron remanescente. Aproximadamente 70% a 75% do quilomícron de retinóides são retirados da circulação pelo fígado. Hidrolases podem liberar o retinol dos estoques caso seja necessário em algum processo metabólico. Os carotenoides, por sua vez, são estocados principalmente no fígado e no tecido adiposo, mas alguns tecidos podem

⁵⁶ Quilomícrons são moléculas grandes de lipoproteínas produzidas pelas células intestinais responsáveis pelo transporte de lipídios para o fígado e outros tecidos (STRYER, 1996).

concentrar carotenoides específicos, como a retina, rica em luteína e zeaxantina (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

A eficiência da absorção varia entre pró-vitamina A e carotenoides. Aproximadamente 70% a 90% de pró-vitamina A é absorvida caso a refeição contenha, ao menos, 10g ou mais de gordura. Já a absorção dos carotenoides varia consideravelmente, dependendo do processamento do alimento e é menor do que para os retinóides. Para vegetais não aquecidos, crus, ou sucos, menos de 5% dos carotenoides são absorvidos. Em óleos vegetais puros chega a 60%. A ingestão de fibras, especialmente de pectina, e consumo excessivo de vitamina E podem diminuir a absorção de carotenoides, interferindo na formação de micelas (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

Vitamina A interage com vitaminas E e K. O excesso de vitamina A interfere na absorção de vitamina K. Alta ingestão de β -caroteno, por sua vez, diminui a concentração plasmática de vitamina E. Proteínas e zinco influenciam o transporte de vitamina A, pois seu transporte e uso dependem de várias proteínas ligantes de vitamina A e porque zinco é necessário à síntese de proteínas. A deficiência na síntese de proteínas diminui a mobilização de retinol do fígado e, nos tecidos periféricos, a enzima álcool desidrogenase, que converte retinol em retinal para importantes processos metabólicos, é diretamente dependente de zinco. Níveis de ferro e de vitamina A também estão interligados por conta da função da vitamina A na hematopoiese: a deficiência de vitamina A provoca o decréscimo de incorporação de ferro pelas hemácias e diminui a mobilização de ferro dos estoques, sendo também responsável pela anemia por deficiência de ferro (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

- Vitamina D

As glândulas sebáceas sintetizam o esteroide 7-deidrocolesterol e o secretam na superfície da pele, podendo ser reabsorvido por suas várias camadas. Esse esteroide parece ser uniformemente distribuído pela epiderme⁵⁷ e pela derme⁵⁸. A série conjugada de duplas ligações no anel B do 7-deidrocolesterol permite a absorção de quanta de luz UVB de comprimentos de onda na faixa dos 280 – 310 nm. Como consequência da exposição à luz do sol, fótons de UVB penetram na epiderme e na derme e são absorvidos por 7-deidrocolesterol

⁵⁷ Epiderme é a camada mais superficial da pele (HALL, 2011).

⁵⁸ Derme é a camada da pele logo abaixo da epiderme (HALL, 2011) .

presentes na membrana plasmática de células da pele. Isto provoca, por sua vez, a abertura do anel B, formando o pré-colecalciferol, também chamado de vitamina D₃. As duplas ligações instáveis do pré-colecalciferol são rearranjadas depois de um período de 2 ou 3 dias, resultando na síntese de vitamina D₃, também chamada colecalciferol. O colecalciferol se difunde na pele via corrente sanguínea, transportado pela transcalferrina⁵⁹, que é sintetizada no fígado (BENDER, 2003; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

A vitamina D₃ (colecalciferol) da dieta é absorvida como uma micela, em associação com gordura e sais da bile, por difusão passiva pelas células intestinais. Aproximadamente 50% da vitamina D₃ da dieta é absorvida. Apesar da taxa de absorção ser maior na porção do duodeno, a maior quantidade de vitamina D absorvida é na porção distal do intestino delgado. Dentro das células intestinais, a vitamina D é incorporada primeiramente em quilomícrons, os quais entram no sistema linfático e, posteriormente, na corrente sanguínea. Os quilomícrons transportam aproximadamente 40% do colecalciferol no sangue, sendo que uma certa quantidade é transferida do quilomícron para a transcalferrina para ser levada a tecidos extra-hepáticos. Os quilomícrons remanescentes levam a vitamina ao fígado (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

O colecalciferol difundido vagarosamente da pele para o sangue é captado pela transcalferrina para ser transportado. Aproximadamente 60% do calciferol plasmático está ligado à transcalferrina. A vitamina D ligada à transcalferrina primeiramente é levada até o fígado, mas pode ser captada por outros tecidos, como músculo e tecido adiposo, antes de ser captada pelo tecido hepático (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

Ao contrário das outras vitaminas lipossolúveis, o estoque de vitamina D no fígado é muito pequeno ou quase não existe. Quantidades significativas podem estar presentes no tecido adiposo, mas não se pode considerar como um estoque porque é liberado na circulação quando o tecido adiposo é catabolizado, e não necessariamente quando a vitamina é requerida em algum processo metabólico. O principal estoque da vitamina D parece ser sob a forma de calcidiol, que tem uma meia-vida⁶⁰ da ordem de 3 semanas (BENDER, 2003).

⁵⁹ Também chamada de DBP, *D-binding protein* (proteína D-ligante) (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009)

⁶⁰ Meia-vida é o tempo que a quantidade de um composto leva para ser reduzida à metade (HALL, 2011).

- Vitamina E

Vitamina E é absorvida primeiramente no jejuno por difusão passiva. Sais da bile emulsificam, solubilizam e formam micelas permitindo que a vitamina seja difundida através da membrana do enterócito. A digestão e absorção de lipídios da dieta com vitamina E aumentam a absorção dessa vitamina. Nos enterócitos, o tocoferol absorvido é incorporado aos quilomícrons para transporte pelo sistema linfático à circulação sanguínea. Durante o transporte do tocoferol nos quilomícrons, o tocoferol é transferido entre as lipoproteínas de membrana, incluindo HDL e LDL⁶¹, os quais contém altas concentrações da vitamina. Os quilomícrons remanescentes levam a vitamina E ao fígado. A proteína de transferência de α -tocopherol (TTP), sintetizada pelo fígado, transfere o tocoferol para o LDL, que, por sua vez, é liberado na circulação sanguínea, possibilitando a distribuição da vitamina para os tecidos. Quando captada pelas células, já no citoplasma, assim como no núcleo, a vitamina E se liga a sítios específicos de proteínas de transporte. Na célula, é encontrada também na membrana plasmática, na membrana mitocondrial e membranas microssomais (BENDER, 2003; TRABER, 2012).

A ação antioxidante da vitamina E está intimamente relacionada ao elemento-traço selênio. A ação de ambos os nutrientes são complementares, tanto que as altas concentrações de um nutriente pode reduzir o efeito das baixas concentrações do outro. De forma similar, algumas funções da vitamina C podem complementar a vitamina E e também regenerá-la quando [a vitamina C] é oxidada. Alta ingestão de vitamina E pode interferir na absorção de β -caroteno e na conversão de retinol no intestino. Vitamina E também pode impedir a absorção de vitamina K por bloquear a regeneração da forma reduzida dessa vitamina (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

- Vitamina K

A vitamina K é absorvida na porção distal do intestino e transportada para o sistema linfático por um processo que requer a presença da bile e de suco pancreático e transporte ativo⁶². Consequentemente, condições que promovam a má absorção de gordura irão impedir a absorção da vitamina. A vitamina K₁ absorvida é incorporada nos quilomícrons e

⁶¹ LDL = Low-density lipoprotein (lipoproteína de baixa densidade) (HALL, 2011)

⁶² Transporte ativo é o transporte de moléculas dependente de energia na forma de ATP (adenosina trifosfato) (HALL, 2011)

transportada para o fígado, onde é retirada dos quilomícrons remanescentes. Diferentemente de outras vitaminas, não é conhecida nenhuma proteína transportadora para a vitamina K. No sangue, a vitamina K₁ é transportada principalmente por lipoproteínas ricas em triacilgliceróis (LDL e HDL). A captação de vitamina K₁ pelos tecidos, incluindo os ossos, pode ser feita através da depuração de quilomícrons remanescentes. Com relação à vitamina K₂, menaquinona, é absorvida por transporte ativo no cólon. Evidências indicam que pode ser absorvida pelos osteoblastos através de receptores de LDL. Ambas podem ser estocadas no fígado (BATES, 2005c).

Vitaminas A e E antagonizam com a vitamina K: o excesso de vitamina A interfere na absorção de vitamina K e a vitamina E inibe a absorção, função e metabolismo de vitamina K (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

- Vitamina C

Vitamina C é prontamente absorvida no intestino delgado por um mecanismo dependente de energia (transporte ativo), sendo que 70 a 90% da média diária de vitamina C é absorvida. No plasma, é transportada livre, isto é, sem que esteja ligada a uma proteína. Aproximadamente 99,5% da vitamina no meio extracelular está na forma de ácido ascórbico e somente 0,5% como deidro-ácido ascórbico. A concentração de vitamina C intracelular é mantida por mecanismo dependente de energia (SKEAFF, 2002).

As maiores concentrações de vitamina C no corpo são encontradas nas glândulas pituitária e adrenal, córnea, leucócitos, glândulas linfáticas, cérebro e outros órgãos internos. Os menores níveis são encontrados no plasma e na saliva (SKEAFF, 2002).

Vitamina C aumenta os níveis de absorção de ferro não-heme⁶³ quando são consumidos juntos, numa mesma refeição. Isto é possível pois a vitamina C auxilia na conversão do estado férrico (Fe³⁺) para o estado mais solúvel (Fe²⁺) e ligando-se ao Fe³⁺ para formar complexos mais solúveis. Este efeito é potencializado quando se ingere 100 mg de vitamina C por refeição. Quando os estoques de ferro estão baixos, este efeito da vitamina C que potencializa a absorção do ferro não-heme é substancialmente maior do que quando os estoques de ferro são altos. Por conta disso, é comum recomendar aos vegetarianos, muitos dos quais têm estoques de ferro menores do que a média, que os alimentos que contenham

⁶³ Para a definição de ferro heme e ferro não-heme, veja o item “Ferro” em “Minerais”.

vitamina C sejam consumidos nas refeições. No estômago, vitamina C pode inibir a conversão de nitratos, comumente encontrados em alimentos curados e em pickles, em compostos carcinogênicos conhecidos como nitrosaminas. A incidência de câncer de estômago induzido por nitrosamina, portanto, pode ser reduzida pelo consumo da vitamina. Epidemiologicamente, foi encontrada uma associação entre baixa ingestão de vitamina C, principalmente a partir de frutas e vegetais, e altos índices de câncer no estômago. Alta ingestão de vitamina C parece estar associada com diminuição da absorção de íons cobre (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; SKEAFF, 2002).

- Complexo B

- *Vitamina B₁ (Tiamina)*

Tiamina é prontamente absorvida por transporte ativo, em baixas concentrações, e por difusão passiva, quando em altas concentrações, na porção proximal do intestino delgado, na maioria das vezes, na forma de TPP (tiamina trifosfato). Tiamina como TMP (tiamina monofosfato) circula no sangue ligada à albumina. Quando a capacidade de ligação da albumina é excedida, o excesso de tiamina é excretado na urina. Nos eritrócitos, é encontrada na forma de TDP (tiamina difosfato), e no cérebro, na forma de TTP (BERDANIER; ZEMPLI, 2009; THURNHAM, 2005).

O corpo humano contém aproximadamente 30 mg de tiamina, com pequenas concentrações estocadas no fígado, coração, rins, cérebro e, em maior quantidade, nos músculos esqueléticos (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

- *Vitamina B₂ (Riboflavina)*

A absorção de riboflavina é realizada por um sistema de carreadores principalmente na porção proximal do intestino (jejuno), a qual é saturada a 25mg, e é dependente de energia e de sódio. A vitamina é transportada como riboflavina livre e como FMN ligada à albumina plasmática. A riboflavina é excretada principalmente na urina, o que tende a refletir a ingestão diária da vitamina (BERDANIER; ZEMPLI, 2009; TRUSWELL; MILNE, 2002).

Derivados de fenotiazinas (uma classe de anti-histamínicos e anti-psicóticos), como a clopromazina, e antidepressivos tricíclicos têm estrutura similar à riboflavina e podem interferir no metabolismo de vitamina B₂ (TRUSWELL; MILNE, 2002).

- *Vitamina B₃ (Niacina)*

Niacina, ao contrário da tiamina e da riboflavina, não é absorvida por processos ativos. Ácido nicotínico e a nicotinamida são hidrossolúveis e muito bem absorvidos por difusão simples e facilitada, a partir do estômago e do intestino delgado, e transportados em solução pelo plasma sanguíneo. Metade da niacina presente no corpo é proveniente da dieta. A outra metade é sintetizada no fígado a partir do triptofano (BERDANIER; ZEMPLI, 2009).

- *Vitamina B₅ (Ácido Pantotênico)*

O ácido pantotênico é transportado principalmente na forma de acetil-CoA pelas hemácias e é levado para dentro das células por proteínas carreadoras específicas presentes na membrana plasmática. As maiores concentrações da vitamina são encontradas no fígado, nas adrenais, nos rins, no cérebro, no coração e nos testículos, sendo, na sua maior parte, em forma de acetil-CoA. Todos os tecidos são capazes de sintetizar CoA a partir de ácido pantotênico. As formas metabolicamente ativas podem ser degradadas a ácido pantotênico livre, a qual é a principal forma de excreção na urina (TRUSWELL; MILNE, 2002).

- *Vitamina B₆ (Piridoxina)*

As formas fosforiladas de vitamina B₆, para serem absorvidas por difusão passiva, precisam ser desfosforiladas por uma fosfatase presente no intestino delgado. As diferentes formas da vitamina são rapidamente convertidas em piridoxal nas células intestinais, que é transportado na circulação ligado à albumina e à hemoglobina e, depois de difundido para o interior das células, o piridoxal é refosforilado, principalmente no fígado, mantendo-se nesta forma no citoplasma das células. Piridoxal-fosfato não atravessa a membrana plasmática – o efluxo na maioria dos tecidos é na forma de piridoxal. Para o efluxo de piridoxal das células do fígado para outros tecidos, o piridoxal-fosfato é hidrolisado à piridoxal e ligado à albumina e à hemoglobina nas hemácias. Aproximadamente 90% da vitamina B₆ presente no corpo está nos tecidos, principalmente no fígado, baço e músculos, onde está ligada a proteínas que impedem sua hidrólise (BENDER, 2003, 2005; TRUSWELL; MILNE, 2002)

- *Vitamina B₇ ou Vitamina H (Biotina)*

Biotina é encontrada na forma livre e ligada à enzima. Tanto biotina ingerida, quanto aquela sintetizada pelas bactérias presentes no cólon, estão prontas para serem absorvidas. A forma ligada à enzima pode ser digerida, contanto que se produza biocitina, uma combinação entre lisina e biotina. Biocitina é hidrolisada em suas partes e a biotina resultante

é disponibilizada para absorção. Biotina livre é absorvida primeiramente no jejuno, seguido pelo íleo, por transporte passivo dependente de um transportador e de sódio, o mesmo transportador para o ácido pantotênico. A maior parte da biotina circula na corrente sanguínea ligada à proteína biotinidase que, além de atuar como transportadora de biotina, também atua na hidrolisação de biotina e na transferência da biotina a partir da biocitina para as histonas e outras proteínas. Algumas biotinas também podem se ligar à albumina e à α - e β -globulinas. Apesar da síntese de biotina pela flora intestinal, esta não é suficiente para as necessidades diárias, necessitando complementação pela dieta (BENDER, 2003; BERDANIER; ZEMPLIENI, 2009; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

A absorção de biotina pode ser prejudicada tanto pela presença de avidina, presente na clara de ovo, quanto pela ingestão de álcool (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

▪ *Vitamina B₉ (Folato ou Ácido Fólico)*

A maior parte do folato encontrado na dieta consiste de poliglutamatos que, para serem absorvidos, devem ser hidrolisados à pteroilmonoglutamato. A hidrólise ocorre primeiramente na porção proximal do jejuno com o envolvimento da enzima folato hidrolase (ou glutamato carboxipeptidase II) e de outras presentes no suco gástrico e no suco pancreático. O transporte de pteroilmonoglutamato através do intestino é mediado por carreadores, pH-dependente e dependente de zinco. Proteínas ligantes de folato também participam da absorção nas células presentes nas microvilosidades do intestino delgado. Depois de absorvido, pteroilmonoglutamato é captado pelas células mediado por proteínas ligantes de folato. Uma porção também pode ser captada por difusão passiva (BAILEY; CAUDILL, 2012; BERDANIER; ZEMPLIENI, 2009; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

Algumas drogas podem inibir a absorção de folato, como sulfinpirazona (usada no tratamento de ácido úrico e gota), fenilbutazona (anti-inflamatório, antipirético e analgésico usado no tratamento de reumatismos), sulfasalazina (usada no tratamento de artrite reumatoide, colite e doença de Crohn), furosemida (antidiurético usado como anti-hipertensivo). Alto consumo de álcool também impede a absorção de folato (BERDANIER; ZEMPLIENI, 2009; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

- *Vitamina B₁₂ (Cobalamina)*

Vitamina B₁₂ é absorvida por um sistema eficaz de transporte ativo envolvendo um ‘fator intrínseco’ (IF), uma glicoproteína secretada pelas células parietais gástricas no intestino e no estômago que, por sua vez, também secretam ácido clorídrico, cuja secreção é estimulada pelo nervo vago, histamina, gastrina e insulina. O complexo IF-B₁₂ se liga a um receptor específico na mucosa das microvilosidades intestinais da porção terminal do íleo para facilitar a absorção. Quando em altas concentrações, a vitamina B₁₂ pode ser absorvida por difusão passiva (de 1 a 3% do total ingerido). No estômago, a vitamina B₁₂ se liga à cobalofilina, uma proteína de ligação secretada na saliva. No duodeno, a cobalofilina é hidrolisada, liberando a vitamina B₁₂ para se ligar ao fator intrínseco (IF). IF se liga à vitamina B₁₂, o qual sofre uma transformação conformacional que resulta na dimerização e grande aumento da resistência à proteólise. Vitamina B₁₂ é, então, absorvida na terceira porção distal do íleo por receptores mediadores de endocitose na presença de cálcio e pH neutro. Há sítios de ligação para IF-B₁₂ nas microvilosidades do intestino – é a quantidade desses sítios de ligação que determinam a quantidade de vitamina B₁₂ que pode ser absorvida. No interior das células da mucosa do íleo, a vitamina é liberada do IF por proteólise lisossomal e se liga à proteína ligante de B₁₂ transcobalamina II, que é sintetizada pelos enterócitos e exportada em vesículas produzidas pelos próprios enterócitos. Vitamina B₁₂ entra na circulação ligada à transcobalamina I, II ou III e todas as células têm, em sua superfície, receptores para as moléculas. O estoque de cobalamina, da ordem de 1 a 5 mg, é encontrada no fígado, rins, coração, baço e cérebro e pode durar mais de cinco anos (são requeridos somente 2µg por dia e do total secretado, 65 – 75% é reabsorvido). Pessoas com insuficiência pancreática não absorvem vitamina B₁₂ (BENDER, 2003; BERDANIER; ZEMPLINI, 2009; STABLER, 2012; TRUSWELL; MILNE, 2002).

- *Colina*

Colina, na alimentação, é encontrada, em sua maioria, na forma de fosfolipídios, fosfocolina, glicerofosfocolina e colina e, após a ingestão e subsequente digestão por enzimas do suco pancreático, entram na circulação e são captadas pelo fígado, onde são rapidamente acumuladas. A maioria é fosforilada e utilizada para montagem de membranas e lipoproteínas. Entram, na circulação via sistema linfático em quilomícrons e alcançam outros órgãos. Colina entra nos tecidos por difusão e mediada por transportador. No cérebro, um

transportador específico libera a colina através da circulação hematoencefálica. Receptores colinérgicos têm transportadores de colina de alta afinidade que auxiliam no acúmulo de colina (ZEISEL; CARBIN, 2012).

- Minerais

- *Cálcio*

Cálcio está presente na alimentação como um sal insolúvel, sendo necessário ser liberado dos sais antes da absorção. A absorção de cálcio é realizada mediante dois principais processos de transporte, que ocorrem ao longo do intestino delgado. Um deles acontece principalmente no duodeno e na porção proximal do jejuno, requer energia e envolve a proteína ligante de cálcio (CPB), também chamada de calbidina, que é estimulada por calcitriol, um tipo de colecalciferol (vitamina D). Esse transporte é estimulado em dietas com baixo teor de cálcio, o que leva à diminuição de cálcio no plasma e aumenta a secreção de hormônio da paratireoide (PTH), e também em situações que exijam um aporte maior de cálcio, como na gravidez, lactação e crescimento. Após a absorção, cálcio é transportado através do citoplasma das células intestinais ligado à calbidina, minimizando o aumento intracelular de cálcio livre, evitando, dessa forma, a ativação de vários processos. A saída do cálcio do enterócito para o fluido extracelular requer Ca^{2+} - Mg^{2+} -ATPase, enzima que hidrolisa ATP e libera energia para o bombeamento de cálcio para fora da célula e entrada de magnésio. A bomba de Ca^{2+} - Mg^{2+} é dependente de energia e é estimulada por vitamina D. O segundo processo de absorção de cálcio é passivo (não necessita carreadores e nem energia) e ocorre pelo intestino delgado, mais precisamente entre jejuno e íleo. Esta absorção é chamada de absorção paracelular, pois ocorre entre as células, ao invés de ocorrer através delas. Esse processo permite a difusão do cálcio através das junções entre as células (as *tight junctions*) das células do epitélio intestinal. Esse tipo de absorção ocorre quando há altas concentrações de cálcio entre lúmen e o interior das células do intestino delgado. Ao aumentar a concentração intracelular de íons cálcio, várias reações “abrem” as junções entre as células para facilitar a absorção entre as células, equilibrando as concentrações de cálcio. Frutose, insulina e outros sacarídeos não digeríveis aumentam a absorção de cálcio pela via paracelular (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

O íon cálcio atua como um importante regulador metabólico. Dentre as reações ou sequências de reações que são estimuladas por cálcio, estão (WEAVER, 2012):

- oxidação de ácidos graxos;
- transporte de aminoácidos para os hepatócitos;
- ciclo do ácido cítrico;
- piruvato desidrogenase;
- transportador ATP-Mg/Pi (transportador mitocondrial);
- liberação estimulada por glicose;
- fosfodiesterase;
- estimulação de nervos olfatórios;
- conversão de tripsinogênio em tripsina;
- ativação da α -amilase pancreática;
- fosfolipase A₂ pancreática;
- hidrólise de troponina à tropomiosina no músculo;
- fosfolipase C;
- coagulação sanguínea.

Algumas substâncias influenciam a absorção de cálcio. Vitamina D, açúcares e proteínas aumentam a absorção de cálcio. Por outro lado, fibras, fitatos, oxalatos, excesso de zinco e magnésio e ácidos graxos não absorvidos inibem a absorção do íon. Sódio, proteínas e cafeína aumentam a excreção de íon cálcio. Cálcio pode afetar a absorção de outros nutrientes, quando em excesso, como a absorção de ferro e de ácidos graxos (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

▪ *Fósforo*

Fósforo, nos alimentos, é encontrado, em sua maior parte, combinado na forma orgânica. Entretanto, ao contrário de muitos nutrientes, é absorvido em sua forma inorgânica. As pontes orgânicas nas formas combinadas de fósforo são hidrolisadas enzimaticamente no lúmen do intestino delgado e liberadas como fosfato inorgânico; fosfolipase-C, uma enzima dependente de zinco, hidrolisa as pontes de glicerol-fosfato em fosfolipídios; a fosfatase alcalina, outra enzima dependente de zinco cuja atividade é estimulada por calcitriol, atua na membrana das microvilosidades dos enterócitos para liberar o fósforo das formas combinadas, com exceção de algumas, como a de fósforo ligado a fitatos. Aproximadamente 50% a 70% do fósforo adquirido pela dieta é absorvido principalmente no duodeno e no jejuno, ocorrendo por meio de dois processos: (i) por um sistema de transporte ativo mediado

por transportadores dependente de sódio e incrementado por calcitriol; e (ii) por um processo de difusão facilitada dependente de concentração. Rapidamente, o fósforo absorvido pelo intestino aparece na corrente sanguínea (aproximadamente 1h após a ingestão), tanto na forma orgânica quanto inorgânica (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

Um número de fatores influenciam a absorção de fósforo. Vitamina D, na forma de calcitriol, estimula a absorção de fósforo no duodeno e no jejuno. Algumas substâncias inibem a absorção de fósforo, sendo, a principal, os fitatos presentes nos grãos e nos legumes, pois o ser humano não produz fitase, enzima necessária para liberar o fósforo do composto com fitato. Leveduras em pães têm fitases que podem hidrolisar fitatos para disponibilizar algum fósforo para absorção. Além disso, bactérias do trato gastrointestinal podem liberar o fósforo de fitatos contanto que não esteja complexado também com cálcio, zinco ou ferro (quando consumido com cálcio ou zinco, o fitato forma um complexo cátion-fitato que impede a absorção desses nutrientes). Alguns minerais, como magnésio, alumínio e cálcio, podem impedir a absorção de fósforo. Fósforo e magnésio formam fosfato de magnésio no trato gastrointestinal, composto que impede a absorção de ambos os nutrientes. Hidróxido de alumínio pode reduzir a absorção de fósforo entre 35% e 70%. Alumínio (na forma de hidróxido de alumínio), magnésio (na forma de hidróxido de magnésio) e cálcio (na forma de carbonato de cálcio) são os compostos mais comuns presentes nos antiácidos (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

▪ *Magnésio*

Magnésio é absorvido através do intestino delgado, principalmente na porção distal do jejuno e no íleo. São conhecidos dois sistemas de transporte para a absorção do magnésio no intestino delgado: (i) um transporte ativo mediado por carregador, que é acionado prioritariamente em baixa ingestão de magnésio, nas microvilosidades das células intestinais; e (ii) difusão simples, cuja atuação é maior em alta ingestão de magnésio. Entretanto, parte do magnésio também pode ser absorvido através do cólon, especialmente se alguma enfermidade interferir na absorção de magnésio no intestino delgado. Entre 30 e 70% do que é consumido por meio dos alimentos é absorvido. Quando o alimento é suplementado com magnésio, a porcentagem de absorção cai. No plasma, a maioria do magnésio é encontrado livre, 33%, ligado a proteínas e 13%, complexado com citrato, fosfato, sulfato e outros íons. Dos 33% de magnésio ligados a proteínas, aproximadamente 30% está ligado à albumina e o

restante a globulinas. Os rins são os principais órgãos responsáveis pela homeostase de magnésio, filtrando o magnésio via transporte ativo na alça de Henle e via transporte passivo no túbulo contorcido proximal. (BERDANIER; ZEMPLIEN, 2009; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; VOLPE, 2012).

Magnésio interage com muitos outros nutrientes, especialmente com cálcio. Magnésio é necessário para a secreção de PTH (hormônio da paratireoide ou paratormônio), hormônio importante na homeostase de cálcio. Altas concentrações de magnésio parecem inibir a secreção de PTH e também atuam no efeito do PTH nos ossos, rins e trato gastrointestinal. A hidroxilação de vitamina D no fígado requer magnésio. Cálcio e magnésio competem pela reabsorção pelo fígado. Magnésio pode simular o cálcio na ligação com sítios de ligação de cálcio. Isto pode causar alteração na distribuição de cálcio pela mudança do fluxo deste último através da membrana celular ou por deslocamento do cálcio dos sítios de ligação. Desse modo, ocorre a inibição de íons cálcio do retículo sarcoplasmático em resposta ao aumento do influxo a partir do meio extracelular. Quando isto acontece, a bomba de Ca^{2+} -ATPase pode ser ativada para diminuir a concentração de cálcio no meio intracelular. Nos músculos, magnésio pode competir com cálcio pelos sítios não-específicos de ligação de troponina C e miosina. Magnésio, ao contrário do cálcio, inibe o processo de coagulação sanguínea (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

Dentre as substâncias que podem aumentar a absorção de magnésio estão vitamina D, carboidratos (especialmente lactose e frutose). Com relação àquelas que inibem a absorção do cátion, estão fitatos, fibras, excesso de ácidos graxos não absorvidos (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

▪ *Potássio*

Aproximadamente, 85% do total de potássio ingerido é absorvido. O potássio é absorvido através das mucosas do intestino delgado e, dependendo da concentração, pode ser absorvido por difusão passiva ou pela bomba K^+/H^+ -ATPase. Essa bomba troca H^+ intracelular por K^+ do lúmen [do intestino]. Potássio também pode ser absorvido pelas células apicais das microvilosidades através de canais de membrana, que também servem como vias de secreção. Para chegar à circulação, o potássio acumulado nas células intestinais se difunde através da membrana basolateral por canais de potássio. A captação do potássio por células não intestinais ocorre por transporte ativo. As concentrações de potássio intracelular também

são mantidas por bombas de Na^+/K^+ -ATPase, as quais são estimuladas por hormônios, especialmente pela insulina e algumas catecolaminas. Potássio, entretanto, também influencia na hipocalcemia, reduzindo a secreção de insulina. Influencia também na contração de musculatura lisa, esquelética e cardíaca e afeta profundamente a excitabilidade de tecidos nervosos e na manutenção do balanço eletrolítico e do pH. Entre 77 a 90% do potássio é excretado através da urina e o remanescente é excretado nas fezes, com uma porção muito pequena sendo excretada através do suor. Uma concentração elevada de potássio no sangue estimula o córtex da adrenal a liberar aldosterona (hormônio que atua na homeostase de sódio e potássio e na regulação da pressão arterial), o que, por sua vez, aumenta a secreção de potássio nos dutos coletores corticais nos rins (APPEL, 2005).

Uma dieta rica em potássio proveniente de frutas e vegetais, alimentos nos quais o potássio encontra-se conjugado ao ânion bicarbonato, afeta favoravelmente o equilíbrio ácido-base. O bicarbonato, numa função de tamponamento, neutraliza os ácidos não-carbônicos gerados pelo consumo de carnes e alimentos altamente proteicos, evitando, dessa forma, a liberação de cálcio pela desmineralização dos ossos e consequente aumento da excreção de cálcio através da urina, quadro este denominado acidose metabólica de baixo grau. Em alimentos processados e suplementos, nos quais potássio está conjugado ao ânion cloreto, o potássio não atua como tampão. Algumas drogas que prejudicam a excreção de potássio são inibidores de enzimas conversoras de angiotensina, bloqueadores de angiotensina e algumas classes de diuréticos. Diabetes, insuficiência renal crônica, doenças renais e insuficiência adrenal também prejudicam a excreção de potássio (APPEL, 2005).

▪ *Sódio*

Aproximadamente 95% a 100% do sódio ingerido é absorvido, com o 5% restante excretado nas fezes. Três caminhos básicos operam para a absorção do sódio através das membranas das microvilosidades da mucosa intestinal. Uma das vias é o sistema de cotransporte $\text{Na}^+/\text{glicose}$, que funciona por todo o intestino delgado. Outra via é o sistema eletroneutro de cotransporte Na^+ e Cl^- que ocorre por todo intestino delgado e na porção proximal do cólon. Uma terceira é um mecanismo eletrogênico de absorção de sódio. Sódio e glicose se ligam ao carregador, que os lançam da superfície externa da membrana celular para a superfície interna. Os dois são liberados antes do carregador retornar à superfície externa. O sódio absorvido é bombeado para fora através da membrana basolateral pela bomba de

Na^+/K^+ -ATPase, enquanto glicose se difunde através da membrana por transporte facilitado. O gradiente de sódio criado pela bomba de Na^+/K^+ -ATPase fornece energia necessária para manter a direção de absorção do íon. O cotransporte de sódio por esse mecanismo também pode ocorrer com outros solutos além da glicose, incluindo aminoácidos, di- e tripeptídeos e vitaminas do complexo B. Uma vez absorvido, sódio é transportado livremente pelo sangue. A manutenção da concentração do sódio, bem como de potássio e cloro, são mantidas por diversos hormônios, incluindo ADH, aldosterona, hormônio atrial natriurético, renina e angiotensina II (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

A captação de sódio da dieta afeta a excreção de cálcio. Diuréticos que promovem a excreção de sódio podem causar uma perda não intencional de potássio e magnésio. Da mesma forma, quando a excreção de sódio renal aumenta em resposta à ingestão excessiva de sal, perdas não desejadas de cálcio ocorrem e, em mulheres na menopausa, ocorre a perda a partir dos ossos (MICHELL, 2005).

- *Cloro*

Cloro é quase que totalmente absorvido no intestino delgado e, apesar de muito similar ao do sódio quanto ao estabelecimento e manutenção da neutralidade eletrolítica, os mecanismos de absorção são diferentes. Cloro é absorvido passivamente via paracelular (*thight junction*). O sódio absorvido cria um gradiente elétrico que fornece energia para a difusão do cloro para dentro da célula. O sódio absorvido por mecanismos de absorção eletrogênica é acompanhado por cloro, que segue o sódio absorvido passivamente para manter a neutralidade elétrica. No estômago, cloro é o único íon secretado ativamente pelo epitélio. As células absorvem cloro da circulação através da membrana basolateral via cotransporte $\text{Na}^+/\text{K}^+/\text{Cl}^-$. Um gradiente apropriado é formado pela bomba Na^+/K^+ -ATPase, que mantém as concentrações de sódio intracelular baixas. Canais de potássio na membrana basolateral permitem que o potássio seja reciclado fora da célula. Cloro acumulado na célula sai através da membrana das microvilosidades para o lúmen via canais de cloro (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

- *Cobre*

O cobre ingerido na dieta é absorvido no intestino delgado por difusão através da camada de muco que cobre todo o intestino via DMT1 (transportador de metal divalente 1), liberado na corrente sanguínea e transportado, ligado à albumina ou à histidina, aos

diferentes tecidos que requerem cobre ou aos tecidos de estoque, sendo o principal deles o fígado, seguido dos músculos e dos ossos. Aproximadamente 15% do total de cobre absorvido é transportado aos tecidos, enquanto que os outros 85% são excretados ou secretados. Do total do pool de cobre, 98% é secretado na bile e os outros 2%, eliminados na urina. O fígado é o principal órgão responsável pela regulação de cobre. A quantidade de cobre secretado no sistema biliar é diretamente proporcional ao estoque de cobre. Em resposta a um aumento nas concentrações de cobre, a secreção biliar de cobre aumenta. Como não há recirculação de cobre, o que é secretado pela bile é excretado nas fezes. Pouca quantidade do íon é excretado na urina ou pela pele (SAMMAN, 2002; XU *et al.*, 2005).

Dos nutrientes que interagem com cobre, como ferro e zinco, tanto separados como juntos em suplementos, inibem a absorção de cobre. Fórmulas infantis a partir de leite de vaca com suplementação com cobre, ao serem aquecidas, produzem compostos que inibem a absorção do íon. Um dos maiores dilemas é preparar uma fórmula infantil que satisfaça as necessidades diárias de ferro, zinco e cobre, sem que haja interferência na absorção de qualquer um deles. Outros nutrientes, como derivados de soja, diminuem a retenção de cobre nos tecidos (XU *et al.*, 2005).

▪ Cromo

Em soluções ácidas, como a encontrada no estômago, cromo é solúvel e pode formar complexos com ligantes. Cromo é absorvido no intestino delgado, principalmente no jejuno, por difusão ou por transporte mediado por carregador. Aproximadamente 0,4% a 2,5% do cromo ingerido na dieta é absorvido pelas células intestinais para uso pelo corpo. No sangue, Cr^{3+} se liga competitivamente com a transferrina e é transportado junto com ferro ligado à transferrina. Se os sítios de transferrina estiverem indisponíveis para o cromo, a albumina transporta o cromo. Globulinas, e possivelmente lipoproteínas, também podem transportar Cr^{3+} quando o mineral estiver em altíssimas concentrações. Um pouco de cromo também pode circular livre na corrente sanguínea. O corpo de um adulto de 70 kg tem de 4 a 6 mg de cromo. Os principais tecidos com alta concentração de cromo são rins, fígado, músculo, baço, coração, pâncreas e ossos. A concentração de cromo nos tecidos tende a decair com o avanço da idade. Cromo é estocado em tecidos com a forma férrica do ferro por ser transportado com a transferrina (ANDERSON, R. A., 2005; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

A absorção de cromo é aumentada na presença de aminoácidos como fenilalanina, metionina e histidina, pois agem como ligantes, melhorando a absorção de cromo. Picolinato, um composto lipofílico, atua como um ligante para cromo, aumentando a absorção através da membrana bilipídica das células. Vitamina C também promove o aumento de absorção de cromo. Ambientes neutros ou alcalinos inibem a absorção de cromo, reagindo com hidroxilas (OH^-), polimerizando a uma forma com alto peso molecular, precipitando-o, processo este chamado de olação, reduzindo a absorção do mineral. Fitatos, encontrados em sua maioria em grãos e legumes, também diminuem a absorção de cromo. Como o cromo é transportado no sangue ligado à transferrina (a principal proteína ligante de ferro), quando em grandes quantidades, cromo pode deslocar o ferro da transferrina, diminuindo a absorção de ferro (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

▪ *Ferro*

A absorção tanto de ferro heme como de ferro-não heme é realizada em proporção inversa aos estoques de ferro. O ferro heme é absorvido mais eficientemente do que o ferro não-heme, que pode variar de 0,1% a 35% para ferro não-heme e de 20% a 50% para ferro heme, dependendo do status de ferro no organismo. Quando os estoques de ferro são altos, a absorção de ferro não-heme é minimizada ao máximo. Entretanto, quando os estoques estão baixos, a absorção de ferro heme e não-heme se aproximam em questão de eficiência. Em verdade, há mais ferro não-heme do que ferro heme nos alimentos, por esse motivo a forma não-heme é responsável pelo controle fisiológico da absorção de ferro em relação às necessidades do mineral. O ferro heme deve ser hidrolisado da porção globina da hemoglobina ou da mioglobina antes da absorção. Secreções gástricas, entre elas o ácido clorídrico e proteases do estômago e do intestino delgado, atuam na liberação do ferro não-heme dos itens alimentares. Uma vez que o ferro passa do estômago para o intestino delgado, Fe^{3+} se mistura aos sucos alcalinos secretados pelo intestino e pelo pâncreas, finalizando com a liberação do heme da globina. A digestão proteolítica da globina no lúmen do intestino delgado produz peptídios que aumentam a absorção da porção heme, evitando sua polimerização. A porção heme é absorvida como uma estrutura intacta pela proteína de membrana carregadora de grupo heme (hcp 1) e transformada em protoporfirina pela heme oxigenase. O Fe^{2+} é captado ao interior dos enterócitos via proteína de membrana transportadora de metal divalente (DMT-1) presente na vilosidades dos enterócitos. Já o ferro

não-heme é reduzido pela Dcytb redutase e transportado para dentro dos enterócitos via DMT-1 ou é separado de seu ligante (mucina, por exemplo) e reduzido a Fe^{2+} por redutases ou reduzido e transportado pela integrina para o interior do enterócito. Vitamina C é requerida nesse processo de redução. Uma vez dentro dos enterócitos, ferro é incorporado a vários ligantes, incluindo mobilferrina, na qual o ferro está no estado férrico (Fe^{2+}). Para ser transportado para fora dos enterócitos, o ferro deve ser oxidado à forma férrica para se ligar à ferroportina, o que é feito pela hefastina, proteína que contém íons de cobre no estado divalente. A hefastina é reduzida pelo ferro resultando na formação de íons cuprosos na hefastina e na forma férrica na apotransferrina que, após ativada, passa à transferrina para, então, ser transportada a outros tecidos pela circulação sanguínea. Transferrina é a principal proteína transportadora de ferro e é reconhecida pelas células que possuem receptores de transferrina na periferia (fig. 19). A transferrina se liga e transporta não somente o ferro recentemente absorvido pela dieta mas também aqueles liberados de processos de degradação de compostos no corpo, a maioria deles vindos da destruição de hemoglobina e da liberação dos estoques. A transferrina transporta o ferro até os locais de estoque: medula óssea, baço e, principalmente, fígado - aproximadamente 60% do ferro no corpo está neste órgão. Ferritina é a principal forma de estoque de ferro e é sintetizada por uma variedade de tecidos como, fígado, baço, medula óssea e intestino e consiste da apoferritina na qual os átomos de ferro foram depositados. Como a ferritina não é um composto estável, é constantemente degradado e re-sintetizado, proporcionando um pool de ferro intracelular disponível. A liberação de ferro dos estoques requer a mobilização de Fe^{3+} e o uso de substâncias redutivas tais como riboflavina, niacina ou vitamina C. Para o ferro ser absorvido pelos tecidos, a molécula de transferrina se liga ao receptor de transferrina, formando um complexo que é internalizado por endocitose e forma uma vesícula (endossomo) no citosol da célula. Logo depois, processos dependentes de ATP bombeiam prótons para o endossomo, reduzindo o pH para 5.5. Em pH ácido, o átomo de ferro é liberado da transferrina, que se torna apotransferrina e retorna à superfície da célula e ao plasma. O número de receptores de transferrina é regulado pela concentração intracelular de ferro: altas concentrações de ferro diminui a quantidade de receptores, enquanto que baixas concentrações aumentam a quantidade de receptores de transferrina (BERDANIER; ZEMPLI, 2009; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; HUNT, 2005).

A disponibilidade de ferro alimentar depende da fonte. Proteínas de soja, por exemplo, contém inibidor de captação de ferro. Taninos (presentes em chá preto e café), ácido oxálico (presentes no espinafre, frutas vermelhas, chocolate, acelga), fitatos e polifosfatos (milho, grãos integrais, legumes), algumas fibras (exceto celulose), cálcio, sais de fosfato de cálcio, zinco, manganês e níquel e dietas com pouca proteína também afetam a absorção de ferro, ao contrário do ácido ascórbico (vitamina C), frutose, ácido cítrico, dietas altamente proteicas, lisina, histidina, cistina, metionina e quelantes naturais (grupos heme) aumentam a absorção de ferro. Zinco e manganês reduzem a captação de ferro pelo intestino em aproximadamente 30 – 50% e 10 – 40%, respectivamente. O excesso de ferro reduz a captação de zinco de 13 – 22%. Ácido esteárico, um dos principais ácidos graxos presente nas carnes, também aumenta a captação de ferro pelo intestino delgado (BERDANIER; ZEMPLI, 2009; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

Figura 19: Metabolismo de ferro.

Fonte: Gropper, Smith and Groff (2009).

No esquema acima é mostrado, de forma resumida, a digestão, a absorção e o transporte de ferro. Em (1), o grupo heme é liberado da hemoglobina e da mioglobina e transportado para dentro do enterócito pelo carregador de proteína heme (hcp-1). Na célula, Fe²⁺ é liberado do grupo heme pela heme oxigenase. Em (2), o Fe²⁺ liberado dos componentes alimentares é transportado para dentro das células pelo transportador de metal divalente (DMT-1). Em (3), o Fe³⁺ é liberado dos componentes alimentares se ligando a ligantes, como a mucina, para manter a solubilidade. Ele é reduzido a Fe²⁺ por redutases ou reduzido e transportado pela integrina ao interior das células intestinais. Em (4), já no enterócito, ferro é ligado a vários ligantes, incluindo a mobilferrina e a aminoácidos para transporte à membrana basolateral (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

- *Iodo*

O iodo da dieta se encontra ligado a aminoácidos ou livre, principalmente na forma de iodato (IO_3^-) ou iodeto (I^-). Durante a digestão, o iodo é liberado de seu composto orgânico e é rápida e completamente absorvido no estômago e no duodeno, entra na circulação e é captado ativamente pela tireoide. O iodo circulante entra nos capilares presentes na tireoide e é rapidamente transportado às células foliculares e ao lúmen do folículo por transporte ativo dependente de sódio, fazendo com que o iodo se mova contra o gradiente eletroquímico. Além desse mecanismo, células foliculares também sintetizam uma glicoproteína, a tiroglobulina, a partir de carboidratos e aminoácidos, incluindo tirosina, obtidos da circulação sanguínea. A tiroglobulina entra no lúmen do folículo, onde se torna disponível para a produção de hormônio. O iodeto é convertido em sua forma ativa (iodeto, I_2) na tireoide e se liga a resíduos de tirosina para a formação dos hormônios T_3 e T_4 . A liberação desses hormônios na circulação se dá com a reabsorção de iodotiroglobulina pelas células da tireoide. Uma vez dentro da célula da tireoide, a iodotiroglobulina é hidrolisada por proteases presentes nos lisossomos e T_3 e T_4 são liberados na corrente sanguínea. No sangue, T_3 e T_4 se associam a proteínas de transporte e são distribuídos às células alvo nos tecidos periféricos. Três proteínas de transporte se ligam a T_3 e T_4 : globulina ligante de tiroxina (TBG), encontrada no plasma sanguíneo, de menor capacidade, mas de maior afinidade ao T_3 e T_4 , albumina e transtirenina (TTR), também chamada de prealbumina. Somente uma pequena fração de T_3 e T_4 pode ser encontrada livre no sangue (menos de 0,1%) (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; HOUSTON, 2005; THOMSON, 2002; ZIMMERMANN, 2012).

Substâncias que interferem no metabolismo de iodo inibindo a produção de hormônios da tireoide são chamadas de bociogênicas. Alimentos que possuem substâncias bociogênicas são repolho, couve, couve-flor, brócolis, couve de Bruxelas, folhas de mostarda, feijão-de-lima, nabo, mas a quantidade em que são consumidas não é suficiente para que tenham ação bociogênica. Único alimento identificado, até então, com efeito bociogênico quando ingerido em poucas quantidades, é a mandioca ou mandioca-brava, pois possui altas quantidades de linamarina, um tioglicosídeo que, quando hidrolisado, libera cianeto. O cianeto, por sua vez, é metabolizado a tiocianato, o que impede a captação de iodo pela

tireoide. Para inativar o cianeto, recomenda-se o processamento da mandioca por cozimento ou torrefação (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; THOMSON, 2002).

- *Molibdênio*

Molibdênio é prontamente absorvido da maioria dos alimentos. Entre 40% a 100% do que é ingerido é absorvida pelas células epiteliais do trato gastrointestinal e é encontrado na circulação sanguínea ligado a proteínas. Após a absorção, a maior parte do molibdênio passa rapidamente a molibdato e é eliminado pelos rins – a excreção é o principal mecanismo homeostático do elemento (BERDANIER; ZEMPLINI, 2009; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; NIELSEN, F. H., 2012).

- *Manganês*

A absorção de manganês ocorre por todo intestino delgado e varia de 1% a 14% do total ingerido na dieta e parece ocorrer por mecanismos de transporte ativo via DMT-1. A alta ingestão de manganês diminui a absorção, protegendo contra toxicidade. Após a absorção pelo intestino, manganês entra na circulação livre ou ligado à α -macroglobulina antes de entrar no fígado. Ao chegar no fígado, uma parte do manganês permanece livre na forma Mn^{2+} ou ligado à albumina ou globulinas, ou também pode ser oxidado à Mn^{3+} e formar um complexo com a transferrina, podendo se ligar a receptores de transferrina nos tecidos extra-hepáticos, incluindo o cérebro. Manganês é rapidamente limpo do sangue e se acumula preferencialmente na mitocôndria dos tecidos, num processo mediado por carregadores de cálcio (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; NIELSEN, F. H., 2012).

Estudos mostraram que fibras, fitatos e oxalatos podem precipitar manganês no trato gastrointestinal impedindo sua absorção. Ferro compete com manganês por DMT-1 para a absorção. Grandes quantidades de ingestão de ferro não-heme diminui a absorção de manganês e a deficiência de ferro aumenta a absorção do elemento. Cobre também diminui a absorção e retenção de manganês. Altas quantidades de manganês (cerca de quatro vezes a ingestão recomendada) inibe a absorção de ferro (BERDANIER; ZEMPLINI, 2009; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; NIELSEN, F. H., 2012).

- *Selênio*

Selênio pode ser adquirido na dieta na forma orgânica, como seleniometionina e selenocisteína, ou em sua forma inorgânica, como sais de seleneto (H_2Se), selenito (H_2SeO_3) e

selenato (H_2SeO_4). Na forma inorgânica, selênio é eficientemente absorvido, sendo, o duodeno, o principal sítio de absorção, ocorrendo também no jejuno e no íleo. As formas orgânicas são absorvidas na ordem de 80%. Seleniomietionina é a forma mais rapidamente absorvida, sendo metabolizada por transporte ativo dependente de sódio. Após absorvido, selênio se liga a proteínas de transporte para circular pela corrente sanguínea até o fígado e outros tecidos. No sangue, o selênio se liga a globulinas e a lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e de muita baixa densidade (VLDL). A seleniomietionina é encontrada na hemoglobina e acumulada no fígado e no músculo. Selenito é reduzido por glutatona e ligado à albumina ou hemoglobina para ser transportado ao fígado. Já o selenato é absorvido para o plasma sanguíneo não metabolizado, pelo qual chega ao fígado. A excreção é feita de forma eficiente pelos rins, órgão responsável pela manutenção da concentração de selênio no organismo (BERDANIER; ZEMPLINI, 2009; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; TERRY; DIAMOND, 2012).

Vitaminas C, A e E aumentam a absorção de selênio. Deficiência de ferro diminui a síntese de glutatona peroxidase, o que reduz a concentração de selênio nos tecidos. A deficiência de cobre diminui a atividade da glutatona peroxidase e da 5'-deiodenase. Metais pesados, como mercúrio, e fitatos inibem a absorção do elemento pois precipitam o selênio (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009).

▪ *Zinco*

Assim como o ferro, a absorção de zinco não é muito eficiente: de 10% a 40% do que é consumido é absorvido. Zinco precisa ser hidrolisado de seu aminoácido para ser absorvido por proteases e nucleases presentes no estômago e no intestino delgado. O ácido clorídrico também exerce importante função na digestão do elemento. A absorção acontece principalmente no duodeno, jejuno e íleo, com uma porção muito pequena sendo absorvida no estômago. Após a absorção pelos enterócitos por processo mediado por carregador, zinco é ligado à proteína intestinal rica em histidina (CRIP), que o transfere para metalotionina ou para o outro lado do enterócito para a albumina e levado para o fígado, onde é estocado. Zinco deixa o fígado transportado principalmente por albumina, mas também pode se ligar a α -2 macroglobulina, transferrina e imunoglobulina G (IgG) que, por sua vez, o carregam para a circulação levando-o para os sítios em que zinco é necessário. O que não foi ligado é ultrafiltrado e excretado na urina ou nas fezes via excreção biliar (BERDANIER; ZEMPLINI, 2009; FREAKER, 2005; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; HOLT; URIU-ADAMS; KEEN, 2012).

Fitatos (presentes em muitos vegetais, especialmente em proteína de soja), oxalatos (encontrados em frutas vermelhas, café, chocolate e chá preto), polifenóis (taninos encontrados no café e chá preto e em certas fibras de grãos integrais, frutas e vegetais) inibem a absorção de zinco pois formam complexos insolúveis. Dietas com altos níveis de fitato podem provocar deficiência de zinco. Cátions divalentes, como ferro, cálcio e cobre, podem inibir a absorção de zinco por competição pelos receptores presentes na membrana dos enterócitos. Aminoácidos aumentam a absorção de zinco, assim como vitamina D. Quando a ingestão de cálcio está abaixo do recomendado, zinco diminui a absorção de cálcio, ao passo que, quando a ingestão de cálcio é feita no nível recomendado, zinco não exerce qualquer efeito (GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; HOLT; URIU-ADAMS; KEEN, 2012).

ANEXO L: Interação Entre Nutrientes

A tabela a seguir resume a interação descrita entre os nutrientes listados no presente trabalho. Foram consultados também Caballero (1988) e Tomayko, Pillsbury and Pray (2013).

Os sinais positivos (+) indicam uma interação positiva entre os nutrientes: facilitação ou aumento da absorção, ou proteção contra oxidação.

Os sinais negativos (-) indicam uma interação negativa: diminuição ou inibição da absorção.

Os sinais (* -) indicam uma interação negativa pelo excesso do nutriente.

Os sinais (nh -) indicam que a interação é negativa na presença de ferro não-heme.

A leitura da tabela é feita a partir dos nutrientes dispostos na linha (em negrito) influenciando aqueles dispostos na coluna (em itálico). Ex.: Vitamina A (na linha) em excesso inibe a ação da vitamina E (na coluna) (* -), enquanto que vitamina E (na linha) exerce uma interação positiva (+) sobre a vitamina A (na linha).

As células em branco mostram as interações que não foram descritas no presente trabalho, ou porque as interações ainda não foram escritas ou porque não há interferência na ação entre os nutrientes.

ANEXO M: Microbioma Intestinal

O microbioma intestinal (ou microbiota) exerce uma função importante na interface entre o ser humano e o ambiente, iniciando-se no início da vida, a partir do tipo de parto, mais adiante no contato via oral, podendo ter contato com bactérias patogênicas que interferem na dinâmica da flora intestinal, e no trato gastrointestinal do adulto, influenciando diretamente em seu estado nutricional e no metabolismo de nutrientes (fig. 01). A diversidade da comunidade microbiana que habita o intestino humano tem um repertório metabólico extenso, que é diferente, mas que complementa a atividade das enzimas de mamíferos no fígado e na mucosa intestinal e, por conta disso, a microbiota é fator chave na formação do perfil bioquímico da dieta, o que, por sua vez, impacta no estado de saúde e doença do indivíduo. Estudos de comparação entre indivíduos saudáveis e pacientes sugerem fortemente que a microbiota exerce uma função importante do desenvolvimento de doenças gastrointestinais, como doenças inflamatória do intestino (IBD), síndrome do intestino irritável (IBS), câncer de cólon e diarreia associada à antibiótico, além de evidências quanto ao desenvolvimento de diabetes e obesidade. Ao todo, já foram identificadas mais de 1.000 espécies de bactérias, com aproximadamente 160 delas presentes no intestino de qualquer ser humano (ROWLAND *et al.*, 2018; TOMAYKO; PILLSBURY; PRAY, 2013).

Figura 01: Desenvolvimento da Microbiota.

Fonte: Clemente *et al.* (2012).

O trato gastrointestinal (GI) do feto é quase estéril, com pouquíssimas bactérias em seu interior, até ser colonizado no momento do nascimento. Dependendo do tipo de parto, diferentes bactérias colonizarão o trato

GI. Durante as primeiras semanas de vida, há uma baixa atividade de TLR⁶⁴ (receptores do tipo Toll), permitindo a formação necessária para a uma comunidade bacteriana estável. Ao mesmo tempo, o sistema imunitário “aprende” a diferenciar entre bactérias comensais e patogênicas. Na fase adulta, uma comunidade relativamente estável é formada (mas com variações entre diferentes indivíduos), dominada em sua maioria por *Bacteroidetes* e *Firmicutes*, aumentando a utilização de carboidratos. Em alergias, é observado o aumento de *Proteobacteria* e de IL-4⁶⁵ (interleucina-4). O uso de antibióticos diminui a população de *Bacteroides*. Em obesos, é observada uma diminuição na população de *Bacteroidetes* e aumento de *Firmicutes* e de TNF- α (fator de necrose tumoral- α). Na doença de Chron, observa-se a diminuição de *Firmicutes* e de *B. fragilis*, além do aumento de IL-1 β (interleucina-1 beta) (CLEMENTE *et al.*, 2012).

Bactérias no intestino grosso lidam com carboidratos que não foram digeridos no intestino delgado. Fermentação de bactérias do gênero *Saccharomices* produzem metabólitos benéficos na presença de carboidratos, produzindo ácidos graxos de cadeia curta, que entram na glicólise e gliconeogênese, e gases. Entretanto, se há uma quantidade limitada de carboidratos, essas mesmas bactérias utilizam vias alternativas de obtenção de energia que podem produzir metabólitos com efeitos deletérios para o organismo. Provavelmente, foi a ação de metabolizar carboidratos que estabeleceu a simbiose entre bactérias intestinais e o ser humano. Colônias no intestino delgado com considerável poder proteolítico, como as do gêneros *Clostridia*, *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Eubacterium*, *Bacteroides* e *Bacillus*, convertem proteínas ingeridas com a dieta e aquelas endógenas em peptídeos curtos, aminoácidos, ácidos graxos de cadeia curta e gases. Vitamina K e algumas do complexo B, como biotina, cobalamina, folato, ácido nicotínico, ácido pantotênico, piridoxina, riboflavina e tiamina, são sintetizadas por bactérias intestinais. *Bacteroidetes*, *Fusobacteria* e *Proteobacteria*, com pequena proporção para *Firmicutes* e *Actinobacteria*, são responsáveis pela biossíntese das vitaminas do complexo B citadas, com *Fusobacteria* contribuindo para a produção de vitamina B₁₂. Além de produzir, essas bactérias também consomem essas vitaminas, diminuindo a disponibilidade para o organismo hospedeiro, apesar de essas bactérias também auxiliarem nos mecanismos de absorção pelo epitélio intestinal. Bactérias dos gêneros *Bacteroides*, *Bifidobacterium*, *Clostridium*, *Lactobacillus* e *Listeria* são responsáveis pela redução da toxicidade, reciclagem e reabsorção de ácidos biliares no intestino grosso. Sem este processo, o hospedeiro estaria sujeito a uma maior probabilidade de desenvolvimento de câncer de cólon e pedra nos rins. Polifenóis de frutas e vegetais (flavonoides, isoflavonoides, lignina, estilbenos), presentes na alimentação como glicosídeos

⁶⁴ TLR, receptores do tipo Toll, são uma família de proteínas transmembrânicas do tipo I que formam parte do sistema imunitário inato (ABBAS; LICHTMAN; PILLAI, 2012).

⁶⁵ As interleucinas (IL) e fatores de necrose tumoral (TNF) são proteínas produzidas por células imunitárias responsáveis pela sinalização em respostas inflamatórias (ABBAS; LICHTMAN; PILLAI, 2012).

(conjugados a açúcares como glicose, galactose, ramosa ou rutinose), passam pelo intestino delgado sem serem absorvidos. São as bactérias presentes no intestino grosso, como algumas dos gêneros *Bacteroides*, *Eubacterium*, *Lachnospiraceae*, *Clostridium*, *Butyribacterium*, *Blautia*, *Peptostreptococcus*, *Eggerthella* e *Lactonifactor*, que os metabolizam a polímeros que podem ser convertidos a monômeros a serem degradados e utilizados no metabolismo. Há evidências cada vez mais consistentes de que há diferenças inter-individuais na microbiota e que este fato está relacionado com o metabolismo de polifenóis pelas bactérias intestinais, com implicações importantes na saúde do indivíduo (CLEMENTE *et al.*, 2012; ROWLAND *et al.*, 2018).

O desenvolvimento da microbiota inicia-se a partir do nascimento (fig. 01). Pesquisas com o mecônio, as primeiras fezes do bebê, indicam que o intestino do bebê já possui algumas bactérias em seu interior. Ao serem expostos às bactérias da mãe durante o parto, gêneros diferentes de bactérias povoarão o intestino do bebê, dependendo do tipo de parto. Isto irá influenciar o desenvolvimento do sistema imunológico da criança. Conforme a criança cresce, com a introdução de alimentos sólidos, a diversidade da microbiota aumenta, assemelhando-se cada vez mais com a de um adulto. Ao mesmo tempo, o sistema imunitário especializa-se em diferenciar as bactérias comensais das patogênicas. Na fase adulta, uma comunidade relativamente estável se estabelece, mas variando entre indivíduos, dominada principalmente por *Bacteroidetes* e *Firmicutes*. Quando idoso, a motilidade do trato gastrointestinal diminui, aumentando o tempo de trânsito do alimento e, por consequência, a dinâmica de absorção dos nutrientes. Como resultado, o envelhecimento é acompanhado por uma redução global de lidar com uma variedade de agentes estressores, culminando com um estado progressivo pró-inflamatório. Diferentes enfermidades são caracterizadas por mudanças significativas na microbiota, tanto que o transplante de microbiota tem sido utilizado para o tratamento de algumas doenças (CLEMENTE *et al.*, 2012; O'TOOLE; CLAEISSON, 2010; ROWLAND *et al.*, 2018).

Apesar de diversos gêneros de bactérias serem encontrados em todos os indivíduos, há uma variabilidade interpessoal e entre comunidades. Há diferenças significativas entre a microbiota de Orientais, Africanos, Americanos e Europeus. Tratar a microbiota como algo “global” mostra-se perigoso por não respeitar as diferenças geográficas e socioeconômicas que interferem na disponibilidade de nutrientes e, por consequência, na população da microbiota intestinal. É preciso estar atento a mudanças da composição da microbiota de uma

população para a outra, salientando os fatores externos (CLEMENTE *et al.*, 2012; O'TOOLE; CLAEISSON, 2010).

- *Nutrição, microbiota e saúde pública*

Alimentar-se adequadamente é essencial para a manutenção do metabolismo de qualquer ser humano. Nutrir-se não se resume à simples ingestão de alimentos, mas depende da quantidade e da qualidade do que é ingerido. Determinar uma refeição saudável deve considerar diversos aspectos, como os (i) nutrientes que compõem os itens alimentares; (ii) a quantidade diária de cada nutriente para a manutenção de um indivíduo saudável; (iii) a interação entre esses nutrientes; e (iv) a microbiota intestinal. A tabela TACO, elaborada pelo NEPA/UNICAMP (NEPA/UNICAMP, 2011), lista a composição nutricional de diversos itens alimentares que compõem a refeição brasileira nas diferentes regiões do país. A RDC n° 269 (ANVISA, 2005), é o documento oficial da União que disponibiliza a IDR de cada nutriente para a população brasileira. No entanto, não contempla de maneira plena a ingestão diária recomendada dos nutrientes por não abranger boa parcela da população. No ANEXO III, percebe-se que já há um corpo de informações importantes sobre a interação entre os nutrientes, contudo, ainda há interações a serem investigadas. A importância da microbiota intestinal, com metodologias mais eficientes de investigação, vem ganhando destaque nas pesquisas em nutrição e reconhecida a sua importância na manutenção no estado de saúde e doença do ser humano. Segundo Clemente e colaboradores (2012), compreender a estabilidade da microbiota de um indivíduo ao longo do tempo é um passo importante para prognosticar estados de doença e desenvolver terapias para evitar a disbiose, o desequilíbrio na microbiota intestinal. Os mesmos autores ressaltam a importância de considerar as condições geográficas e socioeconômicas para os estudos sobre a microbiota de uma determinada população.

Isto posto, pode-se perceber a urgência de algumas investigações no Brasil:

- ▶ A elaboração da IDR dos nutrientes a partir de pesquisas com a população brasileira considerando as particularidades das diferentes regiões do país e as demais faixas etárias (mulheres, mulheres na menopausa, adolescentes, idosos e idosas);
- ▶ Um estudo sobre a microbiota intestinal, considerando as diferenças geográficas e socioeconômicas do país.

A realização das pesquisas acima contribuiria para a elaboração de um documento mais completo sobre como alimentar-se adequadamente, garantindo a ingestão diária adequada dos nutrientes, sua absorção, fornecendo ferramentas para a manutenção da saúde dos indivíduos e a realização de programas de prevenção em saúde pública.

ANEXO N: Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Infantil: Integração

O sucesso do desenvolvimento do cérebro em um órgão integrado e de funcionamento apropriado requer que cada componente seja formado devidamente e corretamente inter-relacionado com os outros. O desenvolvimento desses componentes podem ser categorizados em quatro fases distintas: (1) a neurogênese; (2) a migração dos neurônios às respectivas regiões; (3) a diferenciação dos neurônios nos diferentes tipos e subsequente maturação e sinaptogênese; e (4) a seleção de conexões e de células (KOLB, BRYAN; FANTIE, 2009).

Assim que nasce, o cérebro de um bebê inicia uma produção massiva de sinapses (fase 3). O desenvolvimento físico do cérebro ocorre a passos rápidos, mais do que em qualquer outra fase da vida (NEWFOUNDLAND AND LABRADOR, 2011). Como resultado, no cérebro de um recém-nascido encontram-se muito mais sinapses do que no cérebro de um adulto (fig. 01) (THOMPSON; NELSON, 2001). Tanto que, para uma criança de até 10 kg de massa corpórea, o cérebro corresponde a 45% da taxa metabólica basal, contra 21% da taxa metabólica basal de um adulto de 70 kg (HOLLIDAY *et al.*, 1967). Nos gráficos disponibilizados na “Caderneta da Saúde da Criança” (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2007) para acompanhamento do perímetro cefálico, percebe-se que o aumento é muito mais rápido no primeiro ano de vida (de 36 cm ao nascer para 47 cm aos 12 meses) comparando com as idades subsequentes (de 45 cm aos 12 meses para 48 cm aos 2 anos), tanto para meninas, quanto para meninos (fig. 02). De fato, a taxa metabólica basal (TMB) por unidade de massa corpórea de bebês difere dos valores de crianças e de adulto, sendo praticamente proporcional à massa corpórea (TMB = 1). A taxa metabólica basal aumenta mais rapidamente que o aumento de massa corpórea. A queda da TMB começa ainda na infância, quando o crescimento dos órgãos com altas taxas metabólicas, como cérebro, fígado, coração e rins, diminui relativamente àqueles com baixa taxa metabólica (músculos, ossos). Paralelamente à diminuição do desenvolvimento dos órgãos internos, a massa de músculos e ossos aumenta na fase de crescimento (BUTTE, N. F. *et al.*, 1995).

Figura 01: Sinaptogênese nos primeiros dois anos.

Fonte: Kolb e Fantie (2009)

Desenvolvimento pós-natal do córtex de um cérebro humano na área de Broca obtido a partir de desenhos de câmera lúcida de preparações de Golgi-Cox. Nota-se que um recém-nascido normal tem um circuito neuronal esparsos que, até os 2 anos de idade, aumentará incrivelmente em complexidade pelo aumento da árvore dendrítica. (KOLB, BRYAN; FANTIE, 2009).

Figura 02: Perímetro cefálico

Fonte: Ministério da Saúde (2007)

Gráficos para acompanhamento do perímetro cefálico de menino e menina que constam na “Caderneta de Saúde da Criança” desenvolvida pelo Ministério da Saúde e distribuída em território nacional (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2007).

Normalmente, ao período de sinaptogênese é seguido um período de retração sináptica, ou redução, que confere eficiência ao funcionamento do cérebro (fase 4). O período de sinaptogênese e de redução variam enormemente entre as regiões do cérebro humano, como mostra a figura 03: a neurogênese no hipocampo, região responsável pela memória de longo prazo acontece principalmente entre o nascimento e os 12 meses de idade. Neste período, temos também o pico de formação de sinapses nas áreas da linguagem, da visão e

da audição e no córtex pré-frontal (THOMPSON; NELSON, 2001). Este processo resulta em diferentes **períodos críticos e sensíveis** do desenvolvimento do cérebro (ANDERSEN, 2003).

Figura 03: O curso do desenvolvimento do cérebro humano.

Fonte: THOMPSON; NELSON (2001)

A figura ilustra a importância dos eventos pré-natais, tais como a formação do tubo neural (neurulação) e migração celular; aspectos críticos da formação de sinapses e mielinização além dos três anos de idade; e a formação de sinapses baseadas na experiência, assim como a neurogênese no hipocampo, ao longo de toda a vida (THOMPSON; NELSON, 2001).

Cada um dos estágios das fases de desenvolvimento do cérebro depende da produção de moléculas específicas que atuam para facilitar os processos, incluindo hormônios, proteínas específicas que atuam como sinalizadoras para as células ou para os processos em si⁶⁶ (KOLB, BRYAN; FANTIE, 2009). A má nutrição durante os períodos sensíveis pode prejudicar o desenvolvimento do cérebro e o crescimento, resultando em doenças em fases posteriores da vida, devido à deficiência dos nutrientes necessários para a realização dos processos relacionados ao desenvolvimento e ao crescimento (GORDON, 1997).

Os marcos do desenvolvimento infantil, que listam os períodos sensíveis, são um guia conveniente que permitem observar a taxa ou a extensão do progresso do desenvolvimento da criança (SHERIDAN, 2007). Estudar cada aspecto separadamente permite uma melhor compreensão de cada um deles. Entretanto, percebe-se, pelo que foi descrito acima, que os marcos dos diferentes aspectos do desenvolvimento infantil estão intrinsecamente relacionados. Por esse motivo, após uma listagem individual de cada aspecto em suas

⁶⁶ Sobre cérebro, suas partes, funções e processos, vide Anexo A.

planilhas respectivas, todos eles foram listados em uma única, no intuito de se realizar um acompanhamento integrado da criança.

Como visto anteriormente, o primeiro ano de vida da criança é marcado por um rápido crescimento cefálico, tanto em meninas quanto em meninos, decorrente da alta taxa de sinaptogênese, resultando em uma taxa metabólica basal maior do que a de um adulto. Este intenso desenvolvimento necessita de nutrientes e energia para que ocorra de maneira saudável, sem prejuízo para as fases subsequentes.

Na Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Infantil, dos 569 itens listados para um período de 72 meses, 87 itens (ID 1 – ID 87) (15% do total) são observados entre o 1º e o 3º mês de vida. Como, em sua maioria, compreendem de reflexos, são utilizados há décadas como uma forma de diagnosticar possíveis problemas cognitivos, como os diferentes níveis de paralisia cerebral, autismo e retardo mental, ou motores, como lesões nos membros (CHINELLO; GANDI; VALENZA, 2018; CUPUTE *et al.*, 1984; GIDONI, 1967; ZAFEIRIOU, 2004). Alguns dos reflexos listados nesse período são essenciais para nutrição, como os reflexos de sucção e de busca (ID 15 e ID 16, respectivamente). Esses reflexos são responsáveis pela pega correta do seio da mãe, pois, quando os lábios ou as bochechas estão estimulados, a criança move sua face em direção ao estímulo, ocorrendo a abertura da boca e a protrusão da língua. A pega correta da aréola e do mamilo é essencial para a movimentação correta das estruturas orais durante a mamada, contribuindo para o desenvolvimento da articulação e da musculatura orofacial, o que, posteriormente, favorecerá o desenvolvimento orofacial motor da fala (IQBAL; RAFIQUE; ALI, 2017; NEIVA *et al.*, 2003; RAJU, 2011; TOMITA; BENTO; MORAES, 2006; VIEIRA; ARAÚJO; JAMELLI, 2016). O leite materno é o mais importante – e o único – alimento a ser dado ao bebê nos primeiros meses de vida (ANGELSEN *et al.*, 2001; IQBAL; RAFIQUE; ALI, 2017; ISAACS, E. B. *et al.*, 2010; NEIVA *et al.*, 2003; RAJU, 2011) (ID 45). Rico em ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs), contribuem para o rápido crescimento do cérebro do bebê nos primeiros meses de vida: assim que nasce, o cérebro de um bebê tem, aproximadamente, 350 g a 400 g de massa (30% de um cérebro adulto); durante o primeiro ano, a massa do cérebro praticamente dobra, chegando a aproximadamente a 55% da massa de um cérebro adulto. Muito desse aumento vem do crescimento da massa branca, da mielinização e do enriquecimento da árvore dendrítica (RAJU, 2011). Isto explica o índice alto de deposição de energia nos tecidos na equação de ERE no valor de 175 (ID 57) (BUTTE. *et al.*,

2004; ZALEWSKI *et al.*, 2015). A intensa mielinização após o nascimento permite que os sentidos completem seu desenvolvimento fora do útero. Como a audição é primeiro sentido exposto à estímulos que promovem seu desenvolvimento neuronal ainda durante a gestação, no neonato, a maturação do sentido corresponde à mudanças estruturais no ouvido médio e ouvido externo. A mielinização progressiva dos axônios do córtex auditivo faz com que o bebê ouça frequências mais altas nos primeiros meses (CLARK-GAMBELUNGHE; CLARK, 2015) (ID 23, ID 30, ID 31, ID32, ID 37, ID 64, ID 80, ID 79). No útero, o bebê engole líquido amniótico, formado por componentes da dieta da mãe. A partir do 5° aos 6° dia de vida, o bebê prefere uma “fraldinha” com o cheiro de sua mãe do que de outra mãe ou de uma limpa. Assim que nasce, os bebês preferem odores adocicados, como lavanda ou baunilha, e rejeitam cheiros fortes, como de desinfetantes e de ovo podre (ID 29). Com relação ao paladar, bebês preferem sabores adocicados aos azedos (ID 28), por isso preferem leite materno ao leite artificial (fórmulas). Em função disso, não se deve administrar fórmulas com soja paralelas à amamentação, pois a sacarose presente nessas fórmulas são mais doces do que a lactose, fazendo com que o bebê desmame precocemente. Os sabor salgado começa a ser identificado a partir do 3° ou 4° mês (CLARK-GAMBELUNGHE; CLARK, 2015). A visão é o último sentido a se desenvolver, provavelmente por falta de estimulação durante o período de gestação. Ao nascer, a visão é limitada e o bebê só consegue focar até 25 cm de distância e enxergar a cor vermelha, provavelmente por causa da baixa exposição à luz a partir da transiluminação da cor vermelha da hemoglobina oxigenada dentro do útero da mãe. Com a exposição continuada a várias cores após o nascimento, tanto as estruturas neuronais quanto as funcionais se desenvolvem (ID 20, ID 21, ID 22, ID 24, ID 25, ID 26, ID 65, ID 69, ID 71, ID 72, ID 74, ID 75, ID 87) (CLARK-GAMBELUNGHE; CLARK, 2015).

O surgimento das habilidades motoras promovem ao bebê novas experiências com pessoas e objetos que são relevantes para o desenvolvimento da comunicação e para a aquisição da linguagem (IVERSON, J. M., 2010). A partir do 4° mês, observa-se uma maior quantidade de movimentos voluntários (ID 89 à ID 113) e aumento de atividade física (ID 121). Com a queda na taxa de crescimento (ID 120), a deposição de energia nos tecidos na equação para obtenção do ERE (Energia Requerida Estimada) cai para o valor 56, menos da metade do valor no 1° mês de vida (ID 123) (BUTTE *et al.*, 2004; BUTTE *et al.*, 1995; ÇETINKAYA, 2012).

Com a substituição da maioria dos reflexos pelos movimentos voluntários a eles subsequentes e o progresso da independência motora (ID 131 à ID 182), as necessidades nutricionais aumentam (ID 183), especialmente as de ferro (de 0,27 mg/d nos primeiros meses para 7,7 mg/d no 6º mês). Em virtude disso, inicia-se a inserção de alimentação sólida, paralela ao aleitamento materno, para complementar as necessidades nutricionais. Neste período, surgem os dentes incisivos centrais na mandíbula (ID 161). Aconselha-se a amassar os alimentos, ao invés de batê-los ou passa-los por uma peneira, para continuar o fortalecimento e estímulo do aparato orofacial, essenciais para a produção dos fonemas nos períodos posteriores (SHERIDAN, 2007; VIEIRA; ARAÚJO; JAMELLI, 2016). O uso de mamadeira é desaconselhado em qualquer caso, pois seu uso pode provocar má oclusão, mordida aberta e mordida cruzada, comprometendo a fluência da fala mais adiante, além de desestimular o aleitamento pela criança e estimular hábitos de sucção deletérios, como o uso de chupetas e de chupar o dedo (MOIMAZ *et al.*, 2010; ODDY, W. *et al.*, 2012; ODDY, W. H. *et al.*, 2011; VIEIRA; ARAÚJO; JAMELLI, 2016). No início dos anos 2000, surgiu o *Baby-Led Weaning* (BLW) (ID 162), um método alternativo para a introdução da alimentação transitória no qual a criança alimenta a si mesma pegando a comida com as próprias mãos e não é alimentada com papinhas (CAMERON; HEATH; TAYLOR, 2012). A abordagem BLW tem o mérito de introduzir uma refeição variada em sabores, texturas e cores, em um ambiente social, pois a criança come junto à mesa, com a família. Entretanto, pesquisadores alertam para os extremos e recomendam promover o uso da autoalimentação e a participação da família à mesa (BLW), reconhecendo a necessidade de também alimentar a crianças com uma colher nas primeiras semanas, até que ela se habitue, para garantir que as necessidades nutricionais sejam atendidas (WRIGHT *et al.*, 2011).

Aos oito meses (ID 185 à ID 215), a maioria dos reflexos deram lugar aos movimentos voluntários, o bebê consegue sustentar-se sem ajuda (ID 188, ID 190)) e o bebê consegue se locomover e explorar os espaços. As necessidades nutricionais aumentam para suprir as necessidades de crescimento e de desenvolvimento de ossos e músculos, que têm uma participação no metabolismo basal menor do que os órgãos internos, como cérebro, fígado e coração. Como consequência, o valor da deposição de energia nos tecidos na equação para obtenção do ERE cai para 22, menos da metade do valor para o 4º mês de vida (BUTTE, N. *et al.*, 2004; ZALEWSKI *et al.*, 2015).

Aos nove meses (ID 216 à ID 248), a criança é mais independente em termos motores e seus movimentos passam a ter uma intenção (ID 255). É quando a criança começa a resolver problemas básicos com as respostas aprendidas anteriormente a partir do que ela experimentou (ID 235 à ID 247). Em paralelo, consegue se comunicar melhor repetindo sons, produzindo pequenas sílabas, como “mama” e “papa” e começa a produzir sons de consoantes (ID 220 à ID 234) (ÇETINKAYA, 2012; DAEHLER, 2008; GABBARD, 2008; GALLAHUE; OZMUN; GOODWAY, 2013; SHERIDAN, 2007).

A partir dos 12 meses (ID 250 à ID 315), a criança finaliza o desenvolvimento da visão e alcança a posição vertical para locomoção (fig. 04). Estes acontecimentos lhe permitem diferenciar figuras de objetos reais e explorar ainda mais o ambiente. Além disso, aprende mais palavras, e, apesar de conseguir falar apenas algumas poucas, consegue comunicar-se e se expressar melhor (ÇETINKAYA, 2012; DAEHLER, 2008; GABBARD, 2008; GALLAHUE; OZMUN; GOODWAY, 2013; SHERIDAN, 2007). Com a dentição quase completa e o trato gastrointestinal com o funcionamento próximo do de um adulto, as necessidades de proteína, cálcio, fósforo, vitaminas C e E são importantes para a saúde dos dentes, além de uma alimentação sólida, com texturas variadas e alimentos em pedaços, para o desenvolvimento adequado dos órgãos ortofonoarticulatórios para a produção da fala e respiração correta (nasal) (ÇETINKAYA, 2012; VIEIRA; ARAÚJO; JAMELLI, 2016).

Figura 04: Progresso da acuidade visual.

Fonte: Santrock (2011).

A figura representa a acuidade visual de um bebê no 1º mês, no 2º mês, no 3º mês e aos 12 meses, quando atinge a acuidade visual de um adulto. Vale ressaltar que a acuidade visual depende de estímulos externos para ser desenvolvida adequadamente.

Locomover-se na posição vertical já não é mais um problema para a criança aos 18 meses. A solução de problemas, agora, é uma questão de tentativa e erro, planejando e descobrindo novas formas de resolver um único problema. Manipula objetos com mais

precisão e comunica-se melhor, conseguindo montar sentenças de até 3 palavras (ÇETINKAYA, 2012; DAEHLER, 2008; GABBARD, 2008; GALLAHUE; OZMUN; GOODWAY, 2013; SHERIDAN, 2007). Com todas essas características mencionadas entre a ID 315 à ID 387, a criança começa a explorar a própria independência, querendo fazer as coisas sozinha. É importante que o ambiente seja livre de estresse para a criança, do contrário, a resistência dela ao estresse e sua curiosidade para explorar o ambiente diminuem (ÇETINKAYA, 2012). É neste período que a criança adquire e refina todo o conjunto de habilidades motoras que significativamente mudarão a maneira pela qual o corpo se move e interage com o ambiente, promovendo à criança a oportunidade de praticar habilidades relevantes ao desenvolvimento da linguagem antes mesmo de elas serem necessárias: a experiência com objetos e pessoas são importantes para o desenvolvimento comunicativo e para a aquisição da linguagem (IVERSON, J. M., 2010).

Com domínio da posição vertical, a criança consegue correr e utilizar um triciclo para se locomover. Este domínio requer o processo de controle dos esfíncteres, o que faz com que ela demande muita atenção e paciência do adulto à partir dos 24 meses (ID 388 à ID 438). A comunicação atinge um novo patamar com a manipulação do mundo simbólico pela criança. O acesso a este mundo simbólico faz com que ela não consiga distinguir entre realidade, sonho e fantasia (ÇETINKAYA, 2012; SHERIDAN, 2007).

Com todas as oportunidades que a locomoção proporcionou à criança até então, aos 36 meses (ID 440 à ID 490) ela já conhece de 1500 a 2100 palavras e sabe utilizar a gramática, inclusive no passado. Com uma habilidade linguística que lhe permite uma comunicação com maior fluência, a criança faz muitas perguntas e consegue ter longas conversas com adultos. Além disso, toda exploração realizada anteriormente lhe permite, a partir dessa idade, localizar-se e localizar objetos, entendendo o que significa “acima”, “abaixo”, “próximo”. Todas essas habilidades desenvolvidas fazem com que a criança queira ser independente, o que pode fazer com que ela se torne impaciente e fique nervosa. Neste período, o jogo, o brincar, torna-se muito importante, fantasiando histórias e usando o brincar para compreender o tempo e os processos do que o envolve. Como está alerta ao gênero, é comum mostrar os órgãos genitais e ver os dos coleguinhas como curiosidade. É quando ela começa a perceber que existe o outro que é diferente dela (ÇETINKAYA, 2012; SHERIDAN, 2007).

Mesmo com as habilidades linguísticas mais desenvolvidas aos 48 meses (ID 491 à ID 538), a criança não consegue encontrar as palavras para tentar explicar um evento que ela

gostou muito ou que foi perigoso, demandando que o adulto tente entender e repetir o que ela está dizendo várias vezes. Isto não pode ser confundido com gaguejar. O que está acontecendo é que as habilidades de fala não acompanham a velocidade de pensamento da criança. Algumas sílabas podem não ser ditas da forma correta. Como o tempo, a criança corrige as letras pronunciadas de forma incorreta por ela mesma (ÇETINKAYA, 2012; IVERSON, J. M.; THELEN, 1999). A noção de localização da criança melhora a ponto de ela conseguir descrever um caminho a partir da casa dela (ÇETINKAYA, 2012). As necessidades nutricionais são maiores e a criança tem a dentição de leite completa, com vinte dentes, e o trato gastrointestinal suficientemente desenvolvido para alimentar-se (saudavelmente) como um adulto (BUTTE *et al.*, 1995; ÇETINKAYA, 2012; MORE, 2013).

A partir 5 anos de idade (ID 239 à ID 569), a criança tem habilidade motora e força muscular suficientes para imitar qualquer movimento e correr com muita confiança. Fica cada vez melhor em escalar, segurar, jogar bola, pular, desenhar, tirar e colocar; aprende a tomar banho, a secar-se, a escovar os dentes e a comer sozinha na mesa, além de ir ao banheiro por si só e de conseguir amarrar os próprios sapatos (GABBARD, 2008; GALLAHUE; OZMUN; GOODWAY, 2013; SHERIDAN, 2007). Com o progresso da maturação, a experiência e a maneira simbólica de pensar, a criança começa a considerar a opinião dos outros e se torna menos egocêntrica. Consegue falar sobre o passado, o presente e o futuro e quer finalizar tudo que começa e dramatiza eventos naturais. Sabe 3000 palavras e consegue explicar seus pensamentos utilizando conectores como “porque”. Neste período, ela fala rapidamente e de forma urgente, o que faz com que “engula” algumas sílabas e parte de sentenças (ÇETINKAYA, 2012; IVERSON, J. M., 2010). O pensamento intuitivo substitui o egocentrismo e a criança já é capaz de elaborar uma linha de pensamento para resolver problemas e a diferenciar o real do imaginário (ÇETINKAYA, 2012).

ANEXO O: Planilha de Aplicação dos Estímulos Motores: Descrição

ID 1: Movimentar o bebê. Movimente braços e pernas do bebê com delicadeza, olhando nos olhos dele, cantando alguma rima ou cantiga. A movimentação de braços e pernas do bebê são precursores para a produção da fala. Janela de oportunidade: entre o 1º mês e o 6º mês.

ID 2: Virar bebê para os lados. No primeiro mês, o bebê não consegue se movimentar voluntariamente. Virar o bebê para os lados contribui para o aprendizado do equilíbrio. Janela de oportunidade: entre o 1º mês e o 2º mês.

ID 3: Colocar dedo nas mãos do bebê para ele segurar. Colocar a mão na palma da mão do bebê permite verificar o reflexo de Babkin, importante para o desenvolvimento da linguagem e para a articulação das mãos para, posteriormente, pegar objetos. Isto também acalma o bebê. Janela de oportunidade: entre o 1º mês e o 2º mês.

ID 4: Colocar o bebê no colo e balançá-lo. Além dos benefícios do afeto, balançar o bebê estimula o aprendizado sobre gravidade e localização. Janela de oportunidade: entre o 1º mês e o 6º mês.

ID 5: Colocar o bebê no colo na posição vertical. A posição vertical é importante para o aprendizado do equilíbrio, localização e também porque é um mundo bem diferente da posição horizontal. Janela de oportunidade: entre o 1º mês e o 4º mês.

ID 6: Falar articuladamente a 20 cm do rosto do bebê. Como o bebê ainda vê borrões, falar a esta distância articuladamente, permite que ele enxergue a movimentação da boca e da língua para o aprendizado do funcionamento motor da fala. Janela de oportunidade: entre o 1º mês e o 2º mês.

ID 7: Deixar móveis sonoros. A audição é um dos sentidos melhores desenvolvidos no bebê ao nascer. Deixar móveis sonoros, coloridos e de diferentes formas, estimula a audição e a visão, além de o som e a movimentação estimular os movimentos de braços e pernas devido à excitação pelo móvel. Mais adiante, estimulará o bebê a movimentar-se com o objetivo de fazê-lo balançar e, posteriormente, a equilibrar-se para pegá-lo e explorá-lo. Janela de oportunidade: entre o 1º mês e o 12º mês.

ID 8: Massagear o bebê. Ao massagear o bebê, seja durante o banho ou em qualquer outro momento, a mãe deve falar olhando nos olhos da criança e tocar com suavidade, seguindo da cabeça, ao tronco, finalizando nos membros inferiores (preferencialmente falando o nome das partes do corpo). Massagear o bebê o acalma, reduz a frequência de agitação e choro, além de manter mais o sorriso e a contemplação (olhar fixo). Janela de oportunidade: entre o 1º mês e o 6º mês.

ID 9: Dar objetos para o bebê segurar. Importante para o movimento voluntário de pegar objetos para explorá-lo. Janela de oportunidade: entre o 2º mês e o 6º mês.

ID 10: Deixar objetos para o bebê colocar na boca (exceto chupeta). Como as habilidades motoras de mãos e braços ainda não estão coordenadas para sentir os objetos, o bebê utiliza a boca para explorar os objetos para, mais adiante, reconhecê-los. Chupeta não é aconselhada em nenhum momento para a criança pois pode fazer com que ocorra o desmame precoce e o incorreto desenvolvimento do aparato orofacial, o que pode gerar problemas fonológicos posteriores e de mastigação e deglutição. É importante que os objetos estejam limpos e que não ofereçam riscos para o bebê. Janela de oportunidade: entre o 2º mês e o 12º mês.

ID 11: Deixá-lo jogar objetos várias vezes. Jogar objetos promove o aprimoramento das articulações, da coordenação motora grossa e do tônus muscular do bebê e da criança. Janela de oportunidade: entre o 2º mês e o 6º mês.

ID 12: Deixá-lo na posição de bruços para que se apoie nos cotovelos. Promove o aumento do tônus muscular e a sustentação do pescoço para, mais adiante, conseguir sentar-se e, depois, caminhar. Janela de oportunidade: entre o 2º mês e o 6º mês.

ID 13: Chamá-lo de longe. Para que o bebê vire a cabeça na tentativa de encontrar a origem do som. Janela de oportunidade: entre o 2º mês e o 6º mês.

ID 14: Movimentar objetos na frente do bebê para ele seguir com o olhar. Estimula o bebê a virar a cabeça e movimentar o pescoço. Janela de oportunidade: entre o 2º mês e o 6º mês.

ID 15: Deixar móvel acessível para poder mexer. Apesar de ainda não ter o controle das mãos, o bebê é estimulado a movimentar braços e mãos na tentativa de pegá-lo, além de

estimular os movimentos de braços e pernas por excitação com o brinquedo. Mais adiante, com surgimento dos movimentos voluntários, o bebê se sentirá estimulado a locomover-se na tentativa de pegá-lo ou de vê-lo balançar. Janela de oportunidade: entre o 2º mês e o 6º mês.

ID 16: Deixar objetos distantes para o bebê tentar pegar. Estimula o equilíbrio, a locomoção e a coordenação entre olhos e mãos. Janela de oportunidade: entre o 4º mês e o 6º mês.

ID 17: Segurar o bebê em posição vertical em superfície firme. Isto fortalece os músculos flexores plantares, responsáveis por garantir o progresso a transição para a posição vertical do tronco e das pernas para, mais adiante, começar a andar. Janela de oportunidade: entre o 4º mês e o 6º mês.

ID 18: Deixá-lo em local seguro para rolar. Importante para o desenvolvimento da coordenação motora grossa. É importante que o ambiente seja estimulante para que o bebê, com cores, formas e texturas diferentes. Não é aconselhável deixar o bebê voltado para paredes de cores neutras, como branco, cinza ou bege. O ideal é que tenham figuras que o estimulem a rolar para alcançá-las. Janela de oportunidade: entre o 4º mês e o 12º mês.

ID 19: Oferecer objetos com tamanhos, texturas, cores e sons diferentes. Atentar para que os objetos sejam seguros e limpos para que o bebê não se machuque ao manuseá-lo e que possa colocar na boca. Importante para o aprimoramento do tato e da coordenação motora grossa e fina e para o desenvolvimento da linguagem. Janela de oportunidade: entre o 4º mês e o 24º mês.

ID 20 Não deixá-lo deitado por muito tempo sozinho. Evite deixar o bebê deitado por mais de duas horas na mesma posição. Vire-o para os lados, deixe-o sentado em um carrinho de bebê, varie as posições. Importante para o desenvolvimento do equilíbrio, para prepará-lo para sentar-se mais adiante, da fala, da linguagem e para a interação social a partir dos 3 anos de idade. Janela de oportunidade: entre o 4º mês e o 6º mês.

ID 21: Deixar objetos um pouco mais longe do alcance das mãos. Importante para estimulá-lo a mover o corpo para locomover-se na tentativa de pegar o objeto e, dessa forma, aumentar o tônus muscular, preparando-o para sentar-se e, posteriormente, para caminhar. Janela de oportunidade: entre o 4º mês e o 6º mês.

ID 22: Deixá-lo levar as mãos à boca. O bebê está aprendendo a coordenar mãos e braços e sentindo as próprias mãos pois, nos primeiros meses, a boca, como um todo, é o principal órgão responsável pelo tato do bebê. Janela de oportunidade: entre o 4º mês e o 12º mês.

ID 23: Dar “tchau”, bater palmas para o bebê. Ao dar tchau e bater palmas, o bebê tentará imitar, acenando, fazendo movimento para cima e para baixo com as mãos descoordenadamente no início, e batendo uma mão na outra. Importante para o desenvolvimento do tônus muscular e da coordenação de mãos e braços (coordenação motora grossa) e da noção de ritmo, importante para o desenvolvimento da linguagem. Janela de oportunidade: entre o 6º mês e o 12º mês.

ID 24: Mostrar objetos e deixá-los distante para ir pegar. Neste caso, deixar o bebê no chão sobre uma superfície firme que não seja fria (sobre um tapume ou EVA, por exemplo) e diferentes objetos, especialmente os sonoros, mais distantes para que ela se locomova para ir pegá-lo. Janela de oportunidade: entre o 6º mês e o 12º mês.

ID 25: Oferecer objetos adequados à mão do bebê. Para que o bebê possa manipular o objeto, passando de uma mão para outra, atentar para que seja possível ao bebê segurá-lo e manipulá-lo com ambas as mãos. Importante para o desenvolvimento da coordenação motora grossa e fina. Janela de oportunidade: entre o 6º mês e o 12º mês.

ID 26: Oferecer caixas de diferentes tamanhos para manipular. Colocar o bebê sobre uma superfície firme, mas não fria, e deixar disponível caixas de diferentes tamanhos, inclusive algumas do tamanho dele, para que possa manipular. Importante para o desenvolvimento da coordenação motora grossa, para a aprendizagem de tamanhos relativos e causa e efeito. Janela de oportunidade: entre o 6º mês e o 12º mês.

ID 27: Montar obstáculos seguros para escalar, subir, saltar. Importante para o desenvolvimento da coordenação motora grossa, a aprendizagem de causa e efeito e aumento do tônus muscular. Janela de oportunidade: entre o 6º mês e o 36º mês.

ID 28: Encorajar o bebê a sentar-se: Colocar o bebê sentado em local diferente do carrinho de bebê, com apoio de almofadas. Importante para o aumento do tônus muscular e para que ele possa sentar-se sozinho para, mais adiante, ficar na posição vertical. Janela de oportunidade: entre o 6º mês e o 8º mês.

ID 29: Não colocar o bebê em andador. Andadores atrasam o desenvolvimento do andar independente (sem apoio) e do engatinhar, além de impedir o bebê de ver a movimentação dos próprios membros, dificultando a percepção do próprio corpo e do equilíbrio, o que pode afetar a compreensão de alguns processos cognitivos quando em idade escolar. A Associação Americana de Pediatria, após pesquisas identificando a quantidade de acidentes e os prejuízos ao desenvolvimento da criança, recomenda o banimento de andadores nos Estados Unidos, além de lançar nota proibindo o uso em creches. Janela de oportunidade: entre o 6º mês e o 12º mês.

ID 30: Ensiná-lo a escalar para sentar-se. Assim que o bebê aprende a ficar sentado sem apoio, importante ensiná-lo a escalar um sofá ou uma cadeira para sentar-se. Importante para a aprendizagem de causa e efeito, equilíbrio, desenvolvimento da coordenação motora grossa e aumento do tônus muscular. Janela de oportunidade: entre o 8º mês e o 12º mês.

ID 31: Encorajá-lo a ficar de pé, apoiando-se. Segurar o bebê na posição vertical pelas duas mãos ou apoiado em algum móvel. Importante para o fortalecimento do tônus muscular e equilíbrio, preparando-o para caminhar. Janela de oportunidade: entre o 8º mês e o 12º mês.

ID 32: Deixar segurar e beber em um copo. Oferecer ao bebê um copo com um pouco de água para que ele segure-o e beba seu conteúdo. Importante para o desenvolvimento da coordenação motora grossa e desenvolvimento do motor da fala. Janela de oportunidade: entre o 8º mês e o 12º mês.

ID 33: Estimular o bebê a engatinhar. Além de deixar objetos distantes para que ele se locomova, chamá-lo ao longe para que ele se locomova na direção do som. Atentar para que o bebê possa locomover-se sem perigo e oferecer a opção de ele segurar-se para se manter em pé sozinho. Importante para a coordenação do movimento com a visão, além do desenvolvimento da locomoção. Janela de oportunidade: entre o 8º mês e o 12º mês.

ID 34: Oferecer-lhe objetos pequenos para manipular. Nesta idade, o bebê consegue fazer movimento de pinça, importante para o desenvolvimento cognitivo da criança e para o desenvolvimento da coordenação motora fina. Estimular este movimento traz benefícios para quando a criança estiver em idade escolar. Janela de oportunidade: entre o 8º mês e o 12º mês.

ID 35: Oferecer-lhe objetos do cotidiano (copo, escova de dentes, etc). Importante para o desenvolvimento da coordenação motora fina. Janela de oportunidade: entre o 8º mês e o 18º mês

ID 36: Oferecer objetos para que possa bater um no outro. Dar preferência para objetos que emitam sons, que tenham formas, cores, consistências e texturas diferentes. Importante para o desenvolvimento da coordenação motora fina, da visão, da cognição, além da aprendizagem de causa e efeito. Janela de oportunidade: entre o 12º mês e o 18º mês.

ID 37: Oferecer objetos em caixas de diferentes tamanhos. Atentar para oferecer caixas pequenas, que precisem do movimento de pinça, até caixas grandes, maiores do que a criança. Importante para o desenvolvimento da coordenação motora fina e grossa e para o desenvolvimento cognitivo de habilidades necessárias na idade escolar. Janela de oportunidade: entre o 12º mês e o 18º mês.

ID 38: Pedir para que ela ajude a se vestir esticando braços e pernas. Importante para o desenvolvimento da coordenação motora grossa e para o desenvolvimento da autoconfiança, estimulando para a independência motora. Janela de oportunidade: entre o 12º mês e o 18º mês.

ID 39: Pedir-lhe que aponte objetos. Dizer o nome de objetos e pedir que aponte ou que aponte para o que ela deseja é importante para prosseguir o desenvolvimento da coordenação óculo-motora. Janela de oportunidade: entre o 12º mês e o 18º mês.

ID 40: Oferecer-lhe lápis e papel e espaço para rabiscar. Importante para o desenvolvimento da coordenação motora fina. Até completar os seis anos de idade, a criança passará por diferentes estágios do desenho que refletirão a acuidade motora entre dedos e pulso ao desenhar. É importante para todo o desenvolvimento da criança e também para o desenvolvimento da linguagem. Janela de oportunidade: entre o 12º mês e o 72º mês.

ID 41: Estimulá-lo a caminhar rápido. Importante para o desenvolvimento do senso de equilíbrio na posição vertical, a coordenação do andar (balanço dos braços em coordenação com as pernas) além do aumento do tônus muscular. Janela de oportunidade: entre o 12º mês e o 24º mês.

ID 42: Brincar de dar-lhe e receber objetos. Importante para o aprendizado de causa e efeito, desenvolvimento da coordenação motora grossa e fina. Janela de oportunidade: entre o 12º mês e o 18º mês.

ID 43: Oferecer-lhe algo para empurrar. Pode ser um carrinho de bonecas, um carrinho de supermercado de brinquedo, uma pequena cadeira com ou sem rodinhas, para que possa empurrar e desenvolver a coordenação motora grossa, o senso de equilíbrio e o tônus muscular. Janela de oportunidade: entre o 12º mês e o 18º mês.

ID 44: Pedir para que traga o brinquedo. De preferência, bonecos, para que caminhe, segurando-o. Importante para o desenvolvimento do equilíbrio, do caminhar e da coordenação motora grossa. Janela de oportunidade: entre o 12º mês e o 18º mês.

ID 45: Permitir que escale escadas. Estimule para que o faça segurando no corrimão ou na parede, sem colocar as mãos no degrau. Importante para o desenvolvimento da coordenação motora grossa, do equilíbrio e do caminhar e de habilidades necessárias no período escolar (desempenho acadêmico). Janela de oportunidade: entre o 12º mês e o 18º mês.

ID 46: Deixá-lo comer sozinho. Permitir que use os talheres para comer sozinho. Pode utilizar as mãos para explorar a comida. Estimule para que o faça também com os talheres, como escavar ou juntar a comida. Importante para o desenvolvimento da coordenação motora final. Janela de oportunidade: entre o 18º mês e o 24º mês.

ID 47: Estimulá-lo a bater palmas de diferentes maneiras. Importante para o desenvolvimento da coordenação motora grossa e da linguagem. Janela de oportunidade: entre o 18º mês e o 24º mês.

ID 48: Jogar bola de diferentes cores e tamanhos. Importante para o desenvolvimento da coordenação motora grossa, do equilíbrio e da acuidade visual. Janela de oportunidade: entre o 18º mês e o 24º mês.

ID 49: Oferecer caixas e blocos para empilhar. Promove o desenvolvimento da coordenação motora fina e do pensamento lógico-matemático, necessário às atividades escolares mais adiante. Janela de oportunidade: entre o 18º mês e o 24º mês.

ID 50: Estimulá-lo a ficar na ponta dos pés. Promove o desenvolvimento do tônus muscular, da coordenação motora grossa e do equilíbrio. Janela de oportunidade: entre o 18º mês e o 24º mês.

ID 51: Chutar bola de diferentes tamanhos. Promove o desenvolvimento da coordenação motora grossa e do equilíbrio. Janela de oportunidade: entre o 18º mês e o 24º mês.

ID 52: Estimulá-lo a subir escadas e pequenos degraus um pé em cada degrau. Importante para o desenvolvimento do equilíbrio e da autoconfiança. Janela de oportunidade: entre o 18º mês e o 24º mês.

ID 53: Organizar móveis em um recinto para que escale com segurança. Escalar é de extrema importância para a criança, pois promove o desenvolvimento das habilidades de coordenação motora grossa, do equilíbrio, o aprendizado de causa e efeito, além de contribuir para o desenvolvimento da linguagem. Janela de oportunidade: entre o 18º mês e o 24º mês.

ID 54: Pedir para que segure bola acima da cabeça e jogue. De início, pode deixar a bola cair, mas é importante estimulá-la a fazê-lo para que desenvolva a coordenação motora grossa e o equilíbrio, importantes para que consiga correr com segurança. Janela de oportunidade: entre o 18º mês e o 24º mês.

ID 55: Pedir para que jogue bola a diferentes distâncias. Importante para o aprendizado de causa e efeito e para o desenvolvimento da coordenação motora grossa. Janela de oportunidade: entre o 18º mês e o 24º mês.

ID 56: Oferecer-lhe pequenos objetos para explorar e montar. Importante para o desenvolvimento da coordenação motora fina, do pensamento lógico-matemático e para o aprendizado de causa e efeito. Janela de oportunidade: entre o 18º mês e o 24º mês.

ID 57: Disponibilizar materiais para desenho (tintas, réguas diferentes, etc.). Além de trabalhar a coordenação motora fina, é essencial para o desenvolvimento da linguagem. Importante iniciar ao menos aos 18 meses. Janela de oportunidade: entre o 18º mês e o 72º mês.

ID 58: Pedir-lhe para explorar a comida e os utensílios. Importante para aprender sobre texturas, causa e efeito, além de trabalhar a coordenação motora fina. Janela de oportunidade: entre o 18º mês e o 24º mês.

ID 59: Pedir-lhe que pegue objetos do chão. Promove o desenvolvimento do equilíbrio, do tônus muscular e da coordenação óculo-motora. Janela de oportunidade: entre o 18º mês e o 24º mês.

ID 60: Permitir que se vista. Importante para o desenvolvimento da coordenação motora grossa e da autoconfiança para a independência motora. Janela de oportunidade: entre o 24º mês e o 36º mês.

ID 61: Deixá-lo explorar objetos pequenos. Importante para o desenvolvimento da coordenação motora fina e para o desenvolvimento da linguagem. Atentar para brinquedos com partes que possam ser engolidas. Janela de oportunidade: entre o 24º mês e o 36º mês.

ID 62: Estimulá-lo a folhear páginas. Promove o desenvolvimento da coordenação motora fina. Importante oferecer materiais com folhas de gramaturas diferentes (livros, revistas, cadernos, etc.). Janela de oportunidade: entre o 24º mês e o 60º mês.

ID 63: Pedir para que abra portas, girando maçanetas. Importante para o desenvolvimento da coordenação motora fina, especialmente para a articulação do pulso. Também é importante pedir para que abra potes com tampa de rosca. Janela de oportunidade: entre o 24º mês e o 36º mês.

ID 64: Estimulá-lo a correr. Importante para aprimorar o movimento de caminhar, aumentar o tônus muscular e desenvolver o equilíbrio. Janela de oportunidade: entre o 24º mês e o 36º mês.

ID 65: Estimulá-lo a pedalar. De início, pode não conseguir ainda entender como usar as pernas para se locomover com o triciclo, empurrando o triciclo colocando os pés no chão. O importante é oferecer a oportunidade para que elabore a solução para o problema de como utilizar os pedais do triciclo para se locomover. Janela de oportunidade: entre o 24º mês e o 36º mês.

ID 66: Estimulá-lo a subir escadas. De preferência, segurando um objeto e permitindo que salte do último degrau. Janela de oportunidade: entre o 24º mês e o 36º mês.

ID 67: Estimulá-lo a escalar e a se pendurar. Nos brinquedos de escalada em parques, importante para o fortalecimento do tônus muscular e das articulações, além do desenvolvimento da coordenação motora grossa e do equilíbrio. Janela de oportunidade: entre o 24° mês e o 36° mês.

ID 68: Propiciar ambiente para o brincar livre. Neste ambiente, é importante que se tenham brinquedos que ele possa brincar de cuidar deles, materiais para pintura, objetos para escalada segura, roupas para vestir. A liberdade é importante componente para o desenvolvimento da autonomia. Janela de oportunidade: entre o 24° mês e o 36° mês.

ID 69: Oferecer blocos para montar e equilibrar. Deixar disponível ao menos 10 blocos pequenos para empilhar. Importante para o desenvolvimento da coordenação motora fina e do pensamento lógico-matemático. Janela de oportunidade: entre o 24° mês e o 36° mês.

ID 70: Pedir para que se agache e se levante sem usar as mãos. Importante para o desenvolvimento do tônus muscular e do equilíbrio e fortalecimento das articulações. Janela de oportunidade: entre o 24° mês e o 36° mês.

ID 71: Oferecer brinquedos para puxar e empurrar. Carrinhos de boneca, carrinhos puxados por uma corda são alguns exemplos. Importante para o aprendizado de causa e efeito e para a coordenação motora grossa. Janela de oportunidade: entre o 24° mês e o 36° mês.

ID 72: Brincar de chutar bola caminhando. Fazê-lo com bolas de diferentes tamanhos. Importante para o desenvolvimento do equilíbrio e para o aprendizado de causa e efeito. Janela de oportunidade: entre o 24° mês e o 36° mês.

ID 73: Disponibilizar brinquedos com partes móveis. Brinquedos de montar, de encaixe, com alavancas são importantes para o aprendizado de causa e efeito e para o desenvolvimento da coordenação motora fina. Janela de oportunidade: entre o 36° mês e o 48° mês.

ID 74: Disponibilizar diversos materiais de papelaria e tecido. Trabalhar diferentes texturas em trabalhos manuais são importantes para o desenvolvimento da coordenação motora fina. Janela de oportunidade: entre o 36° mês e o 72° mês.

ID 75: Disponibilizar tesoura sem ponta. Recortar desenvolve a coordenação motora fina. Janela de oportunidade: entre o 36° mês e o 72° mês.

ID 76: Disponibilizar modelos de formas geométricas, letras. Oferecer estes materiais para que ele copie os formatos, trabalhando as linhas e pintar dentro dos espaços. Importante para o desenvolvimento da coordenação motora fina e da linguagem. Janela de oportunidade: entre o 36° mês e o 72° mês.

ID 78: Pedir para que pegue uma bola que pula. Importante para a coordenação óculo-motora, para o desenvolvimento da coordenação motora grossa e do equilíbrio. Janela de oportunidade: entre o 36° mês e o 48° mês.

ID 79: Estimule e deixe-o correr em diferentes lugares. Principalmente para que aprenda a reconhecer e diferenciar lugares, aprender sobre distância e desenvolver a acurácia dos movimentos da coordenação motora grossa. Janela de oportunidade: entre o 36° mês e o 48° mês.

ID 80: Disponibilize cordas, fios, contas e colares de contas. Peça para montar um colar de contas com contas variadas e coloridas. Importante para a coordenação motora fina e para o aprendizado de causa e efeito. Janela de oportunidade: entre o 36° mês e o 48° mês.

ID 81: Estimule-o a abotoar, fazer laços, abrir e fechar zíper. Além do aprendizado de causa e efeito, desenvolve a coordenação motora fina. Janela de oportunidade: entre o 36° mês e o 48° mês.

ID 82: Estimule-o a subir escada, um pé por degrau, segurando um brinquedo grande. Importante para o desenvolvimento do equilíbrio e da coordenação motora grossa. Janela de oportunidade: entre o 36° mês e o 48° mês.

ID 83: Brinque de quanto tempo fica em pé em uma só perna. Importante para o desenvolvimento do equilíbrio e do tônus muscular. Janela de oportunidade: entre o 36° mês e o 48° mês.

ID 84: Estimulá-lo a correr de maneiras diferentes. Pedir para que corra de costas, de lado, imitando algum animal, para que aprimore o equilíbrio, o caminhar e a coordenação motora grossa. Janela de oportunidade: entre o 36° mês e o 48° mês.

ID 85: Estimulá-lo a pular corda. Importante para o desenvolvimento do equilíbrio. Janela de oportunidade: entre o 48° mês e o 60° mês.

ID 86: Estimulá-lo a dar cambalhotas. Importante para o desenvolvimento da coordenação motora grossa e da autoconfiança. Janela de oportunidade: entre o 48° mês e o 60° mês

ID 87: Estimulá-lo a usar garfo, colher e faca. Importante para aprimorar a coordenação motora fina, pois o uso de cada talher se faz de forma ligeiramente diferente. Janela de oportunidade: entre o 48° mês e o 60° mês.

ID 88: Estimulá-lo a balançar-se. Levá-lo a parques para brincar com balanços, gangorras e escalada. Importante para o aprendizado de causa e efeito e para o desenvolvimento da coordenação motora grossa e autoconfiança para posterior independência motora. Janela de oportunidade: entre o 48° mês e o 60° mês.

ID 89: Estimulá-lo a subir escadas de diferentes maneiras. Importante para o desenvolvimento do equilíbrio, da coordenação motora grossa e da autoconfiança. Janela de oportunidade: entre o 48° mês e o 60° mês

ID 90: Estimulá-lo a pular com uma perna só. Contar quantos pulos a criança dá com uma perna só é uma ótima brincadeira. Importante para o desenvolvimento do equilíbrio e do tônus muscular. Janela de oportunidade: entre o 48° mês e o 60° mês

ID 91: Pedir para que pegue um objeto do chão sem dobrar os joelhos. Importante para o desenvolvimento do tônus muscular e do equilíbrio. Janela de oportunidade: entre o 48° mês e o 60° mês

ID 92: Jugar futebol ou outra atividade com bola. O importante é permitir que ele caminhe ou corra atrás da bola, quique a bola enquanto anda ou corre ou a jogue distante, usando as duas mãos ou uma só, por trás da cabeça. Desenvolve o equilíbrio, tônus muscular, a coordenação motora grossa e a autoconfiança para posterior independência motora. Janela de oportunidade: entre o 48° mês e o 60° mês.

ID 93: Estimulá-lo a pular corda cada vez mais rápido. Além de estimulá-lo a pular corda, pedir que o faça cada vez mais rápido, adquirindo proficiência na atividade. Importante para o desenvolvimento da coordenação motora grossa, do equilíbrio, da autoconfiança para a aquisição da independência motora. Janela de oportunidade: entre o 60° mês e o 72° mês.

ID 94: Estimulá-lo a pular elástico a diferentes alturas. Pular elástico é uma brincadeira em que ficam duas pessoas, uma oposta a outra, esticando um elásticos na qual uma terceira criança terá que pular. A cada fase, a altura aumenta, aumentando o desafio. Ao fazê-lo, a criança adquiriu independência motora suficiente para aprimorá-la. Janela de oportunidade: entre o 60° mês e o 72° mês.

ID 95: Estimulá-lo a montar torres com diferentes formas geométricas. Ao montar as torres, pedir para que sejam alinhadas e as mais altas possíveis. Importante para o desenvolvimento da coordenação motora fina e aprendizagem de causa e efeito. Janela de oportunidade: entre o 60° mês e o 72° mês.

ID 96: Estimulá-lo a dançar. Importante para o desenvolvimento do ritmo, coordenação motora grossa e fina, além do desenvolvimento da linguagem e do aprendizado de causa e efeito. Pedir também para criar danças e imitar coreografias. Janela de oportunidade: entre o 60° mês e o 72° mês.

ID 97: Apresentar desenhos mais complexos. Disponibilizá-los para que a criança o copie e respeite os limites ao pintar. Importante para o desenvolvimento da coordenação motora fina e da linguagem. Janela de oportunidade: entre o 60° mês e o 72° mês.

ID 98: Brincar de ficar de pé em um pé só com os braços cruzados. Importante para o desenvolvimento do equilíbrio e da coordenação motora grossa. Janela de oportunidade: entre o 60° mês e o 72° mês

ID 99: Brincar de alcançar os dedos dos pés sem dobrar os joelhos. Importante para o desenvolvimento do equilíbrio e do tônus muscular. Atentar para fazê-lo como uma brincadeira e não como um exercício. Janela de oportunidade: entre o 60° mês e o 72° mês

ID 100: Desenhar uma linha e pedir para que caminhe sobre ela. Pode ser também pedir para que se caminhe no meio-fio da calçada. Importante para o desenvolvimento do equilíbrio, da coordenação motora grossa e da autoconfiança. Janela de oportunidade: entre o 60° mês e o 72° mês.

ANEXO P: Planilha de Aplicação dos Estímulos Cognitivos: Descrição

ID 1: Movimentar bebê e deixá-lo em diferentes posições. Oferecer ao bebê diferentes estímulos visuais proporciona o desenvolvimento da visão. Importante que o local onde o bebê fica tenha cores e formas diferentes. Evite cores neutras. Janela de oportunidade: 1° ao 2° mês.

ID 2: Virar o bebê de um lado a outro. Importante para o desenvolvimento do sentido de movimento e da visão, quando o local oferece diferentes estímulos visuais em diferentes partes para onde o bebê olha. Janela de oportunidade: 1° ao 2° mês.

ID 3: Colocá-lo no colo e balançá-lo. Importante para o desenvolvimento do senso de movimento, equilíbrio para, posteriormente, sentar-se e caminhar. Janela de oportunidade: 1° ao 2° mês.

ID 4: Amamentá-lo olhando nos olhos. Proporciona o desenvolvimento do vínculo, que traz segurança ao bebê, importante para o desenvolvimento emocional e social. Além disso, amamentar o bebê é importante para o desenvolvimento do aparato orofacial responsável pela fala. Janela de oportunidade: 1° ao 24° mês.

ID 5: Falar bem articulado, a 20 cm do rosto da criança. A visão do bebê ainda é imatura. Esta é a distância máxima que proporciona ao bebê aprender como é o rosto das pessoas que cuidam dele e a aprender a movimentação da boca para aprender a falar. Janela de oportunidade: 1° ao 2° mês.

ID 6: Deixar móbile sonoro. Como a audição é um dos sentidos mais desenvolvidos no neonato, um móbile sonoro fará com que ele preste atenção e tente buscar a origem do som, além de ver o movimento do móbile. Importante para o sentido de localização, desenvolvimento da visão e da linguagem. Mais adiante, o bebê tentará mexer no móbile para provocar o som e o movimento, aprendendo causa e efeito. Janela de oportunidade: 1° ao 4° mês.

ID 7: Ler para a criança pausadamente e mostrar figuras. A leitura deve ser iniciada desde o nascimento da criança para o desenvolvimento da linguagem. Mostrar figuras estimula o desenvolvimento da visão. Janela de oportunidade: 1° ao 4° mês.

ID 8: Colocar sons diferentes e harmônicos para ouvir (não muito altos). Um bebê ouve melhor e mais frequências do que um adulto. Não há a necessidade de colocar sons altos demais, que podem irritar o bebê. Importante colocar sons harmônicos (Mozart, Chopin, Mahler), pois acalmam a criança e proporcionam o desenvolvimento da linguagem e do pensamento lógico-matemático. Janela de oportunidade: 1° ao 12° mês.

ID 9: Desligar a música ao conversar com o bebê. Importante para que o bebê não confunda a voz do cuidador com a música. Janela de oportunidade: 1° ao 2° mês.

ID 10: No banho, falar ao bebê a sequência cabeça, barriga e pés. Comunicar-se com o bebê durante o banho, olhando nos olhos, desenvolve o vínculo, o senso de ser cuidado, acalma o bebê. Importante para o desenvolvimento da linguagem e para o conhecimento do próprio corpo e da noção de sequência. Janela de oportunidade: 1° ao 6° mês.

ID 11 Cantar cantigas e rimas para o bebê. Importante para o desenvolvimento da noção de ritmo (tanto da linguagem quanto motor) e da linguagem. Janela de oportunidade: 1° ao 18° mês.

ID 12: Fazer contato visual com o bebê. Importante para o estabelecimento do vínculo e, portanto, do desenvolvimento emocional e social. Janela de oportunidade: 1° ao 6° mês.

ID 13: Dar carinho e atenção. Importante para o desenvolvimento social e emocional da criança, além de diminuir o stress e impedir o estabelecimento de diversos quadros de doença. Janela de oportunidade: 1° ao 72° mês.

ID 14: Não gritar com o bebê. A primeira via de reconhecimento da linguagem é através das diferentes entonações da voz do adulto. Gritar assusta a criança, traz a sensação de insegurança e medo, aumenta os níveis de estresse, é prejudicial ao desenvolvimento emocional, social e da linguagem. Gritar com uma criança não deve ser feito em nenhuma fase da vida dela, pois o nível de estresse gerado traz prejuízos que podem ser irreparáveis. Janela de oportunidade: 1° ao 72° mês.

ID 15: Tocar o bebê. Importante tanto para o desenvolvimento motor, quanto para o desenvolvimento emocional e social, acalmando o bebê, proporcionando a sensação de segurança. Janela de oportunidade: 1° ao 12° mês.

ID 16: Chamá-lo pelo nome. Importante para o desenvolvimento cognitivo, para a identificação do “eu”, para o desenvolvimento emocional e social. Não utilize apelidos jocosos. Janela de oportunidade: 1° ao 72° mês.

ID 17: Não dar chupeta ao bebê. Apesar de ser vendida como algo inofensivo para acalmar o bebê, o uso de chupeta é extremamente prejudicial para o desenvolvimento do aparato orofacial, provocando deficiências na linguagem e na mastigação, além de provocar o desmame precoce. Janela de oportunidade: 1° ao 48° mês.

ID 18: Oferecer objetos para o bebê segurar. Importante para o aprendizado de tamanho e texturas. Janela de oportunidade: 1° ao 6° mês.

ID 19: Deixá-lo em lugar seguro para rolar. Rolar é importante para aprender a explorar o ambiente. Janela de oportunidade: 2° ao 6° mês.

ID 20: Deixá-lo de bruços para levantar a cabeça apoiado nos cotovelos. Importante para ver o ambiente sob a perspectiva vertical. Janela de oportunidade: 2° ao 6° mês.

ID 21: Dar tchau e chamá-lo de longe. Importante para aprender a localizar sons. Janela de oportunidade: 2° ao 6° mês.

ID 22: Movimentar objetos na frente da criança para ela seguir com o olhar. Importante para o desenvolvimento da visão. Janela de oportunidade: 2° ao 6° mês.

ID 23: Caminhar na frente do bebê. Ao acompanhar com os olhos, permite o desenvolvimento da visão do bebê. Janela de oportunidade: 3° ao 6° mês.

ID 24: Conversar com o bebê. Conversar com o bebê articulando bem as palavras e olhando para ele para que ele tente imitar. Importante para o desenvolvimento da linguagem, inclusive para o desenvolvimento motor da fala. Janela de oportunidade: 3° ao 6° mês.

ID 25: Contar histórias mostrando as figuras do livro. Importante para o desenvolvimento da visão, da linguagem e da coordenação óculo-motora. Janela de oportunidade: 3° ao 6° mês.

ID 26: Pegar criança no colo em posição vertical. Importante para desenvolver a noção de localização e equilíbrio. Janela de oportunidade: 3° ao 6° mês.

ID 27: Deixar objetos com tamanhos, texturas, cores e sons diferentes. Importante para o desenvolvimento da coordenação motora fina, da visão, da audição e da aprendizagem a relação causa-efeito. Janela de oportunidade: 4° ao 8° mês.

ID 28: Deixá-lo levar as mãos à boca. Importante para o desenvolvimento da musculatura orofacial e da linguagem. Janela de oportunidade: 4° ao 6° mês.

ID 29: Brincar com o bebê. Além do fortalecimento do vínculo, promove o desenvolvimento motor, da linguagem (porque a criança tenta imitar), social e afetivo. Janela de oportunidade: 4° ao 6° mês.

ID 30: Não deixá-lo deitado por muito tempo sozinho. Principalmente em ambientes neutros, sem atrativos visuais. Prejudica o desenvolvimento motor, da linguagem, afetivo e social. Janela de oportunidade: 4° ao 6° mês.

ID 31: Não dar mamadeira ao bebê. Assim como a chupeta, o uso de mamadeira prejudica o desenvolvimento orofacial, da linguagem da mastigação, da deglutição, além de estimular o desmame precoce na criança. Janela de oportunidade: 4° ao 24° mês.

ID 32: Levá-la a ambientes naturais. É importante para a criança o convívio com a natureza para o desenvolvimento visual (observação das diferenças de tons de cores, diferentes formatos e texturas), desenvolvimento cognitivo e aprendizado da relação causa-efeito. Janela de oportunidade: 4° ao 18° mês.

ID 33: Brincar de passar uma bola por trás de obstáculos. Importante para o desenvolvimento da relação causa-efeito e de previsão, acompanhando com os olhos a trajetória a ser feita pela bolinha. Janela de oportunidade: 4° ao 9° mês.

ID 34: Brincar de esconder objetos parcialmente. Importante pois a criança completará o formato do objeto mentalmente e descobrirá o objeto todo para comprovar a hipótese do formato do objeto. Janela de oportunidade: 4° ao 9° mês.

ID 35: Deixar um objeto de segurança. Durante os primeiros meses, deixar um objeto que tenha um cheiro familiar ou da mãe para que se sinta seguro. Para crianças que irão à creche, que seja um objeto com o cheiro da mãe para a criança se sentir segura mesmo não tendo a mãe à vista. Um exemplo pode ser a fraldinha ou um cobertor. Lembrar de lavar somente quando houver um outro para substituir. De preferência, que a substituição seja feita

no final de semana, quando o bebê estará em casa na companhia da mãe. Janela de oportunidade: 6° ao 12° mês.

ID 36: Deixar objetos distantes para o bebê pegar. Importante para aprender a noção do tamanho relativo dos membros, relação de causa-efeito e resolução de problemas. Janela de oportunidade: 6° ao 12° mês.

ID 37: Mostrar objetos e estimular que ela aponte para o objeto. Importante para o desenvolvimento da coordenação óculo-motora e da linguagem. Janela de oportunidade: 6° ao 12° mês.

ID 38: Brincar de “achou!”, “tchau” e de bater palmas. Importante para o aprendizado da relação de causa-efeito, de continuidade de um objeto, do desenvolvimento da coordenação motora grossa e do ritmo para utilização dos gestos para aquisição da linguagem. Janela de oportunidade: 6° ao 12° mês.

ID 39: Falar as partes do corpo tocando com a mãozinha dela. Com a mãozinha da criança, tocar as partes do corpo dizendo o nome de cada uma, olhando nos olhos da criança. Importante para o desenvolvimento do “eu” e da linguagem. Janela de oportunidade: 6° ao 12° mês.

ID 40: Deixar objetos seguros acessíveis para manusear e jogar. Os objetos não podem quebrar em partes pontudas ao serem jogados no chão, não podem ter partes pontudas ou cortantes e devem estar limpos para que a criança possa leva-lo à boca. Importante para o aprendizado da relação de causa-efeito e para o desenvolvimento da linguagem. Janela de oportunidade: 6° ao 12° mês.

ID 41: Deixar caixas de diferentes tamanhos para ela explorar. Inclusive caixas do tamanho dela e que caibam em sua mão para que ela possa tirar e colocar uma dentro da outra. Importante para o aprendizado da relação causa-efeito e de resolução de problemas. Janela de oportunidade: 6° ao 12° mês.

ID 42: Montar obstáculos para subir, escalar, saltar com segurança. Importante para o aprendizado da relação causa-efeito, da resolução de problemas e para o desenvolvimento da linguagem. Janela de oportunidade: 6° ao 12° mês.

ID 43: Contar histórias com livros ilustrados com figuras grandes. Importante para o desenvolvimento da visão e da linguagem. Janela de oportunidade: 6° ao 12° mês

ID 44: Mostrá-la ao espelho. Importante para o desenvolvimento da noção do “eu”, e aprendizagem da relação causa-efeito. Janela de oportunidade: 6° ao 24° mês.

ID 45: Oferecer um chocalho. Para que a criança chacoalhe. Importante para o aprendizado da relação causa-efeito. Janela de oportunidade: 6° ao 12° mês.

ID 46: Deixá-la segurar e beber em um copo. Importante para a coordenação óculo-motora, para o aprendizado de causa-efeito e para o desenvolvimento da linguagem. Janela de oportunidade: 8° ao 12° mês.

ID 47: Oferecer objetos pequenos para manipular. Importante para o desenvolvimento do movimento de pinça e da linguagem. Janela de oportunidade: 8° ao 12° mês.

ID 48: Fazer diferentes sons com o bebê. Fazer diferentes sons com os lábios e língua para o bebê, estimulando-o a imitar, promove o desenvolvimento da linguagem. Janela de oportunidade: 8° ao 12° mês.

ID 49: Ler para o bebê deixando-o apontar figuras. Importante para o desenvolvimento da coordenação óculo-motora, da linguagem e da visão. Janela de oportunidade: 8° ao 12° mês.

ID 50: Fazer pedidos simples (1 comando conhecido). Pedir para que a criança faça algo simples e conhecido, como “Dá a mão?”. Importante para o desenvolvimento da linguagem. Janela de oportunidade: 9° ao 18° mês.

ID 51: Conversar com o bebê. Conversar articulado, falando mais claramente com o bebê, utilizando mais palavras. Importante para o desenvolvimento do vínculo e da linguagem. Janela de oportunidade: 9° ao 18° mês.

ID 52: Oferecer caixas de diferentes tamanhos para brincar. Oferecer caixas de diferentes tamanhos, algumas de tamanhos similares também, para que, além de encaixar, a criança possa empilhar e inventar outras funções. Importante para o aprendizado da relação de causa-efeito. Janela de oportunidade: 9° ao 72° mês.

ID 53: Oferecer brinquedos que tenham corda para puxar. Importante para o aprendizado de causa-efeito. Janela de oportunidade: 9° ao 12° mês.

ID 54: Ir à reuniões de família. Para que ela possa reconhecer pessoas. Importante para o desenvolvimento do reconhecimento de traços para, mais adiante, reconhecer os pais e a si mesmo com certeza em fotos. Também é importante para o desenvolvimento social. Janela de oportunidade: 12° ao 18° mês.

ID 55: Promover situações novas (não a deixe sozinha). Importante para o aprendizado de causa-efeito e desenvolvimento da autoconfiança. Janela de oportunidade: 12° ao 18° mês.

ID 56: Permitir explorar o ambiente (esteja por perto). Evitar se assustar com situações que possam oferecer perigo, não impeça a criança por medo que ela se machuque. Estar por perto para evitar que se machuque, caso possa ocorrer. Ela desenvolverá a confiança necessária para caminhar sem apoio. Janela de oportunidade: 12° ao 18° mês.

ID 57: Atentar para as atitudes na frente da criança (ela copia). O aprendizado de uma criança se dá por imitação. Portanto, o que fizer ou disser a criança irá imitar. Janela de oportunidade: 12° ao 72° mês.

ID 58: Permití-la brincar de alimentar bonecos e animais. A criança imitará, com brinquedos e animais, os cuidados que ela recebe. Importante para o desenvolvimento da imaginação. Janela de oportunidade: 12° ao 18° mês.

ID 59: Perguntar sobre as partes do corpo. Perguntar sobre as partes do corpo que foram ensinadas anteriormente. Pedir para que ela aponte a parte que disser. Importante para o desenvolvimento da linguagem e estímulo à memória. Janela de oportunidade: 12° ao 18° mês.

ID 60: Conversar com a criança. Conversar normalmente, usando tempos e concordâncias corretamente. Use tons diferentes e gestos. Importante para o desenvolvimento da linguagem. Janela de oportunidade: 12° ao 72° mês.

ID 61: Criar situações seguras para o “não”. Dizer “não” é importante para a autonomia da criança para, mais adiante, reconhecer a existência do outro e brincar com o

outro. Oferecer situações seguras significa ela poder dizer não sem ser reprimida por isto. Janela de oportunidade: 12° ao 18° mês.

ID 62: Dar instruções usando gestos. Exemplo: “Vem para cá!” (fazendo gesto com a mão). Importante para o desenvolvimento da linguagem. Janela de oportunidade: 12° ao 18° mês.

ID 63: Oferecer brinquedos de encaixe e de montar simples. Importante para o aprendizado de causa-efeito e de resolução de problemas. Janela de oportunidade: 12° ao 18° mês.

ID 64: Permitir que explore ambientes naturais. Permitir que mexa com terra, pise em poças d’água, brinque com lama, areia e água, cheire flores e frutos. Importante para o desenvolvimento da linguagem. Janela de oportunidade: 18° ao 72° mês.

ID 65: Oferecer blocos para empilhar e montar. Deixar disponíveis ao menos de 15 a 20 blocos. Até os 72 meses a criança será capaz de empilhar até 15 blocos de forma alinhada. Importante para a aprendizagem de causa-efeito. Janela de oportunidade: 18° ao 72° mês

ID 66: Promover situações seguras para o comportamento desafiador. Isto é, deixar objetos escondidos, obstáculos para ultrapassar. Importante para o aprendizado de causa-efeito. Janela de oportunidade: 18° ao 24° mês.

ID 67: Permití-la acompanhar nas tarefas domésticas. A criança imita o adulto e é importante para que ela compreenda o ambiente em que vive. Janela de oportunidade: 18° ao 24° mês.

ID 68: Estar atento, pois tem pouco senso de perigo. A criança é muito curiosa e ainda não tem senso de perigo, necessitando de supervisão constante do adulto. Janela de oportunidade: 18° ao 24° mês.

ID 69: Ajudar a lidar com birra (frustração). Ao mesmo tempo em que aprende a dizer não, a criança precisa aprender a lidar com as próprias frustrações pois não sabe gerenciá-las. Gritar nunca é aconselhável. Fique no nível dos olhos da criança e a acalme. Importante para o desenvolvimento das habilidades sociais e para a autoconfiança. Janela de oportunidade: 18° ao 24° mês.

ID 70: Mostrar fotos e perguntar nome de pessoas e objetos. Importante para o estabelecimento da memória. Janela de oportunidade: 18° ao 24° mês.

ID 71: Perguntar o nome dela. Importante para o desenvolvimento das habilidades sociais. Janela de oportunidade: 18° ao 24° mês.

ID 72: Estimulá-la a usar a imaginação. Contar histórias, imaginar personagens nas brincadeiras, dar outras funções a objetos do cotidiano, criar brincadeiras. Janela de oportunidade: 18° ao 72° mês.

ID 73: Ler para a criança pedindo para que aponte figuras no livro. Importante para o estabelecimento da memória e da linguagem. Janela de oportunidade: 18° ao 24° mês.

ID 74: Deixá-la levar objetos à boca. Importante para o desenvolvimento da linguagem. Janela de oportunidade: 18° ao 24° mês.

ID 75: Pedir para pegar objetos que não estão por perto. Importante para o estabelecimento da memória e aprendizado de resolução de problemas. Janela de oportunidade: 18° ao 24° mês.

ID 76: Oferecer objetos diferentes para brincar. Especialmente aqueles que têm uso cotidiano e que não são necessariamente “brinquedos”. Cordas, tecidos, papéis, pedaços de madeira, papelão são ideias para estimular a imaginação e a resolução de problemas. Janela de oportunidade: 18° ao 24° mês.

ID 77: Oferecer situações seguras para experimentar. Escalar, para testar os limites do próprio corpo, espaço suficiente para locomover-se, disponibilizar pincéis, tintas, painéis, são alguns exemplos. Janela de oportunidade: 18° ao 24° mês.

ID 78: Prestar atenção no que a criança tenta falar. A criança está aprendendo a falar e começará a tentar se comunicar. Com esforço, o adulto deve prestar atenção e tentar entender o que a criança fala. Nunca deve ignorar. Importante para o desenvolvimento da linguagem. Janela de oportunidade: 18° ao 24° mês.

ID 79: Perguntar nome de itens e pessoas conhecidas. Importante para o estabelecimento da memória. Janela de oportunidade: 18° ao 24° mês.

ID 80: Estimulá-la a cantar junto rimas e cantigas. Apesar de ainda estar aprendendo a falar, cantar rimas e cantigas ajudam no aprendizado do ritmo e da formação das palavras. Importante para o desenvolvimento da linguagem. Janela de oportunidade: 18° ao 24° mês.

ID 81: Promover situações para demonstração de afeto. Com irmão mais novo, com algum animal de estimação, ou mesmo um brinquedo favorito. Importante para o desenvolvimento das habilidades sociais. Janela de oportunidade: 24° ao 72° mês.

ID 82: Perguntar o nome das imagens em livros ilustrados. Importante para o estabelecimento da memória e desenvolvimento da linguagem. Janela de oportunidade: 24° ao 36° mês.

ID 83: Permití-la vestir-se e escolher a roupa. Importante para o desenvolvimento da autonomia e de habilidades sociais. Janela de oportunidade: 24° ao 36° mês.

ID 84: Promover um ambiente rico em emoções. Que sejam emoções positivas, com algumas frustrações. Importante para o aprendizado afetivo e social. Janela de oportunidade: 24° ao 36° mês.

ID 85: Manter uma rotina. Importante para a criança localizar-se no ambiente, para o desenvolvimento da percepção de tempo e de continuidade de eventos e sentir-se segura. Janela de oportunidade: 24° ao 36° mês.

ID 86: Pedir por objetos “em cima”, “embaixo”, “fora”, “dentro”. No comando a ser pedido, inserir a localização. Ex. “Pegue a bola embaixo da mesa”. Importante para a compreensão de localização. Janela de oportunidade: 24° ao 36° mês.

ID 87: Dar-lhe instruções de até 2 passos. Exemplo: “Pegue a bola embaixo da mesa e traga para mim”. Importante para a compreensão dos verbos em uma sentença. Janela de oportunidade: 24° ao 36° mês.

ID 88: Usar palavras como “eu”, “nós”, “você”, “ele”. Importante para o desenvolvimento da própria identidade, para a compreensão do eu e para o desenvolvimento das habilidades sociais. Janela de oportunidade: 24° ao 36° mês.

ID 89: Propiciar o brincar livre. Promover um ambiente com vários estímulos para a criança brincar livremente. Importante para o desenvolvimento da linguagem, da autonomia. Janela de oportunidade: 24° ao 36° mês.

ID 90: Perguntar o nome dos objetos. Importante para o estabelecimento da memória e para o desenvolvimento da linguagem. Janela de oportunidade: 24° ao 36° mês.

ID 91: Mostrar fotos de pessoas conhecidas e perguntar o nome delas. Importante para o estabelecimento de memória. Janela de oportunidade: 24° ao 36° mês.

ID 92: Pedir para nomear partes do corpo em figuras. A criança poderá apontar para o próprio corpo ao invés de apontar na figura, quando perguntado a ela. Pedir mostrando onde seria na figura. Janela de oportunidade: 24° ao 36° mês.

ID 93: Ajudar a lidar com birra (frustração) quando não conseguir falar. Importante para o desenvolvimento da linguagem e das habilidades sociais. Nunca grite, ignore ou tire sarro da criança. Ajude-a, dizendo as palavras que ela está tentando falar para acalmá-la. Importante para o desenvolvimento da linguagem e das habilidades sociais. Janela de oportunidade: 24° ao 36° mês.

ID 94: Oferecer situações para praticar “meu”, “seu”, “dele”. Importante para o desenvolvimento das habilidades sociais. Janela de oportunidade: 24° ao 36° mês.

ID 95: Conte e peça para contar histórias. Inventadas ou não pela criança. Janela de oportunidade: 36° ao 48° mês.

ID 96: Prestar atenção nas histórias que a crianças conta. Não julgá-las como verdadeiras ou não. Importante para o desenvolvimento da criatividade. Janela de oportunidade: 36° ao 48° mês.

ID 97: Pergunte sobre o que ela gosta e sobre ela. Importante para o desenvolvimento do “eu” e das habilidades sociais. Janela de oportunidade: 36° ao 48° mês.

ID 98: Não ignorar as perguntas da criança. Mesmo que ela pergunte algo que o adulto não saiba, estimular a encontrarem a resposta juntos. Janela de oportunidade: 36° ao 48° mês.

ID 99: Cantar canções, recitar poemas com ela e pedir para que ela o faça. Importante para o desenvolvimento da linguagem. Janela de oportunidade: 36° ao 48° mês.

ID 100: Falar sobre “ontem”, “hoje” e “amanhã”. Importante para o aprendizado de sequência temporal. Janela de oportunidade: 36° ao 48° mês.⁷

ID 101: Estimulá-lo a contar e nomear objetos. Importante para a numeracia e para o desenvolvimento da linguagem. Janela de oportunidade: 36° ao 48° mês.

ID 102: Pedir para continuar histórias. Importante para o desenvolvimento da linguagem e do aprendizado sobre sequência de eventos. Janela de oportunidade: 36° ao 48° mês.

ID 103: Deixá-la na companhia de outras crianças. Importante para o desenvolvimento das habilidades sociais. Janela de oportunidade: 36° ao 48° mês.

ID 104: Levá-la a parques que tenham outras crianças. Importante para o desenvolvimento das habilidades sociais. Janela de oportunidade: 36° ao 48° mês.

ID 105: Perguntá-la como foi o dia. Importante para o aprendizado de sequência de eventos e desenvolvimento da própria identidade. Janela de oportunidade: 36° ao 48° mês.

ID 106: Promover situações em que ela faça coisas novas. Importante para o desenvolvimento da autoconfiança e para o aprendizado da relação de causa-efeito e de resolução de problemas. Janela de oportunidade: 36° ao 48° mês.

ID 107: Não reprimir ou chamá-la de mentirosa quando contar uma história. Importante para não reprimir sua criatividade e para o desenvolvimento das habilidades sociais e da linguagem. A criança, nessa idade, ainda não sabe diferenciar o real do imaginário. Janela de oportunidade: 36° ao 48° mês.

ID 108: Criar situações para demonstrar afeto. Importante para o desenvolvimento afetivo e das habilidades sociais. Janela de oportunidade: 36° ao 48° mês.

ID 109: Estimular a cantar, dançar e atuar. Importante para o desenvolvimento afetivo, das habilidades sociais, da criatividade e da linguagem. Janela de oportunidade: 48° ao 60° mês.

ID 110: Pedir para ajudar, inclusive com outras crianças. A criança gosta de cuidar. Importante para o desenvolvimento afetivo e das habilidades sociais. Janela de oportunidade: 48° ao 60° mês.

ID 111: Perguntar nome, endereço, telefone e outros dados da criança. Importante para o desenvolvimento da própria identidade. Janela de oportunidade: 48° ao 60° mês.

ID 112: Pedir para contar histórias completas. Importante para o aprendizado sobre sequência de eventos e desenvolvimento da linguagem. Janela de oportunidade: 48° ao 60° mês.

ID 113: Estimular a desenhar o que vê e o que acontece. Importante para o desenvolvimento da linguagem. Janela de oportunidade: 48° ao 60° mês.

ID 114: Deixá-la brincar com outras crianças. Importante para aprender a negociar, criar regras, a colocar-se no lugar do outro. Janela de oportunidade: 48° ao 60° mês.

ID 115: Promover o brincar livre. Importante para o desenvolvimento das habilidades sociais e desenvolvimento da autonomia. Janela de oportunidade: 48° ao 72° mês.

ID 116: Pedir para que ela explique como algumas coisas funcionam. Aprendizagem da relação causa-efeito e desenvolvimento de hipóteses. Janela de oportunidade: 48° ao 72° mês.

ID 117: Pedir para que cante as rimas e cantigas. Importante para o desenvolvimento da linguagem. Janela de oportunidade: 48° ao 72° mês.

ID 118: Pedir para contar histórias completas de um livro. Estimula a memória promove o desenvolvimento da linguagem. Janela de oportunidade: 48° ao 60° mês.

ID 119: Contar piadas e anedotas infantis e pedir que as conte. Importante para o aprendizado da relação causa-efeito e desenvolvimento da linguagem. Janela de oportunidade: 48° ao 60° mês.

ID 120: Pedir para dizer nome completo, endereço, telefone e data de nascimento. Importante para o desenvolvimento da própria identidade e das habilidades sociais. Janela de oportunidade: 48° ao 60° mês.

ID 121: Pedir para que desene pessoas. Importante para o desenvolvimento das habilidades sociais e da linguagem. Janela de oportunidade: 48° ao 60° mês.

ID 122: Pergunte sobre tudo, mesmo sobre o que não existe ou seja absurdo. Importante para o aprendizado da relação causa-efeito e da elaboração de hipótese. Janela de oportunidade: 60° ao 72° mês.

ID 123: Promover situações para comparar pesos, distâncias, tamanhos, quantidades. Importante para o desenvolvimento do pensamento lógico-matemático. Janela de oportunidade: 60° ao 72° mês.

ID 124: Apresentar problemas para solucionar (reais e imaginários). Importante para a aprendizagem da relação de causa-efeito e da elaboração de hipótese. Janela de oportunidade: 60° ao 72° mês.

ID 125: Permitir explorar, testar (como um cientista) e pergunte a conclusão. Importante para aprendizado da relação causa-efeito, elaboração de hipótese e do método científico. Janela de oportunidade: 60° ao 72° mês.

ID 126: Pedir para diferenciar realidade de fantasia. Importante para o desenvolvimento da linguagem e da relação de causa-efeito. Janela de oportunidade: 60° ao 72° mês.

ID 127: Estimular a cantar, dançar, atuar e representar. Importante para o desenvolvimento das habilidades sociais, emocionais e da linguagem. Janela de oportunidade: 60° ao 72° mês.

ID 128: Pedir para organizar lugares e objetos (sem impor). Importante para o aprendizado da relação causa-efeito e do pensamento lógico-matemático. Janela de oportunidade: 60° ao 72° mês.

ID 129: Jogar jogos de tabuleiro. Importante para a aprendizagem de causa-efeito e elaboração de hipótese e para o desenvolvimento de habilidades sociais. Janela de oportunidade: 60° ao 72° mês.

ID 130: Brincar de fantasiar situações. Importante para o desenvolvimento de habilidades sociais, emocionais e da linguagem. Janela de oportunidade: 60° ao 72° mês.

ID 131: Conversar com a criança. Importante para o desenvolvimento da autonomia, da autoconfiança, para o desenvolvimento de habilidades sociais e emocionais. Janela de oportunidade: 60° ao 72° mês.

ID 132: Apresentá-la à tecnologia. A criança, nessa idade, tem habilidades para utilizar computadores, *tablets*, *smartphones*. Importante ressaltar que recomenda-se que não exponha criança à qualquer dispositivo com tela, seja TV, *tablets smartphones*, até os dois anos de idade, para evitar sérios prejuízos cognitivos à criança. Aconselha-se a, até esta idade, estimulá-la a brincar livre, sem o uso de tecnologias até estar apta a usá-las com parcimônia. Recomenda-se permitir o uso de telas por até 2h por dia, somente após os 2 anos de idade. Janela de oportunidade: 60° ao 72° mês.

ANEXO Q: Planilha de Aplicação dos Estímulos: Integração

Como listado na Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Infantil (Anexo N), o desenvolvimento infantil nos três primeiros meses tem como característica principal a presença dos reflexos, que são movimentos involuntários do bebê. É um período importante, caracterizado pela investigação de possíveis problemas neurológicos ou motores por parte dos profissionais de saúde. A ausência ou a persistência de um reflexo primitivo para além do período estimado pode alterar a trajetória do desenvolvimento de habilidades motoras futuras, fato este que pode ser considerado um indicador de um desenvolvimento atípico (CHINELLO; GANDI; VALENZA, 2018). Entretanto, não significa que não há a necessidade de se estimular o bebê do 1º ao 3º mês de vida. Muito pelo contrário, a estimulação é necessária para o progresso do desenvolvimento da criança durante a primeira infância. Basta verificar os estímulos listados na Planilha de Acompanhamento dos Estímulos. Da mesma forma, acontece dos quatro aos setenta e dois meses: os estímulos recebidos proporcionam o desenvolvimento das características seguintes. É uma construção em blocos, com cada período sendo necessário para surgimento do posterior (IVERSON, J. M., 2010). É importante salientar que as experiências promovidas pelo ambiente são vitais para o desenvolvimento normal de uma criança, pois essas experiências levam a mudanças nos circuitos neuronais (ZEANAH *et al.*, 2011), e que um estímulo pode influenciar o desenvolvimento de aspectos diferentes do desenvolvimento infantil pelo simples fato de os aspectos estarem interligados: o desenvolvimento de um interfere no do outro de forma dinâmica (BRUCE; MEGGITT; GRENIER, 2010; SMITH, L. B.; THELEN, 2003).

O termo cognição é utilizado para descrever os processos que, de alguma forma, estão relacionados diretamente com a percepção. Os processos cognitivos são necessários para interpretar e organizar a percepção, além de envolver processos de representações mentais, processos estes que ocorrem geralmente na ausência de uma percepção relevante. Dessa forma, pode-se dizer que os processos cognitivos estruturam e interpretam a percepção e funcionam, tanto na presença, quanto na ausência de um objeto material (BREMNER, J. G., 2001). Segundo Piek *et al.* (2008), o desenvolvimento cognitivo da criança, especialmente na velocidade de processamento e na memória de curto prazo na idade escolar depende de como a motricidade foi estimulada nos primeiros anos de vida.

Ao relacionar os aspectos que influenciam o desenvolvimento da linguagem, naturalmente imaginam-se trabalhos que envolvam a audição e o aparato orofacial. A música auxilia no desenvolvimento da linguagem, por estruturar as bases para a compreensão do ritmo: crianças que ouvem músicas harmônicas, como Chopin e Mozart, detectam melhor discursos em um idioma estrangeiro mais adiante, por exemplo (LAGERCRANTZ, 2016). Falar bem articulado, ler histórias de um livro para o bebê, cantar rimas e cantigas são importantes para que, mais adiante, a criança estruture os elementos da linguagem (gramática, fonética, semântica) e do discurso para o estabelecimento das bases para que ela consiga se comunicar corretamente mais adiante (KUHL, 2010; SHERIDAN, 2011). A amamentação tem função primordial no desenvolvimento da linguagem: está diretamente relacionado ao desenvolvimento do aparato orofacial, tanto que o uso de mamadeiras e chupetas comprovadamente prejudicam, não somente a mastigação, mas também a articulação para a produção de alguns fonemas (BARBOSA *et al.*, 2009; TOMITA; BENTO; MORAES, 2006). Entretanto, as habilidades motoras aos 18 meses são bons indicadores das habilidades comunicativas aos 3 anos de idade e importantes para a compreensão do desenvolvimento posterior da linguagem e da comunicação (CHINELLO; GANDI; VALENZA, 2018). O Reflexo de Babkin (o bebê reage abrindo a boca quando lhe apertam a palma da mão), por exemplo, mostra a coordenação entre gestos orais e manuais. Colocar a mão e outros objetos (seguros e limpos) na boca é importantíssimo para o desenvolvimento de todo aparato vocal e para a estruturação da linguagem (IVERSON, J. M., 2010). Movimentos rítmicos de mãos e braços, como “dar tchau”, sacudir e bater, prenunciam a “blablação”, e a “blablação” muda quando os padrões rítmicos de mãos e braços mudam. O progresso da “blablação” para o discurso é acompanhado do desenvolvimento da coordenação motora fina, levando à coordenação entre gestos e discurso (IVERSON, J. M.; THELEN, 1999). Segundo Iverson e Thelen (1999), o desenvolvimento motor está intimamente relacionado ao desenvolvimento da linguagem: (i) algumas funções motoras e da linguagem compartilham mecanismos cerebrais adjacentes; (ii) regiões do cérebro tipicamente associadas com funções motoras, como o córtex motor, área pré-motora, cerebelo⁶⁷, estão envolvidos com tarefas relacionadas à linguagem; (iii) áreas clássicas da linguagem, como a área de Broca, são ativadas durante atividades motoras. Dessa forma, pode-se dizer que os estímulos a serem proporcionados à criança para o

⁶⁷ VER ANEXO D: Cognição

desenvolvimento da linguagem iniciam-se logo após o nascimento e envolvem tanto promover estímulos auditivos e falar próximo à criança para que ela veja a movimentação da boca, quanto estimulá-la em sua motricidade. Como o bebê não tem controle sobre seus movimentos, é importante que um adulto o faça por ele nos primeiros meses, como virá-lo, balançá-lo, colocá-lo em posição vertical, evitando deixá-lo deitado por muito tempo, para que ele desenvolva as habilidades relativas à linguagem e também para que se interesse, cada vez mais, a explorar o ambiente mais adiante (BRUCE; MEGGITT; GRENIER, 2010; SHERIDAN, 2011). Os estímulos motores até os 18 meses são importantes para o desenvolvimento das habilidades comunicativas. Uma criança estimulada em sua motricidade, uma criança que explora, que escala, é uma criança com bom desenvolvimento da linguagem. Na planilha de Aplicação dos Estímulos, estão listados 132 estímulos, entre 1 e 18 meses, que podem ser oferecidos à criança para o desenvolvimento da linguagem (ID 1 à ID 27; ID 65 à ID 95; ID 112 à ID 129; ID 208 à ID 217; ID 239 à ID 242; ID 245 à ID 264; ID 313 à ID 343).

A visão, nos primeiros meses, mesmo pouco desenvolvida para a visão com cores e contrastes e conseguir enxergar até 20 cm de distância, completa seu desenvolvimento se for estimulada com objetos que sejam coloridos, de vários formatos e que se movimentem, e com livros ilustrados (BRUCE; MEGGITT; GRENIER, 2010; SHERIDAN, 2011). O desenvolvimento da visão estereoscópica depende de a criança ser estimulada com a movimentação de objetos à frente dos olhos dela. Ao longo do desenvolvimento, a exposição a tons diferentes de uma mesma cor estimulam a acuidade visual, por isso da importância de levá-la a locais em que possa ter contato com a natureza, para que ela seja exposta às diferentes cores e formas e aos diferentes tons de cores (matizes) (SHONKOFF; PHILLIPS, 2002). Os estímulos a serem oferecidos à criança para estimular o desenvolvimento da visão podem ser encontrados nas seguintes ID: 7, 9, 13, 14, 15, 20, 70, 76, 84, 88, 113, 120, 127, 212, 217, 248, 249, 257, 323, 333, 336, 374, 383, 393, 430, 438, 477.

A coordenação da motricidade, como resposta ao meio, assenta-se em uma integração das reações interoceptivas (sucção, deglutição, nutrição, respiração, eliminação, vigilância, bem-estar), sobre a qual, posteriormente, irão se assentar as reações proprioceptivas (interação mãe-filho, diálogoônico-emocional, conforto tátil, atenção visual sustentada, segurança ao equilibrar-se, posturas, atitudes), que, por sua vez, preparam as reações exteroceptivas (exploração de objetos, comunicação e interação, jogo, praxias) (WALLON,

1950 *apud* FONSECA, 2008). Todas essas mudanças acontecem em um período muito curto: de um controle muito pequeno do corpo assim que nasce, aos 18 meses a criança consegue manter-se em pé sozinha, como mostrado anteriormente, na Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Motor. A variabilidade dos movimentos nos primeiros meses de vida é um aspecto essencial para o desenvolvimento motor, o que pode ser percebido pelo número de movimentos citados para os primeiros meses de vida na Planilha de Acompanhamento do Desenvolvimento Motor. Ao longo do desenvolvimento, quando os reflexos dão lugar aos movimentos mais espontâneos, a variabilidade diminui como resultado da proficiência (PIEK, 2002). Isto acontece dessa forma porque o desenvolvimento motor se dá do simples para o complexo (primeiro uma criança aprende a andar e depois a pular); da cabeça para os pés (adquire-se primeiro o controle da cabeça e depois dos músculos da coluna espinhal); do interior para o exterior (primeiro a criança alcança um objeto para depois pegá-lo para manipulá-lo); do geral para o específico (um bebê demonstra que gosta de algo agitando braços e pernas, enquanto que uma criança mais velha, sorri) (BRUCE; MEGGITT; GRENIER, 2010). Portanto, os estímulos a serem oferecidos, nos primeiros meses, enquanto a criança tem pouco controle motor, envolvem um contato físico constante do adulto (virando a criança, colocando-a no colo). À medida que a criança vai adquirindo experiência motora, a função do adulto na promoção dos estímulos é a de proporcionar os desafios adequados para cada período, desde dar um objeto para o bebê, até oferecer um ambiente seguro para que possa escalar, estimulando a coordenação motora grossa, e brinquedos para montar, para estímulo da coordenação motora fina. Na Planilha de Acompanhamento dos Estímulos é possível observar essa mudança na forma de um adulto promover os estímulos motores para a criança. Vale lembrar que, diferentemente dos outros aspectos, é possível melhorar os aspectos motores ao longo da vida. Mas, para mantê-lo aberto para novas experiências, o sistema motor precisa ser continuamente desafiado (NELSON, C. A, 2000).

O desenvolvimento cognitivo e motor são interdependentes, como mostrado anteriormente. Entretanto, só é possível a esses dois aspectos desenvolverem-se adequadamente quando os estímulos nutricionais são oferecidos na forma e no período correto.

O aleitamento materno deve ser a única fonte de alimento até os 6 meses de vida, pois é o único alimento a oferecer a quantidade necessária dos nutrientes requeridos para o

período (ID 28 à ID 56). Os nutrientes são necessários tanto para o fornecimento da energia necessária para o crescimento e desenvolvimento da criança, quanto para a realização das reações bioquímicas responsáveis pelo funcionamento do organismo⁶⁸. Os períodos críticos para o oferecimento da quantidade correta dos nutrientes deve ser estritamente respeitados. Caso contrário, prejuízos para o desenvolvimento motor e cognitivo podem ocorrer e, dependendo do nutriente e do período, de maneira irreversível (BERDANIER; ZEMPLINI, 2009; BRUCE; MEGGITT; GRENIER, 2010; BUTTE, N. *et al.*, 2004; BUTTE, NANCY F, 2005; GROPPER; SMITH; GROFF, 2009; KRUGER; BUTTE, 2015; SHERIDAN, 2007). A alimentação também consiste em como proporcionar o ambiente adequado, sem estresse, para que a criança possa ser alimentada (e, mais adiante, alimentar-se). Por esse motivo, na Planilha de Aplicação dos Estímulos, as ID 25 à ID 64, ID 96 à ID 111, ID 130 à ID 207, ID 218 à ID 238, ID 243 à ID 244, ID 265 à ID 312, ID 344 à ID 359, ID 387 à ID 391 e ID 439 à ID 472 fornecem as habilidades e os comportamentos da criança esperados por período. Além disso, o link para a Tabela TACO® possibilita a consulta dos nutrientes presentes em diversos tipos de alimentos, sendo os mais comuns na alimentação brasileira, para o preparo de uma refeição balanceada para a criança.

O desenvolvimento é atividade-dependente, ou seja, é significativamente afetado pelas experiências e pelos estímulos que recebe, o que leva a considerar a importância do ambiente de estimulação após o nascimento, especialmente durante os primeiros anos de vida (GABBARD, 2008).

⁶⁸ VER ANEXO i

ANEXO R: Mecanismos Epigenéticos

Durante o ciclo de divisão celular, a dupla-hélice envolve proteínas chamadas de histonas, formando nucleossomos, que se empacotam até formarem um cromossomo com cromatina supercondensada (fig. 01a). A formação de uma proteína se dá por uma série de processos que envolvem desde a decodificação da fita de DNA presente no núcleo até a formação de RNA a serem traduzidos à proteínas no citoplasma da célula (fig. 01b). Os mecanismos epigenéticos atuam no DNA sem modificar a sequência de nucleotídeos, os quais citam-se: (i) metilação dos sítios CpG da fita de DNA, mecanismo mais comum; (ii) metilação ou acetilação das histonas; ou (iii) por micro RNA (miRNA) (fig. 02). Todos esses mecanismos silenciam o gene, ou sejam, impedem, em alguma fase do processo, a expressão do gene em proteína. No caso da metilação, a transcrição é inibida pela falta de acesso do fator de transcrição à fita de DNA por conta do grau de condensação das regiões metiladas da cromatina (fig. 03) (AGRAWAL *et al.*, 2018; KEMME *et al.*, 2017; LEWIN, 2008; LI; CASANUEVA, 2016; LODISH *et al.*, 2003).

Figura 01: Do DNA à proteína.

Fonte: Adaptado de Lodish *et al.* (2003) e Lewin (2008).

Em (A), vê-se a condensação do DNA, desde sua forma supercondensada em cromossomo, passando pela fita enrolada em proteínas de empacotamento do DNA chamada histonas, até a dupla hélice do DNA. Do lado direito, é mostrada a dimensão, em nanômetros (nm), da compactação do DNA em cada grau de condensação. Em (B), é mostrado de forma simplificada o processo de decodificação do DNA em proteína. O DNA contido no núcleo da célula, durante a divisão celular, é lido por fatores de transcrição, traduzindo regiões chamadas de INTRONS (regiões do DNA que codificam para proteínas) em RNA mensageiro (RNAm ou mRNA), que é transportado para o citoplasma da célula por proteínas codificadas por um RNA transportador (RNAt ou tRNA). Já no citoplasma, o RNA é traduzido por ribossomos em proteína (LEWIN, 2008; LODISH *et al.*, 2003).

Figura 02: Mecanismos epigenéticos da regulação gênica.

Fonte: Li and Casanueva (2016).

Em seu estado natural, o DNA é envolvido nas histonas, compactando o DNA em cromatina, condensando até formar o cromossomo. **(1)** Modificações químicas catalisadas por enzimas como a histona metiltransferase (HMT) ou histona acetiltransferase (HA), resultando em modificações nas porções terminais das histonas que controlam se a cromatina será empacotada mais firmemente e silenciada ou de maneira mais frouxa a expressa. Em **(2)**, outra modificação epigenética é a metilação do DNA nos resíduos CpG (citosina-fosfato-guanina) que empacotam e silenciam a cromatina. Em **(3)**, pequenos RNAs (gerados pela transcrição do DNA ou de dsRNA injetados exogenamente) são ligados por proteínas Argonautas e usados como guias para encontrarem sequências de mRNA complementares. A proteína Argonata pode causar o silenciamento do gene por clivagem (quebra) de mRNA (LI; CASANUEVA, 2016).

Figura 03: Metilação do DNA, transcrição gênica e estrutura da cromatina.

Fonte: Agrawal, et al. (2018).

O processo de metilação do DNA envolve a transferência de um grupo S-adenosilmetionina (SAM) para a posição C-5 da citosina, catalisado por DNA metiltransferases (DMNTs). A metilação do DNA é um "interruptor" que regula o balanço entre "aberto" e "fechado" da cromatina pela mudança da interação entre DNA e proteína. A taxa de metilação de DNA é inversamente proporcional à transcrição. O aumento na quantidade de grupo metil acompanhada por modificações no centro das histonas (como acetilação ou metilação) resulta em alterações da estrutura da cromatina de conformação aberta para fechada, no qual DNA é menos acessível para o maquinário de transcrição e, portanto, a transcrição é impedida, resultando no silenciamento do DNA (AGRAWAL *et al.*, 2018).

ANEXO S: A importância do brincar para o desenvolvimento infantil

Na infância, as experiências das crianças envolvem o brincar. Há diversas sutilezas no processo do brincar e aprender da criança, reiteradas pela relação entre a criança com ela mesma, dela com outras pessoas, sejam adultos ou outras crianças, e dela com os objetos no ambiente a seu redor (TAYLER, 2015). Segundo FONSECA (2008), é a recriação pelo adulto de um ambiente próprio que concretiza o conjunto de condições (estímulos, situações, tarefas, etc.) que estão na base do desenvolvimento motor, afetivo e cognitivo da criança.

Brincar é uma das principais atividades da criança. É por meio da brincadeira que ela revive a realidade, constrói significados e os res-significa, aprendendo, criando e se desenvolvendo em todos os seus aspectos – ela se constrói na relação com os outros e com o mundo. Sob esta ótica, o jogo e a brincadeira assumem papel relevante em seu desenvolvimento (POZAS, 2011).

O brincar livre permite a criança a usar sua criatividade enquanto desenvolve a imaginação, a destreza e a força física, emocional e cognitiva – é importante para a saúde do cérebro. É através do brincar livre que a criança interage e explora o mundo a seu redor, enfrentando seus medos, praticando regras dos adultos, criando as suas próprias em conjunto com outros adultos e outras crianças. Enquanto brinca, a criança desenvolve novas competências que a levam ao desenvolvimento da autoconfiança e resiliência necessárias aos futuros desafios que irá enfrentar. Brincando livremente, a criança aprende a trabalhar em grupo, a compartilhar, a negociar, a tomar decisões, a resolver conflitos e a argumentar. Quando o brincar é direcionado e controlado por um adulto (ou seja, não é livre), a criança se submete às regras do adulto, perdendo algumas características que só o brincar livre pode proporcionar, como o desenvolvimento da liderança, da criatividade e das habilidades de grupo (GINSBURG, 2007). Ao brincar, a criança não está preocupada com os resultados: é o prazer e a motivação que impulsionam a ação para explorações livres (KISHIMOTO, 1998). O brincar, especialmente o brincar livre, é importante também para o desenvolvimento físico da criança, especialmente para evitar problemas de saúde pública, como o da obesidade infantil, já que o brincar da pré-escola possui um alto nível de atividades que exigem esforços das crianças pequenas, quando o ambiente lhes propicia as condições para um brincar livre mais ativo e expansivo (BURDETTE; WHITTAKER, 2005).

De acordo com a Associação Internacional para a Educação Infantil (*Association for Childhood Education International – ACEI*), as crianças precisam de ambientes externos e internos que sejam estimulantes, seguros e acessíveis para todas as crianças, inclusive aquelas com necessidades especiais (SUTTERBY; FROST, 2006).

Em sociedades ocidentais, as crianças engajam-se em brincadeiras solitárias, dentro de casa, com ênfase no brincar imaginário com brinquedos e outros materiais que refletem a cultura vigente, influenciados pela mídia (SUTTERBY; FROST, 2006). O nível de realismo de um brinquedo em brincadeiras sociodramáticas depende da idade da criança: crianças de 5-6 anos de idade engajam-se no brincar dramático com acessórios não-realistas. Já crianças de 4 anos preferem brinquedos realistas e não-realistas. Crianças de 2-3 anos de idade preferem brinquedos realistas, isto porque, para as crianças desta idade, este tipo de brinquedo é utilizado de diversas formas, não somente para aquele o qual foi construído, por conta da exploração (ex.: um telefone nem sempre será usado como tal) (LESTER; RUSSEL, 2014).

O tipo de material colocado onde as crianças brincam influencia a natureza do brincar. Filosoficamente, os materiais podem ter origens diferentes. Programas didáticos enfatizam materiais que possuem um foco na aprendizagem e possuem sempre um fim acadêmico. Programas construtivistas privilegiam experiências com materiais que não possuem um fim definido em sua utilização, como blocos, areia, que oferecem à criança a oportunidade de imaginar e resolver problemas, ao invés de se basearem em atividades direcionadas por adultos. Para aqueles que seguem a linha de Vygotsky, os materiais são pivôs que ajudam as crianças a separarem elas mesmas da realidade concreta e o objeto de seu significado. Programas socioambientais destacam aqueles materiais que promovem uma recriação da expressão das emoções e a criatividade, por isso materiais como areia, água e materiais artísticos são utilizados (SUTTERBY; FROST, 2006). Bruner valoriza a brincadeira desde o nascimento da criança por ser um elemento constitutivo de ações sensório-motoras que respondem pelos primeiros elementos constitutivos do saber-fazer. É através da brincadeira que se aprende a se movimentar, a falar, a desenvolver estratégias para a solução de problemas, a explorar, a buscar alternativas não usuais, integrando o pensamento intuitivo. Brincadeiras com o auxílio do adulto, mas que tenham situações estruturadas, permitem a ação motivadora e inicial do aprendiz de qualquer idade: as brincadeiras são estratégias

adequadas para os que acreditam no potencial do ser humano para descobrir, relacionar e buscar soluções (KISHIMOTO, 1998).

Nos primeiros meses de vida o brincar altera-se de acordo com o nível de desenvolvimento da criança. Até os 6 meses, as crianças estão mais interessadas nas mudanças da forma do brinquedo do que das ações relacionadas a ele. A partir dos 9 meses, as habilidades motoras estão suficientemente desenvolvidas para que a criança possa perceber e detectar as características físicas do objeto. No primeiro ano, as crianças demonstram mais interesse quando um adulto as imita ou brinca com o mesmo brinquedo do que quando se atua ou se utiliza um brinquedo diferente. O interesse maior pelo adulto, nesta fase, se dá pelo fato de se mostrar o parceiro ideal para a brincadeira: quando um adulto responde às ações de um bebê, ele está contribuindo para que a criança saiba que há outros como ela (SUMISION; HARRISON, 2014). Na faixa do 0 aos 3 anos, a mediação do adulto é imprescindível. Quando a criança brinca sozinha, ou com alguém ao lado, sem interagir, o brincar é mais simples, como sacudir ou colocar na boca. Quando interage com um adulto, como a mãe, por exemplo, o brincar torna-se mais complexo. Até os 2 anos, a interação com outras crianças fica por conta da exploração mútua de um brinquedo, na imitação de outra criança que tenha descoberto uma nova maneira de utilizá-lo (MCGAHA; CUMMINGS; LIPPARD, 2011), ou quando está junto com outra criança em um ambiente com objetos grandes como sofás, cadeiras, colchões, para escalar, em ações simples e repetitivas (LØKKEN, 2014). Outra brincadeira típica desta faixa etária é a de frustrar a expectativa do adulto, realizando ações contrárias àquela esperada (LOIZOU, 2005). Entre os 3 e 4 anos de idade a criança passa a reconhecer a existência do outro. A partir dessa idade, as brincadeiras com narrativas ganham maior importância (BOMTEMPO, 1996).

Segundo Bruner (1992), uma história, ou uma narrativa, é um mecanismo utilizado para trazer sentido a nossas vidas e organizar a memória. No caso da criança, Vygotsky (1977) colocou que ações concebidas no imaginário permitem à criança a lidar com seu comportamento, não somente por percepção imediata dos objetos ou pela situação que imediatamente a afeta, mas também pelo senso da situação que cria. Interpretando a ideia de Vygotsky, El'konin e Zinchenko (2002 *apud* HAKKARAINÉ; BREDIKYTE, 2014) descreveram o desenvolvimento como o desdobramento de um drama ao redor das relações de formas reais e ideais, com suas transformações e transições mútuas, onde as formas ideais são

frequentemente expressas nas narrativas das crianças. No desenvolvimento da cultura, a aprendizagem associada ao brincar tem diferentes funções e qualidades por conta deste drama em desdobramento. Sutton-Smith (1995) discute diferentes funções do aprendizado no brincar comparado com o aprendizado formal (escolar), pois o ato imaginativo do brincar é o primeiro passo para estar disposto a aprender. El'koninova e Bazanova (2004 *apud* HAKKARAINÉ; BREDIKYTE, 2014) reforçam que o *role play* baseado em contos clássicos “é a escola da motivação”, por conta das análises realizadas pelos autores do impacto do herói dos contos clássicos na vontade das crianças. No brincar aprendendo (*play learning*), na metodologia da narrativa, os desafios não são definidos previamente e não há um critério exato de verdade: a criança revela seu próprio conhecimento individual sem medo de errar. Neste ponto, há uma diferença grande na motivação entre a narrativa e o aprender fático: o brincar é descrito como uma motivação intrínseca por não haver produtos concretos como resultado (LEONT'EV, 1995 *apud* HAKKARAINÉ; BREDIKYTE, 2014). Em ambientes de aprendizagem por narrativas, em escolas onde a alfabetização, o ensino de matemática e física estão nos mundos do brincar imaginários (*imaginary playworlds*), as tarefas estão incorporadas às histórias, transformando conteúdos e conceitos em elementos da jornada da criança no mundo da brincadeira (*playworld*). Um elemento essencial dessas tarefas são os limites que cruzam o imaginário e o real: as tarefas são imaginárias, mas soluções reais são aplicadas pelas crianças dentro da narrativa, levando a solução real para o mundo imaginário. Alguns autores colocam que essas soluções são primeiro aprendidas no imaginário e depois de um tempo são transportadas para os contextos diários da criança.

Considerando que as narrativas, principalmente de contos clássicos, são importantes no desenvolvimento do brincar imaginativo da criança; que elas propiciam à criança visitar vários “mundos”, além do seu próprio, no brincar livre; e que o aprendizado neste contexto é transportado, posteriormente, ao mundo real das crianças, faz-se as seguintes reflexões:

- Como seria a narrativa das brincadeiras das crianças caso se trabalhassem mitos?
- Que narrativa as crianças criariam se, no ambiente do brincar livre, além de diversos objetos com função definida (como um telefone) e outros materiais indefinidos (como um tecido), houvesse máscaras de animais, de rituais diversos, dos medos delas (do “bicho-papão”, por exemplo) e máscaras de foto de seu próprio rosto e do rosto dos colegas?

Como lidaria a criança com seus medos ali representados? Como se desenvolveria este brincar?

A resposta a estas reflexões seria um primeiro passo para a compreensão da assertiva de Huizinga (1949) e Vygotsky (1977): de que o brincar forma as bases de toda a atividade criativa humana. A atividade criativa do ser humano depende da qualidade de seu brincar quando criança.

ANEXO T: A importância da afetividade para o desenvolvimento infantil

Todo ser humano nasce com a capacidade de aprender e a aprendizagem ocorre por meio da experiência: o desenvolvimento da linguagem, a capacidade intelectual e as adaptações sociais são influenciadas pelo ambiente. A maneira pela qual a mãe interage com a criança, o modo com que a mãe fala com ela e ela responde, por exemplo, afeta o desenvolvimento das habilidades da criança, que por sua vez, evoca respostas diferentes dos indivíduos que interagem com ela, dependendo do ambiente e do comportamento que esses indivíduos exibem. Especialmente bebês são altamente responsivos à atenção, ao cuidado, ao carinho. Ambientes inadequados nos primeiros dois anos de vida podem ter um impacto negativo do desenvolvimento da criança, o que pode ser revertido, caso o bebê seja colocado em um ambiente que lhe forneça cuidados e atenção antes dos 24 meses. Nos primeiros anos de vida, o cérebro em desenvolvimento é altamente responsivo aos fatores internos que, por sua vez, alteram o modo como o cérebro reage às experiências externas. Uma criança, para que se desenvolva normalmente, deve receber atenção e cuidados durante o período crítico de sua infância (HESS, 1970; KOLB, B.; WHISHAW, 2015; MURGATROYD; SPENGLER, 2011; SEMRUD-CLIKEMAN; ELLISON, 2009; SMYKE *et al.*, 2010).

O crescimento dos dendritos e a sinaptogênese do desenvolvimento pós-natal do cérebro é sensível à experiência e dependente da experiência, cuja aquela oferecida pelos cuidadores primários (no caso, os pais) é a fonte moduladora mais importante dos estímulos do ambiente do bebê e o manancial fundamental de experiência da criança. A parte mais importante do ambiente são as interações e as relações que a criança tem com outras pessoas: tanto o crescimento de dendritos quanto a sinaptogênese são influenciados por eventos nos níveis intra e interpessoais da criança, assim como o desenvolvimento do córtex pré-frontal é influenciado pelo ambiente social. É entre o final do primeiro ano de vida e metade do segundo que estruturas corticais superiores responsáveis pelo desenvolvimento socioemocional amadurecem, sendo, os pais, os mais importantes moduladores do desenvolvimento hormonal da criança, o que levará ao aprendizado e a ajustes no desenvolvimento socioafetivo dela (SCHORE, 2016).

Ambientes ricos podem reforçar o desenvolvimento do cérebro durante a vida pós-natal, resultando em mais neurônios nas áreas do cérebro relacionadas à memória (CAREY, 2002). Altos níveis de afeto positivo e o brincar no final do primeiro ano de vida da criança são

necessários para a maturação do córtex pré-frontal. Em paralelo, com o surgimento da locomoção na criança, os pais mudam de agentes cuidadores para se tornarem agentes socializadores, um momento que gera um estresse socioafetivo, cujos estados emocionais são auto-regulados pela maturação das estruturas corticais da criança em um ambiente de afeto positivo. Programas epigenéticos do crescimento do cérebro ocorrem no contexto de uma relação de afeto positivo entre a criança e os pais: vínculos estáveis entre pais e criança são de vital importância para o desenvolvimento neurobiológico do bebê (SCHORE, 2016).

Segundo Gerhardt (2004), o ser humano é um sistema aberto, permeado e moldado por outras pessoas e pelo ambiente que o cerca. Ambos os sistemas fisiológicos e mental são desenvolvidos no relacionamento com outras pessoas e se mostra mais intenso e deixa suas maiores marcas durante a infância. O bebê é uma criatura extremamente influenciável, aberto ao aprendizado do que são suas próprias emoções e de como gerenciá-las, mostrando que as experiências na mais tenra idade têm muito mais relevância para o adulto que surgirá. Segundo a autora, é nos primeiros anos de vida que o ser humano sente e aprende sobre os próprios sentimentos, quando começa a organizar a própria experiência de maneira a afetar os comportamentos posteriores e a capacidade de pensamento.

Por outro lado, o estresse tóxico e a negligência durante a infância podem influenciar negativamente no desenvolvimento da arquitetura cerebral, enfraquecendo as bases para o aprendizado, memória, comportamento, controle emocional e resposta ao estresse, influenciando, também, na saúde física do indivíduo (SHONKOFF *et al.*, 2012).

Quando a criança se desenvolve em um ambiente com experiências positivas, cercadas de afeto e carinho desde seus primeiros anos de vida, são mais propensas a prosperarem e a crescerem saudáveis, com uma variedade de habilidades e capacidade de aprendizagem necessárias para interagirem socialmente, respondendo aos desafios de forma saudável, tanto fisiologicamente, quando mental e psicologicamente (SHONKOFF *et al.*, 2012).