Universidade de São Paulo
Instituto de Psicologia

Barbara Milan Martins

Ambiente educacional enriquecido: estudo da aplicação de oficinas de
construção de brinquedos em centro de ciência

São Paulo
2012

Barbara Milan Martins

Ambiente educacional enriquecido: estudo da aplicação de oficinas de
construção de brinquedos em centro de ciência
(Versão corrigida)

Dissertação apresentada ao Instituto de Psicologia da
Universidade de São Paulo para obtenção do título de
Mestre em Ciências.

Área de concentração: Neurociência e Comportamento.

Orientador: Maria Inês Nogueira, Prof. Associado.

Fomento: Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico – CNPq.

São Paulo
2012

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.

Catalogação na publicação
Biblioteca Dante Moreira Leite
Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo

Martins, Barbara Milan.

Ambiente educacional enriquecido: estudo da aplicação de oficinas de construção de brinquedos em centro de ciência / Barbara Milan Martins; orientadora Maria Inês Nogueira. -- São Paulo, 2012.
199 f.

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Psicologia. Área de Concentração: Neurociências e Comportamento) – Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo.

1. Neurociência 2. Educação 3. Ambiente Educacional 4. Aprendizagem 5. Plasticidade neural 6. Museus de ciência e tecnologia 7. Brinquedos I. Título.

QP355

MARTINS, Barbara Milan

Ambiente educacional enriquecido: estudo da aplicação de oficinas de construção de brinquedos em centro de ciência

Dissertação apresentada ao Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.
Área de concentração: Neurociência e Comportamento.

Aprovada em: _____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

*‘Aos meus pais, e ao meu querido Luís, por
me propiciarem oportunidades de vivenciar
diferentes ambientes, e entre eles, ambientes
educacionais enriquecidos...’*

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Jorge e Sueli, por darem-me a vida e, dessa forma, a oportunidade de buscar compreendê-la. Ah! Pela confiança depositada em todos os momentos.

À Karen, Nataly, Amanda e Julia, que são e sempre serão minhas queridas “irmãzinhas”, por me mostrarem diferentes formas de ser. E à tia Ivani, por seu peculiar modo de ser.

Ao Luís, seu nome já diz: Luz... que expande minhas miras. Meu companheiro, amigo e visionário. Entrou na minha vida para fazer parte dela. Ouve, apoia, compartilha e acredita.

Ao humanista Carlos Bernardo González Pecotche – RAUMSOL – por ensinar uma nova forma de sentir e compreender a vida e suas maravilhosas possibilidades de realização como humana.

AGRADECIMENTOS

À Prof. Dra. Maria Inês Nogueira, pela introdução ao universo das neurociências, pela orientação e pela grata oportunidade da realização deste estudo. Por sua busca por uma visão integrada de neurociência e educação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Neurociência e Comportamento, por seu apoio, infraestrutura e excelente corpo docente que tornaram possível a realização deste trabalho. E em especial ao Prof. Dr. Marcelo Fernandes da Costa, por seu apoio durante a realização deste trabalho.

À querida Universidade de São Paulo, por subsidiar por meio de diferentes programas a realização deste trabalho e, principalmente, por me oferecer um ambiente cultural e educacional enriquecido.

Ao Prof. Dr. Lino de Macedo, por ensinar o quanto é saboroso aprender, compartilhar e construir. E por viver aquilo que ensina.

Ao Prof. Dr. Hamilton Haddad Junior e à Prof. Dra. Claudia Lopes da Silva, por compartilharem a feliz experiência de criação do GENE – Grupo de Estudos em Neurociência e Educação da USP – e viver as alegrias e dilemas de uma área recém-nascida e com universo riquíssimo de questões a serem discutidas e aprofundadas.

Ao Prof. Dr. Mikiya Muramatsu, por oferecer meio nutritivo para realizar sonhos e aspirações.

À Prof. Dr. Maria Helena Leite Hunziker, por compartilhar a construção de saberes e mostrar muitas faces da ciência desconhecidas por mim.

Ao Professor Aníbal Fonseca Figueiredo Neto, por viver e transmitir, de forma contagiante, o encanto de aprender e ensinar ciências.

À amiga Silvia Honda Takada, pelo exemplo de competência e por sempre estar com os braços abertos para colaborar durante a trajetória deste estudo.

Ao amigo e professor Luís Augusto Alves, pelo exemplo como educador e pelos trabalhos desenvolvidos em conjunto na 1ª Gincana Novos Talentos da USP.

Ao amigo Ronaldo Coelho por colaborar nos caminhos trilhados durante o mestrado, muitas vezes com um grande ouvido e olhar atento, que compartilhou momentos de extrema importância neste percurso.

Ao grupo Arte & Ciência no Parque, que me proporcionou oportunidades de experimentar metodologias alternativas para o ensino e aprendizagem de ciências de forma lúdica, estimulante e interativa.

Ao Conjunto Residencial da USP (CRUSP), por me mostrar um mundo que eu desconhecia. Lugar no qual gera em “Cada quarto, um universo”.

Às queridas crianças por me mostrarem um pouco de toda a beleza que existe em seu mundo interno. Por me revelarem a alegria com o saber e inocência do não saber. Por me provarem, mais essa vez, que adoram aprender e o quanto se encantam ao descobrirem ou entenderem um fenômeno em ciências.

Às professoras por me revelarem as emoções, as alegrias, as tristezas, as angústias e os desafios no exercício dessa profissão tão fundamental para o desenvolvimento dos indivíduos, sociedades e nações.

À toda equipe do projeto Brinca Ciência pela disponibilidade em colaborar com este estudo, e em especial aos Formadores por seu exemplo e carinho dedicados àquelas crianças.

À direção da Sabina: Escola Parque do Conhecimento, pela oportunidade de vivenciar um ambiente rico e de experiências marcantes.

À Maria Clarice Ferreira da Silva e ao Ari Bismark, pelo modo humano e competente com que realizam seu trabalho.

Aos funcionários das bibliotecas do Instituto de Psicologia, Instituto de Ciências Biomédicas e Faculdade de Educação, pela ótima qualidade e agilidade prestadas ao longo desse percurso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – por possibilitar e apoiar meu trabalho.

“Conseguir que as gerações futuras sejam mais felizes que a nossa será o prêmio mais grandioso a que possamos aspirar. Não haverá valor comparável ao cumprimento dessa grande missão, que consiste em preparar para a humanidade futura um mundo melhor”.

Carlos Bernardo González Pecotche

(PECOTCHE, 1997a, p. 252)

RESUMO

MARTINS, Barbara Milan. Ambiente educacional enriquecido: estudo da aplicação de oficinas de construção de brinquedos em centro de ciência. 2012. Dissertação – Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo. São Paulo.

Está estabelecido na literatura de neurociência que ocorrem transformações no encéfalo de animais, devido à neuroplasticidade; estas podem ser potencializadas de acordo com os ambientes nos quais o indivíduo interage, assim como o tipo de interação estabelecida por este. Na literatura, a aplicação do conceito de ambiente enriquecido para a prática experimental mostra resultados favoráveis e significativos na aprendizagem e desenvolvimento de animais. Neste estudo, buscou-se ampliar o conceito de ambiente enriquecido para o ambiente educacional de um centro de ciência. Investigar a interação de alunos do 5º ano da rede pública de ensino, em ambiente educacional de oficinas de construção de brinquedos oferecidas, no Centro de ciência Sabina: Escola Parque do Conhecimento (Santo André, SP), e possíveis aproximações com o conceito de ambiente educacional enriquecido, proposto neste estudo, constitui o objeto deste trabalho. Nesta investigação buscou-se destacar os componentes ambientais que influem no desempenho e na interação dos alunos durante as oficinas. A investigação, de natureza qualitativa, foi inspirada na metodologia de Estudo de Caso do tipo Etnográfico Aplicado à Educação, que indica a imersão do pesquisador no campo investigado para apreensão de relações e significados dos sujeitos, apenas realizada após longa permanência do pesquisador em campo. Foram utilizados como instrumentos entrevistas, gravação em áudio e em vídeo e adotado o diário de campo para registro das observações. Os dados mostraram incorporação de elementos conceituais de fenômenos observados durante a execução das oficinas, assim como busca ativa de explicação para compreensão desses fenômenos físicos identificados durante a interação dos alunos com os brinquedos. Por meio deste estudo, identificou-se a necessidade de considerar os ambientes educacionais em perspectiva integral, em seus componentes físico-estruturais e humanos. Em ambiente educacional, as aquisições por parte dos alunos não se restringem ao ensino e aprendizagem de conteúdos, mas também se realizam na mudança de atitudes e crenças, compreensão de fenômenos e aspectos do cotidiano, entendimento estético, identidade etc. Foi observado que alunos rotulados no ambiente escolar como aluno com distúrbios; com dificuldades de aprendizagem e ou comprometimento, no ambiente das oficinas de construção de brinquedos apresentaram desempenho e envolvimento tão bom ou melhor quanto os dos alunos considerados normais. O estudo destacou o papel do mediador e do professor como essencial na atividade, como parte dos elementos enriquecedores do ambiente de aprendizagem, em que sua expectativa em relação ao desempenho dos alunos, sua concepção de ensino e de aprendizagem e orientações oferecidas aos alunos influem significativamente no ambiente, condução da atividade e desempenho dos alunos. Desta forma, observamos que o ambiente de construção de brinquedos possui elementos que propiciam a aprendizagem, a interação e desenvolvimento dos alunos.

Palavras-chave: Neurociência e Educação. Ambiente Enriquecido. Ambiente Educacional. Aprendizagem. Neuroplasticidade. Centro de Ciência. Brinquedos.

ABSTRACT

MARTINS, Barbara Milan. Enriched educational environment: study of the application of workshops to build toys in a center for science. 2012. Dissertation – Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo. São Paulo.

It is well established in the literature of Neuroscience that transformations occur in the brain of animals due to neuroplasticity, these can be potentiated according to the environments in which the individual interacts, as well as the type and quality of interaction established by the individual. In the literature, the application of the concept of enriched environment for the experimental practice shows favorable and significant results in learning and development of animals. In this study, we sought to extend the concept of an enriched environment for the educational environment of a science center. To investigate the interaction of students in the 5th year of public school in the educational environment of workshops to build toys that are offered at the Centro de Ciência Sabina: Escola Parque do Conhecimento (Santo André, SP), and possible approaches to the concept of enriched educational environment, proposed in this study are the objective of this research. In this study we sought to investigate the environmental components that influence the performance and interaction of students during the workshops. The research, qualitative in nature, was inspired by the methodology of case study *Ethnographic Applied to Education* type which indicates the immersion of the researcher in the investigated field for seizure of relationships and meanings of the subjects performed only after long enough residence of the researcher in the field. Interviews, audio and video recording were used as instruments along with the field diary to record observations. The data showed incorporation of elements of the conceptual phenomena worked during the workshops, as well as an active search for an explanation for understanding these identified physical phenomena during the students' interaction with the proposed toys. Through this study, we identified the need to consider the educational environments in a comprehensive perspective on their physical-structural and human components. In the educational environment, acquisitions of knowledge by students are not restricted to teaching and learning contents, but also take place by changing attitudes and beliefs, understanding of the phenomena and aspects of everyday life, aesthetic understanding, identity, etc. It was also observed that students labeled at school as a student with learning problems, in the environment of the workshops to build toys showed involvement and performance as good or better as the students originally considered normal. The study highlighted the role of the mediators and the teacher as essential in the activity as part of the elements enriching the learning environment, in which their expectations regarding the performance of the students, their conception of teaching and learning and guidance offered to pupils significantly affect the environment, conducting the activity and performance of students. Thus, we observed that the environment of building toys might have physical and human elements to promote learning and student's interaction and so it might be considered as enriched environment.

Keywords: Neuroscience and Education. Enriched environment. Educational environment. Learning. Neuroplasticity. Science Center. Toys.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Folha de rosto do livro “Building a brain”	24
Figura 2 – “The Building a brain” – publicação dirigida à educadores	24
Figura 3a – Retrato de Henry Hebert Donaldson	25
Figura 3b – Folha de rosto do livro “The growth of the brain”	25
Figura 4a – Retrato de Heuben Post Halleck	26
Figura 4b – Folha de rosto do livro “Education of the central nervous system”	26
Figura 5a – Hemisférios cerebrais direito e esquerdo	35
Figura 5b – Superfície medial do encéfalo	35
Figura 6 – Visão lateral do encéfalo humano: lobos do hemisfério esquerdo	36
Figura 7 – Neurônio piramidal e espinhas dendríticas	37
Figura 8 – Localização do hipocampo no encéfalo humano	40
Figura 9 – Mecanismos envolvidos na consolidação de memória e aprendizado	43
Figura 10 – Formação de novas espinhas dendríticas no intervalo de 2 horas	44
Figura 11 – Proposta de ambiente enriquecido para roedores	51
Figura 12a – Proposta de ambiente enriquecido para roedores	52
Figura 12b – Gaiola padrão para roedores	52
Figura 12c – Roda de corrida para estimulação de atividade física	52
Figura 13 – Laboratório Portátil de Química em caixa metálica	69
Figura 14 – Livro Ciências para o Curso Primário – 1969	70
Figura 15 – Layout do espaço-físico das oficinas de construção de brinquedos	93
Figura 16 – Livro Brinca Ciência - 2009	94
Figura 17 – Ilustração artística e texto do brinquedo científico - câmara escura	95
Figura 18 – Brinquedos científicos construídos nas oficinas	96

Figura 19 –	Categorias descritivas quanto à natureza e função	103
Figura 20 –	Categorias de análise do ambiente de oficinas	104
Figura 21 –	Ilustração explicativa – Como Funciona?	105
Figura 22 –	Registro 1	106
Figura 23 –	Registro 2	106
Figura 24 –	Registro 3	107
Figura 25a –	Livro de experimentos	112
Figura 25b –	Jogo da Pescaria confeccionado por Flávia	112
Figura 26 –	Registro 4	114
Figura 27 –	Registro 5	114
Figura 28 –	Registro 6	115
Figura 29 –	Registro 7	115
Figura 30 –	Barco a corda	117
Figura 31 –	Exemplo de ilustração contida no livro	118
Figura 32 –	Descoberta da garrafa como lente	120
Figura 33 –	Alunos realizam observação com suas câmaras escuras	121

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	18
2. NEUROCIÊNCIA & EDUCAÇÃO: uma nova área de pesquisa	23
2.1. Origens da Neurociência e Educação	23
2.2. Mind, Brain & Education	26
2.2.1. Contribuições possíveis	28
2.2.2. Neuromitos	29
2.3. Iniciativas no Brasil	32
3. APRENDIZADO NA PERSPECTIVA BIOLÓGICA	34
3.1. Aprendizado e Memória	38
3.1.1. Neuroplasticidade: o cérebro se transforma com as novas experiências	41
3.1.2. Neurogênese: há produção de novos neurônios no cérebro adulto	45
3.2. Ambiente Enriquecido	48
3.3. Ambiente Educacional como ambiente enriquecido para humanos	53
4. APRENDIZAGEM/ CONTEXTO DE EDUCAÇÃO NÃO FORMAL	57
4.1. Museus e centros de ciência como espaço de educação não formal	59
4.2. “Kits” para popularização da ciência para crianças e jovens	66
4.3. (Inter) Atividade “learning by doing”	73
5. CAMINHOS DO ESTUDO: objetivos e procedimentos	76
5.1. Objetivos	76

5.2. Objetivos específicos	76
5.3. Referencial teórico-metodológico	77
5.4. Participantes	80
5.5. O campo do estudo	81
5.6. Procedimentos e instrumentos	81
5.7. Coleta e análise dos dados	82
6. DISCUSSÃO	88
6.1. O ambiente das oficinas de construção de brinquedos	89
6.1.1. Interação Sabina-Escola	89
6.1.2. A entrada da pesquisadora em campo	91
6.1.3. Ambiente físico das oficinas de construção de brinquedos	92
6.1.4. Ambiente humano das oficinas de construção de brinquedos	96
6.1.5 Aplicação das oficinas	99
6.2. Categorias de análise dos fatores ambientais das oficinas	101
6.2.1. Mobilizadores Físicos	104
6.2.2. Componentes estruturais de suporte	122
6.2.3. Mobilizadores humanos	123
6.2.4. Componentes humanos de suporte	124
6.3. Os centros de interesse da criança	124
6.4. Criatividade na interação com os brinquedos e materiais das oficinas	126
6.5. Alunos apresentam comportamento diferente nas oficinas	128
6.5.1. Envolvimento dos alunos	129
6.5.2. Características do ambiente	131

6.5.3. Habilidades reveladas.....	132
6.6. Parte da escola revelada nas oficinas de construção de brinquedos	133
6.6.1. Muitos alunos com dificuldade de aprendizagem	134
6.6.2. Rótulos	139
6.6.3. Processo de culpabilização	143
6.6.4. A expectativa do professor em relação ao aluno	145
6.6.5. Quando a oficina funciona diferente... ..	155
6.7. O ambiente educacional enriquecido	157
6.8. Neurociência e educação: perspectivas	163
6.8.1. O casamento da neurociência e educação: união com espinhos?	164
6.8.2. A fome e a vontade de comer	165
CONSIDERAÇÕES FINAIS	169
REFERÊNCIAS	174
APÊNDICES	186
ANEXOS	197

INTRODUÇÃO

If we did not fear to abuse a comparison, we would uphold our conception by saying that the cerebral cortex is similar to a garden filled with threes, the pyramidal cells, which, thanks to an intelligent culture, can multiply their branches, sending their roots deeper and producing more and more varied and exquisite flowers and fruits.

(CAJAL, 1894)

A mente da criança é terra virgem e fértil. Constitui, pois, não só uma necessidade, mas também uma obrigação moral e racional indeclinável, contribuir para que germinem, nos pequenos mas, fecundos campos mentais da criança, sementes ótimas, sementes que contenham em possibilidade de manifestação os recursos que a inteligência do homem necessita para emancipar-se de toda pressão estranha a seu pensar e sentir, e para vencer as dificuldades que há de enfrentar no curso da vida.

(PECOTCHE, 2008, p.90-91)

Os recursos utilizados em espaços de educação não formal em ciência, como museus e centros de ciência, constituíram o objeto dessa investigação pelo tipo de interação que promoveram na criança e sua relação com o conhecimento. Foi possível observar em diversas oportunidades, a partir da experiência da pesquisadora enquanto mediadora de espaços de educação não formal como o centro de ciência, exposições temporárias e itinerantes, os olhos das crianças brilhando ao se surpreenderem com a descoberta de algo novo; ao entenderem um fenômeno natural; ao “bombardearem” os mediadores presentes com perguntas instigantes e que, muitas vezes, estes não faziam ideia da resposta e se viam “obrigados” a dizer “não sei”, “vamos descobrir, procurar juntos?”.

Neste ambiente pôde ser observado, em diferentes oportunidades, o início do germinar das sementes da curiosidade e do interesse das crianças pela ciência por meio de expressões como: “Quando eu crescer, quero ser cientista!”; “Ciência é ‘legal’!”; “Eu não gostava de ciências e agora eu gosto!”. As turmas de EJA¹, por sua vez, nas visitas realizadas no centro de ciência se encantavam ao descobrir o porquê de alguns fenômenos observados no dia a dia, além dos conhecimentos em ciências apresentados nesse ambiente e de participarem com diferenciado interesse das atividades propostas.

Nesse ambiente de educação não formal foi observado, em diversas vezes o quanto crianças, adultos, jovens e idosos se emocionaram ao descobrir algo novo, ao penetrarem em regiões do conhecimento antes sequer imaginadas, suscitando perguntas que correspondiam a importante recurso para os mediadores desses espaços, pois estimulam os visitantes/participantes a refletir e a pensar. As perguntas podem ser consideradas convites à realização de um passeio por “regiões do conhecimento”, enquanto as respostas são apenas “pontos de parada” para a formulação de novas perguntas, mais complexas e instigantes.

Os espaços de educação não formal, como centros e museus de ciência, mostraram-se como ambiente desencadeador de questionamentos pelos visitantes/participantes, espaços para acessar o conhecimento, neste caso, em ciência, por meio de recursos como objetos de valor histórico, instalações interativas, experimentos, simuladores, oficinas, teatro, entre outras formas de divulgar e tornar acessível a ciência para a população. Enfim, nesse ambiente de educação não formal foi identificado o diálogo dos visitantes com a ciência de forma espontânea e envolvente. Esses foram alguns dos motivos que, em experiência preliminar, chamaram a atenção da pesquisadora e a motivaram para explorá-lo como possível ambiente educacional enriquecido, de acordo com os recursos e metodologias próprios desses espaços educacionais.

Investigar a interação dos alunos no ambiente das oficinas de construção de brinquedos é aqui considerado um desafio, que busca subsídios na neurociência para estabelecer correlações possíveis do ambiente educacional dessas oficinas com os processos de ensino e aprendizagem mediados pelo sistema nervoso central. Assim como suscitam reflexões e questionamentos de quais aspectos e componentes deste devem ser considerados necessários à construção de ambiente educacional enriquecido e suas relações com o organismo humano, suas especificidades, complexidades e necessidades.

¹ Educação de Jovens e Adultos.

O ambiente investigado nesse estudo foi as oficinas de construção de brinquedos realizadas no Centro de Ciência Sabina: Escola Parque do Conhecimento, ambiente de educação não formal (Santo André, São Paulo, Brasil). Essas oficinas, na concepção de seus autores, objetivam principalmente promover aproximação e provocar interesse por ciência nos alunos da quarta série (quinto ano) do ensino fundamental por meio da vivência lúdica com a construção de brinquedos e do brincar.

Investigar a aplicação deste projeto constituiu oportunidade interessante para compreender a interação de alunos e professores em ambiente educativo distinto da sala de aula, a exploração realizada pelos alunos em ambiente com oferta de materiais e estrutura para vivência em ciência, atividades realizadas por meio da participação ativa e autônoma dos alunos – local no qual as professoras das classes não conduzem as atividades, os alunos são os atores que realizam as oficinas por meio do roteiro de atividades e instruções contidas no *Passo a Passo* do livro (ver exemplo no Anexo I, p.197) que recebem no início das oficinas. Os formadores, por sua vez, facilitam e coordenam as oficinas.

A partir das citadas características do projeto “Oficinas de construção de brinquedos” e sua metodologia de aplicação, foram formuladas as perguntas orientadoras da pesquisa e da entrada em campo, tais como: o que pode acontecer, surgir num ambiente em que a condução das atividades não é realizada pelo professor responsável pela classe? Como é o desempenho dos alunos de uma classe fora do contexto da escola e em que há disponibilidade de materiais e ambiente organizado para vivência em ciências de forma lúdica? Como se realizam a interação, o envolvimento e o engajamento desses alunos em atividade de construção?

Foi utilizado como inspiração metodológica o estudo de caso do tipo etnográfico aplicado à educação. Essa metodologia é sugerida ao pesquisador que busca compreender uma situação em profundidade, assim como as relações que nela são estabelecidas. Para tanto, este deve imergir, penetrar no campo, utilizando como principais recursos a anotação e a observação, a fim de extrair as significações, interações, além de situações somente captadas e apreendidas por meio de sua exposição contínua e prolongada no ambiente investigado.

Em etapa seguinte a essa metodologia, o pesquisador deve concentrar a investigação nos aspectos que emergiram durante o período em campo para, então, formar as categorias descritivas a serem analisadas (ANDRÉ, 2005, p.56). De acordo com estas indicações, as observações e anotações que mais se destacaram durante o período de permanência em campo foram: significativa concentração e envolvimento dos alunos durante as oficinas, alegria e disposição com que os mesmos realizavam as atividades, receptividade às orientações dos formadores, o bom desempenho dos considerados “maus alunos”, alunos com “dificuldades

de aprendizagem”, “déficit cognitivo”; segundo revelações e expectativas das professoras em relação ao desempenho destes. A partir do conjunto de informações coletadas durante o período em campo, os dados foram construídos nas seguintes categorias descritivas para posterior análise: (i) interações da criança durante as oficinas de construção de brinquedos; (ii) comportamento diferenciado dos alunos nas oficinas segundo a visão dos professores das unidades de ensino; e (iii) parte da escola revelada nas oficinas.

Este estudo está organizado em capítulos. Nesta *Introdução*, capítulo 1, buscou-se apresentar de forma geral a questão a ser estudada, suas características quanto à interação de visitantes e o centro de ciência reunidas, e identificar a metodologia a ser empregada no espaço, no público e no problema escolhido.

No capítulo 2, cujo título é “*Neurociência e Educação: uma nova área de pesquisa*”, serão brevemente contextualizados os aspectos dessa recente área de pesquisa ainda em construção relacionados ao objetivo e ao cenário do presente estudo.

No capítulo 3, com o título “*Aprendizado na perspectiva biológica*”, serão apresentados tópicos da neurofisiologia da aprendizagem, incluindo a neuroplasticidade e a neurogênese, assim como a influência do ambiente nos mesmos. Considerando a hipótese de que o ambiente é um potencial agente de modificações morfofuncionais no sistema nervoso, será apresentado o paradigma de ambiente enriquecido, as aplicações e resultados encontrados na literatura e os motivos que levaram a sua ampliação para humanos.

No capítulo 4, “*Museus e centros de ciência como ambiente/contexto de aprendizagem*”, serão apresentados os museus e centros de ciência como espaços de educação não formal. Também será apresentada a origem dos “kits” de ciência no Brasil como estratégia para ensino e divulgação de ciência, e o conceito do “aprender fazendo” que o embasam.

No capítulo 5, “*Caminhos do estudo: objetivos e procedimentos*”, serão apresentados os objetivos, os participantes, o campo de investigação, os referenciais metodológicos adotados neste estudo e que suportam as categorias descritivas elaboradas.

O capítulo 6, “*Discussão*”, apresentado de acordo com as categorias descritivas deste estudo, será abordado em quatro partes, sendo elas: (i) O ambiente de oficinas de construção de brinquedos; (ii) Análise das oficinas de construção de brinquedos como ambiente enriquecido, onde estas serão analisadas considerando os seus elementos enriquecedores do ambiente; (iii) Aspectos da escola, revelados nas oficinas de construção de brinquedos, quanto à relação professor-aluno-escola e (iv) Ainda, será apresentada perspectivas para a área de pesquisa neurociência e educação.

Nas *Considerações Finais* será apresentada a síntese das contribuições deste estudo e questões a serem aprofundadas.

Neurociência é o termo que abrange o conjunto de áreas encarregadas de investigar e desvendar o sistema nervoso, sua organização morfofuncional macro e microscópica, como percebe, organiza e reconhece informações, os mecanismos subjacentes aos comportamentos e processamentos neurais, como o organismo interage e se transforma na relação com o ambiente (GOSWAMI, 2004).

A educação, por sua vez, busca compreender os processos de ensino e aprendizagem, tanto na perspectiva dos educadores quanto na dos aprendizes, além de investigar, com diferentes metodologias, a rede de interações complexas envolvidas nesses processos. De acordo com Delors (UNESCO, 2006, p.11) cabe à educação o papel essencial no desenvolvimento contínuo tanto das pessoas como das sociedades. Não como um “remédio milagroso”, mas como via que conduz ao desenvolvimento humano em suas potencialidades.

2.1. Origens da Neurociência e Educação

O trabalho pioneiro, que apresentou integração entre conceitos de neurociência e de educação, foi publicado por Thomas Ignatius Maria Foster¹, em 1815, intitulado “*Essay on the application of the organology of the brain to education*” (THÉODORIDOU & TRIARHOU, 2009). Há referências desta obra em publicações britânicas^{2 3}, entretanto, apenas fragmentos foram encontrados em formato eletrônico.

Dignos de nota são também as publicações de Edward H. Clarke (1874), “*The building of a Brain*” (Fig. 1), que estabelecem ligação entre educação e “construção” do cérebro. Este autor também defendia direitos educacionais iguais para mulheres e homens (CLARKE, 1874a; THÉODORIDOU; TRIARHOU, 2009). Em publicação no New York Times, em agosto de 1874, “*The building of a brain: the duties of educators*” (Fig. 2), atribuiu aos

¹ Foster, T.I.M. (1815). *Essay on the application of the organology of the brain to education*. London: The Pamphleteer.

² Watt, Robert. (1824, p.379).

³ A general classed catalogue on the first thirty numbers of the Pamphleteer, p. 3.

educadores o desafio de encontrar os meios para a “construção dos melhores cérebros possíveis” para homens e mulheres (Clarke, 1874b).

Figura 1 – Capa do Livro “Building of a brain”.
Fonte: Clarke, 1874a.

Figura 2 – The Building of a brain. Publicação dirigida à educadores.
Fonte: Clarke, 1874 b.

No mesmo século, Henry Herbert Donaldson (Fig. 3a), professor de neurologia na Universidade de Chicago, publicou “*The growth of the brain: a study of the nervous system in relation to education*” (Fig. 3b) em 1895. O título de sua obra evidencia o interesse em conciliar as áreas da ciência, do sistema nervoso e da educação, ao que dedica capítulo

específico – “*The education of the nervous system*”, onde advoga que “a educação consiste em modificações no sistema nervoso central” (DONALDSON, 1895, p.336).

a.

b.

Figura 3 – a. Retrato de Henry Herbert Donaldson. Fonte: Théodoridou e Triarhou, 2009.
b. Folha de rosto do livro “*The Growth of the brain*”. Fonte: Donaldson, 1895.

Reuben Post Halleck (Fig. 4a), educador, publicou em 1836 a primeira edição do livro “*Education of the central nervous system: a study of foundations, specially of sensory and motor training.*” (Fig. 4b). Nesta obra, buscou construir visão integrada entre neurociência e educação, afirmando que, se fosse possível observar o desenvolvimento do cérebro de uma criança, poder-se-ia constatar as modificações em seus lobos cerebrais. No capítulo V, intitulado “*Environment and training*”, o educador afirma ser o ambiente fator de especial importância na formação do sistema nervoso central (HALLECK, 1904, p.48).

a.

b.

Figura 4 – a. Retrato de Reuben Post Halleck. Fonte: Théodoridou & Triarhou, 2009.
b. Folha de rosto do livro “*Education of the central nervous system*”. Fonte: Halleck, 1904.

Esses trabalhos ilustram o início da busca de união entre o sistema nervoso e a educação como o “embrião” de uma nova área de pesquisa, cujo principal desafio consiste em construir a abordagem integrada das ciências do cérebro, da mente e da educação.

2.2. *Mind, Brain & Education*

O desenvolver do conhecimento em neurociência é proporcional ao das novas tecnologias e metodologias para sua investigação. Em destaque, atualmente, estão as tecnologias de imagem que colaboram para melhor compreensão das áreas envolvidas na cognição, percepção, atenção, emoção, memória e, em especial, na aprendizagem (GOSWAMI, 2004).

Como novas tecnologias tem-se imagens funcionais do cérebro, como *Positron Emission Tomography* (PET) e *functional Magnetics Resonance Imaging* (fMRI), análise de capacidades cognitivas de processamento de informação e análise de modelos mentais. Estas tecnologias fornecem suporte, cada vez maior, para a compreensão do processamento e das áreas envolvidas na cognição, emoção, atenção, percepção, memória e aprendizagem (FISCHER,

GOSWAMI, & GEAKE, 2010, POSNER & ROTHBART, 2005). Entretanto, Bruer (1997) questiona como estas tecnologias de imagem podem colaborar, de fato, para o avanço da compreensão de processos cognitivos; em suas palavras:

[...] técnicas de imagem, como PET e fMRI podem nos ajudar a localizar, uma por uma, as áreas de atividade cerebral que sustentam os vários componentes cognitivos da leitura; porém eles não podem nos dar um retrato, até agora, de como essas áreas interagem durante esta ação.¹

Um dos principais pontos de convergência na neurociência e educação está na busca por compreender como ocorre a aprendizagem e quais fatores ambientais interferem neste processo (GOSWAMI, 2004; RATO & CALDAS, 2010). Entre as perguntas da discussão teórica estão: como os conhecimentos gerados pela neurociência podem colaborar na melhoria das metodologias de ensino-aprendizagem? Como integrar, de fato, neurociência e educação? A educação pode colaborar com a neurociência? De que maneira?

A área de neurociência e educação também pode ser encontrada na literatura como *Brain, Mind and Education* (FISCHER, GOSWAMI, & GEAKE, 2010); “*Educational Neuroscience*” (SZÜCS & GOSWAMI, 2007), e também *Neuro-Educação* termo introduzido por Battro & Cardinali (1996). Assim, a neuro-educação compreende áreas da neurociência: psicologia, ciência cognitiva e educação na busca de entendimento de como os indivíduos aprendem e como esta informação pode propiciar metodologias adequadas de ensino, currículo e políticas educacionais (CAREW & MAGSAMEN, 2010).

Koizumi (2003) denomina esta área como “aprendizagem e educação”. Considera que do ponto de vista biológico, a aprendizagem pode ser definida como processos de formação de conexões neuronais em resposta a estímulos ambientais externos ao organismo, cabendo, então, à educação o controle ou a adição de estímulos apropriados neste processo. Este autor propõe também que a aprendizagem e educação possam ser estudadas como uma nova área das ciências naturais.

Considera-se que o avanço dessa área acontecerá por meio da criação de uma nova comunidade de pesquisadores e profissionais de múltipla especialização, com rigorosa formação em neurociência e educação. Essa comunidade, formada por *neuroeducadores*

¹ Tradução nossa.

(CRUICKSHANK, 1981) ou *engenheiros educacionais*, teria o desafio de construir ferramentas e métodos que conectem, de fato, a pesquisa em neurociência com práticas educacionais de forma efetiva e ética, além de fornecer subsídios para a criação de políticas públicas em educação (GREENWOOD, 2009; FISCHER, GOSWAMI, & GEAKE, 2010; CAREW & MAGSAMEN, 2010). Acredita-se que, pelo estudo do cérebro, a prática dos professores poderá ser transformada e melhorada (CRUICKSHANK, 1981).

2.2.1. Contribuições possíveis

Embora existam desafios a serem superados nesta área, há questões que a neurociência está apta a fornecer contribuições imediatas à área educacional, tais como: fornecer novas perspectivas sobre questões abertas na área da educação; levantar novas questões confirmando ou refutando antigos pressupostos da área educacional; reforçar práticas educacionais já existentes e criar metodologias educacionais levando em consideração modelos contemporâneos de cognição e aprendizagem (OECD, 2007, p. 21; GREENWOOD, 2009).

Contribuições das pesquisas na interface neurociência e educação podem promover a inclusão social e acessibilidade; por exemplo, a educação de pessoas surdas que mudou drasticamente nos últimos dez anos por meio da implementação de tecnologias e estratégias de comunicação avançadas, além de possibilitar sua inclusão no sistema regular de ensino (BATTRO & FISCHER, 2012).

Essa nova área pode ainda contribuir para a melhoria da aquisição de linguagem, promover acolhimento das crianças em ambientes educacionais, em aspectos gerais da educação, assim como na educação inclusiva, com ênfase naquelas com necessidades especiais quanto à cognição e à reabilitação (KOIZUMI, 2004). Ainda, ampliar a compreensão de várias disfunções no sistema nervoso (STERN, 2005; GOSWAMI, 2006; FISCHER, GOSWAMI, & GEAKE, 2010; DUBINSKY, 2010; GREENWOOD, 2009) como dislexia, discalculia, Síndrome de Asperger, autismo, déficit de atenção e hiperatividade.

A educação pode obter suporte importante ao considerar pesquisas sobre períodos críticos de desenvolvimento cerebral, importância do sono na consolidação da memória, alimentos que contribuem para melhoria da fisiologia do cérebro, desenvolvimento de circuitos inibidores durante a adolescência, discutir a influência do estresse, interações sociais e

autoimagem na aprendizagem, (DUBINSKY, 2010). Assim, também, se antevê contribuição real da neurociência para a educação na aprendizagem daqueles alunos que não se beneficiam dos processos pedagógicos habituais, com os quais esta área pode contribuir na compreensão dos fatores que impedem ou dificultam a aprendizagem numa perspectiva diferente das explicações psicológicas e as estritamente educacionais (STERN, 2005; SILVA, 2012, p.21).

2.2.2. Neuromitos

Os neuromitos, originalmente denominados “neuromythologies”, termo lançado pela OCDE (2002, p. 69), são conceitos distorcidos e sem respaldo teórico, mas amplamente divulgados nas mídias sobre anatomia e fisiologia do sistema nervoso. Os neuromitos podem ser gerados, entre outras formas, da simplificação e má interpretação de dados e pesquisas em neurociência na tentativa de explicar fenômenos complexos do cotidiano. Outra causa estaria na transposição de resultados de pesquisas com animais para humanos desconsiderando os recortes e contexto experimental em que a pesquisa foi realizada (FISCHER, GOSWAMI, & GEAKE, 2010; OECD, 2002, p. 70).

A variedade de neuromitos nos discursos populares assume, muitas vezes, o caráter de crenças que acabam por dar suporte a ações e práticas dos indivíduos. Nos Estados Unidos e parte da Europa essa variedade de neuromitos tem sido disseminada por meio de programas educacionais e produtos conhecidos como “*brain-based-learning*” (BROCKINGTON, 2011, p. 30; SILVA, 2012, p. 22; GOSWAMI, 2006).

Entre os neuromitos, ou crenças, disseminados estão os seguintes conceitos errôneos: utilizam-se apenas 10% do cérebro nas atividades diárias; hemisférios direito e esquerdo funcionam de modo independente; metodologias de ensino-aprendizagem baseados em pedagogias multissensoriais; beber água durante o estudo colabora para aprender melhor; noção de que o cérebro é plástico somente para certos tipos de informação e durante períodos críticos (BRUER, 1997); funções específicas como a linguagem e a matemática estarem localizadas em regiões específicas do cérebro enquanto, na verdade, envolvem atividade orquestrada de muitas regiões do encéfalo; prescrição de músicas de Mozart para tornar os bebês mais inteligentes (BROCKINGTON, 2011, p. 30); identificar crianças como aprendizes “cérebro-direito” e “cérebro-esquerdo”; identificar crianças por estilos de aprendizagem para

que o professor promova melhoria: visual (V), auditiva (A) ou sinestésica e no qual a criança utilize um crachá identificando-a como V, A ou K (K, do em inglês: *kinaesthetic*), mostrando seu estilo de aprendizagem, beneficiando assim todos os seus professores; “Brain Gym”, que orienta a realização de série de movimentos corporais simples para aumentar o fluxo sanguíneo cerebral e integrar todas as áreas do encéfalo melhorando a aprendizagem (GOSWAMI, 2004; GOSWAMI, 2006; GEAKE & COOPER, 2003; RATO & CALDAS, 2010).

Segundo Goswami (2006) “os neuromitos precisam ser eliminados”. Essa forma de divulgação atua no sentido contrário ao proposto pelos meios de divulgação científica, pois limita a compreensão pública da neurociência e seus métodos de pesquisa. FISCHER, GOSWAMI, & GEAKE (2010) e Stern (2005) acrescentam que a maioria do que é apresentado como “*brain based education*” possui base em neuromitos e em crenças, não em evidências científicas.

A área de estudo “neurociência e educação” não oferece soluções fantásticas e mágicas para problemas complexos envolvidos na área de aprendizagem; podem, entretanto, colaborar na identificação de neuromitos e desmistificação dos mesmos; identificar métodos *brain based learning* em desacordo com pesquisa em neurociência, além de identificar métodos de ensino e de aprendizagem que estão na contramão do que se conhece, atualmente, sobre a fisiologia do sistema nervoso.

Geralmente, há a divulgação de forma resumida e mascarada de descobertas neurocientíficas, em que apenas as vantagens e promessas são destacadas e relacionadas com avanços na cura de doenças ou recuperação de capacidades perdidas, o que acaba colaborando para a construção de um ideário que coloca a ciência como um remédio eficaz para todos os males ou todos os tipos de problemas (SILVA, 2012, p.20).

Stern (2005) acredita que os achados sobre proliferação sináptica no cérebro de crianças com poucos anos de vida têm alimentado esperanças sobre o aumento das capacidades cognitivas favorecidas pela ênfase no ensino de vocabulário e, também, aumento da oferta de materiais audiovisuais. No entanto, a pesquisadora alerta que os proponentes dessas metodologias estão negligenciando as evidências experimentais que conectam achados neurológicos e processos de aprendizagem, sendo que esse tipo de afirmação e muitas dessas metodologias carecem de base empírica para serem “carimbadas” como alinhadas com a neurociência. Há, também, o emprego de conceitos de neurociência na implantação de metodologia em sala de aula, afirmando-se que propiciam a plasticidade, porém ainda sem evidências oriundas de pesquisa.

A disseminação dos neuromitos favorece a desorientação da população sobre o que é e como funciona o cérebro, de forma similar ao que ocorre em outras áreas de pesquisa como, por exemplo, a genética e células-tronco (FISCHER, GOSWAMI, & GEAKE, 2010). Esses autores destacam que à medida que a neurociência ganha espaço científico o faz também na imaginação popular, ocasionando neuromitos e prejudicando a compreensão pública da neurociência. Assim, os autores defendem que essas constatações legitimam esforços científicos com ações para esclarecer as expectativas da sociedade quanto ao real alcance da neurociência na missão de compreender a mente e o cérebro humanos.

Embora os estudos apontem as futuras contribuições das pesquisas em neurociência e sua aplicação na educação, a efetiva colaboração entre as duas áreas ainda não está clara. Há também o ceticismo de pesquisadores nesse sentido. Entre os principais pesquisadores que se alinham a esta visão está John Bruer, que considera que a psicologia cognitiva está muito mais apta a colaborar com a educação que a pesquisa em neurociência (BRUER, 1997). Segundo esse autor há desarticulação entre as áreas de neurociência e de educação que limita ou impede a colaboração entre as mesmas.

Esse autor acredita que os progressos na pesquisa do cérebro, mente e aprendizagem eventualmente contribuirão para uma ciência da educação aplicada, entretanto, por ora a perspectiva é remota (BRUER, 2002). Uma das críticas de Bruer (2002) é a inadequada apropriação das informações disponibilizadas na mídia não especializada pelos educadores, além de responsabilizá-los pela produção da literatura “*brain-based-learning*”. Nas palavras de Bruer (2002), “com poucas exceções, a literatura “*brain-based-education*” é produzida não por neurocientistas, mas por educadores e consultores educacionais, e é endereçado a administradores escolares e professores¹”. Nesse sentido, GEAKE & COOPER (2003) advogam que o estabelecimento de relações entre neurociência cognitiva e educação deve inicialmente ser explorado não por educadores mas pela comunidade neurocientífica.

Bruer (2002) aconselha cautela aos neurocientistas como medida preventiva à expansão de conceitos e idéias equivocadas sobre neurociência, assim como reflexão crítica ao divulgar resultados ao público geral. Esse autor reitera a necessidade de prudência à mais inocente especulação do significado prático de uma pesquisa básica, para não criar interpretação errada ou não incidir no erro de explicar um fenômeno complexo que não foi objeto de sua investigação.

¹ Tradução nossa.

2.3. Iniciativas no Brasil

No Brasil, os movimentos em neurociência e educação ocorrem como grupos de estudos e de pesquisas, ainda iniciantes e ligados a universidades públicas. Foram localizados em busca na *internet* grupos em São Paulo (SP), Rio de Janeiro (RJ) e Rio Grande do Sul (RS).

Em São Paulo (SP) há o Grupo de Pesquisa em Neurociência e Educação (GENE-USP) vinculado à Universidade de São Paulo (USP), que agrega pesquisadores, especialistas de diferentes áreas interessados em articular ações de ensino, pesquisa e extensão na interface Neurociência e Educação, por reuniões mensais para discussão de temas nessa área. Esse grupo iniciou suas atividades em dezembro de 2010 e em 26 de janeiro de 2011 realizou o I Encontro de Neurociência e Educação da USP.

No Rio de Janeiro (RJ) o grupo de pesquisa NEUROEDUC¹, vinculado à Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), objetiva investigar metodologias em prol da melhoria do ensino e aprendizagem, congregando áreas de Neurociência, Psicologia e Educação, além de oferecer atividades de divulgação de ciência para o público escolar com ênfase em neurociência com registro de atividades, em *site*, com início no ano de 2010.

Há iniciativas na cidade de Rio Grande (RS) pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG), que promoveu em 28 e 29 de outubro de 2010 o I Seminário Nacional de Neurociências Aplicada à Educação (BARROS & CARVALHO, 2011). Esta universidade também realizou o “1º Neuroeduca” em 27 de setembro de 2011, evento destinado à divulgação da neurociência para crianças do ensino fundamental.

Apesar das iniciativas brasileiras que buscam avançar em neurociência & educação, já se pode encontrar na internet venda de franquias de escola de “Ginástica para o Cérebro²” e, inclusive, Instituto de Neuroeducação, que, entre as abordagens tratadas, oferece o curso “Contribuições da Neuroeducação para a correção de distúrbios funcionais no processo de decodificação de ondas sonoras, realizada pelo cérebro: uma visão mecânica quântica do PAC e do DPAC” disponibilizado na internet³.

Muitas investigações em neurociência e educação são direcionadas às disfunções relacionadas à aprendizagem. Assim, destaca-se também a importância do desenvolvimento

¹ Fonte: http://www.cienciasecognicao.org/portal/?page_id=66. Data de acesso 10/07/2012.

² Fonte: <http://www.metodosupera.com.br/curso-supera-ginastica-para-o-cerebro/>. Data de acesso 10/07/2012.

³ Fonte: <http://www.neuroeducacao.com.br/videos.asp?idGaleria=5> Data de acesso 10/07/2012.

de pesquisas que objetivam identificar metodologias para potencializar a aprendizagem de todas as crianças, inclusive as consideradas normais, conforme relata uma coordenadora pedagógica de escola da rede municipal de ensino de São Paulo:

Tenho muito interesse pelo tema [neurociência e educação]. No entanto, em outras ocasiões me senti muito incomodada com estudos voltados para patologias e limitações. Pensar no estudo das neurociências como forma de conhecer e ampliar as possibilidades de aprendizagem atendendo à diversidade humana me fez refletir ainda mais sobre essa temática.

Este estudo está em consonância com essa colocação, pois busca investigar o ambiente educacional de oficinas de construção de brinquedos, bem como características de ambiente educacional enriquecido a fim de identificar e compreender seus constituintes e o papel desempenhado pelos mesmos. Neste trabalho serão abordados conceitos de neurociência: neuroplasticidade, neurogênese e ambiente enriquecido, que subsidiam a exploração do tema e merecem ser conhecidos por pais, educadores e cuidadores. O avanço na compreensão desses conceitos pode pautar uma nova forma de lidar com o educando, assim como estimular pesquisas nesta área.

O APRENDIZADO NA PERSPECTIVA BIOLÓGICA

Embora o cérebro possua organização macroestrutural relativamente constante, o córtex cerebral está em constante mudança, com sua microestrutura complexa e de potencial desconhecido, é fortemente moldado pelas experiências antes do nascimento, durante a juventude, e, de fato, ao longo da vida. É essencial observar que os efeitos do enriquecimento do ambiente sobre o encéfalo tem consequências no comportamento. Os pais, educadores, políticos, e os indivíduos podem se beneficiar de tal conhecimento.

Diamond, 2001¹.

A área de neurociência, em múltiplas abordagens, busca compreender os processos mentais pelos quais o homem percebe, age, aprende e recorda. O encéfalo humano é um complexo conjunto de bilhões de células nervosas interconectadas em sistemas que constroem a percepção do mundo exterior e interior do indivíduo, fixam sua atenção e coordenam processos envolvidos em suas ações (KANDEL, SCHWARTS, & JESSEL, 2000, p. 3).

No século XXI, busca-se encontrar no cérebro as bases dos comportamentos, disfunções, assim como os mecanismos envolvidos na aprendizagem e memória, entretanto, nem sempre foi assim. Datando de aproximadamente 5000 anos atrás, escritos médicos do Egito antigo indicam que essa civilização já possuía o conhecimento de muitos sintomas de lesões cerebrais, porém para os egípcios era o coração, e não o encéfalo, a sede do espírito e da memória. Esse conceito que sugeria o coração como sede da consciência e do pensamento permaneceu até a nova visão apresentada por Hipócrates, considerado o pai da medicina ocidental (BEAR, 2008, p. 5).

Hipócrates (460-379 a. C.) propôs que o estudo da mente deveria ser iniciado pela compreensão do cérebro; este, sim, seria a sede da inteligência (KANDEL, SCHWARTS, & JESSEL, 2000, p. 4; BEAR, 2008, p. 5). Em suas palavras:

¹ Tradução nossa.

O homem deve saber que de nenhum outro lugar, mas apenas do encéfalo, vem a alegria, o prazer, o riso e a diversão, o pesar, o luto, o desalento e a lamentação. E por isso, de uma maneira especial, nós adquirimos sabedoria e conhecimento e enxergamos e ouvimos e sabemos o que é justo e injusto, o que é bom e o que é ruim, o que é doce e o que é insípido... E pelo mesmo órgão nos tornamos loucos e delirantes, e medos e terrores nos assombram... Todas essas coisas nós temos de suportar do encéfalo quando não está sadio... Nesse sentido, opino que é o encéfalo que exerce o maior poder sobre o homem.¹

As funções orgânicas do indivíduo e sua interação com o ambiente dependem essencialmente do funcionamento do sistema nervoso. Esse sistema coordena e controla as funções dos sistemas orgânicos, assim como é responsável por receber e decodificar estímulos, além de fornecer as respostas adequadas aos mesmos.

Devido ao caráter interdisciplinar do presente estudo, julga-se importante uma revisão sucinta da organização anátomo-funcional do sistema nervoso. A maior parte do encéfalo corresponde ao cérebro. Na superfície dos hemisférios cerebrais, os sulcos que delimitam os giros (Fig. 5a). O encéfalo, por sua vez, compreende o cérebro (telencéfalo), o cerebelo e o tronco encefálico, ou seja, tudo aquilo que fica protegido pela caixa craniana (Fig. 5b).

Figura 5 – a. Hemisférios cerebrais direito e esquerdo.
b. Superfície medial do encéfalo: Secção mediana do cérebro e tronco encefálico formado pelo diencefalo, mesencéfalo, ponte e bulbo raquídeo (denominado medula oblonga, nomina anômica, 2010).
Fonte: Bear, 2008, p. 192

¹ Hipócrates, Sobre a Doença Sagrada (Séc. IV a.C.) *apud* Bear, (2008, p. 5).

O cérebro pode ser dividido em lobos, correspondendo cada um ao osso do crânio com os quais guardam relações, sendo eles o lobo frontal, occipital, parietal e temporal (Fig. 6). Do encefálico originam-se 12 pares de nervos, denominados cranianos e da medula, originam-se 31 pares de nervos espinhais que deixam a coluna vertebral pelos forames intervertebrais.

Figura 6 – Visão lateral do cérebro humano evidenciando os quatro lobos do hemisfério esquerdo.
Fonte: Squire & Kandel, 2003, p. 125.

O cérebro é formado por células, assim como todos os órgãos do organismo. No sistema nervoso os neurônios e células gliais são os principais componentes. Os neurônios sensoriais e seus órgãos receptores possuem a capacidade de perceber modificações apresentadas pelo ambiente interno e externo, comunicar as modificações a outros neurônios, assim como comandar as repostas corporais a essas sensações; os interneurônios são os elementos de associação, e os neurônios motores os efetadores que acionam músculos e glândulas. As células gliais, cujas funções têm sido ampliadas, de forma geral contribuem para o isolamento, a sustentação, a nutrição, a homeostase e a defesa dos neurônios vizinhos (BEAR, 2008, p. 24).

Os neurônios possuem variadas formas, de acordo com suas funções no sistema nervoso. Cada um deles pode estabelecer dezenas, centenas ou milhares de conexões, ou sinapses, com outros neurônios, além de se conectarem também com outros tipos de células. Quanto maior o número e o comprimento dos dendritos e sua quantidade de espinhas dendríticas – pequenas protusões que emergem dos troncos dendríticos formados por um pequeno talo com extremidade esferóide (Fig.7) – maior o número de sinapses que este neurônio pode estabelecer com outras células (KOLB, GIBB, & ROBINSON, 2003).

Figura 7 – Neurônio piramidal e espinhas dendríticas.
Fonte: Kolb, Gibb, & Robinson, 2003.

Entre as propriedades e características da fisiologia neural e a respectiva influência do ambiente no qual o indivíduo interage, Nicolelis & Lebedev (2009) destacam: um único neurônio é capaz de informar diversos parâmetros comportamentais; um mesmo comportamento pode ser produzido por diferentes grupamentos neuronais; a função de grupamentos neurais é crucialmente dependente de sua capacidade de adaptação plástica a novas tarefas; as taxas de disparo de um grupamento neuronal permanecem constantes durante a aprendizagem de uma tarefa; as respostas sensoriais de um grupamento de neurônios podem mudar de acordo com o contexto de apresentação do estímulo; entre outras. Por exemplo, estudos envolvendo macacos e ratos Europa e Américas mostram que o

processamento da informação de um único neurônio motor é efetuado por diferentes áreas neurais (NICOLELIS & LEBEDEV, 2009).

No fragmento abaixo Maturana & Varela (2001) ilustram o processamento de informação e a complexidade encontrada no sistema nervoso:

Basta contemplar essa estrutura do sistema nervoso – embora não seja possível entrar nos muitos detalhes das relações de atividade que, em cada momento, ali se especificam – para nos convenceremos de que o efeito de projetar uma imagem sobre a retina não é como o de ligar de uma linha telefônica para um receptor. É mais como uma voz (perturbação), que se soma às muitas vozes de uma agitada sessão de transações na bolsa de valores (relações de atividade interna entre todas as projeções convergentes), na qual cada participante ouve o que lhe interessa (p.181).

3.1. Aprendizado e memória

Na perspectiva biológica os termos memória e aprendizado estão intimamente relacionados. Memória é considerado processo mediante o qual se adquire, se forma, se conserva e se evoca a informação. O aprendizado, assim, é considerado neurofisiologicamente a fase de aquisição de memória. Sua evocação pode ser denominada como expressão, recuperação e lembrança. Somente pode ser lembrado, recordado, aquilo que se aprende; assim como cada indivíduo é aquilo que tem a capacidade de recordar. O acervo de memórias faz com que cada ser humano seja um indivíduo único (CAMMAROTA, BEVILAQUA, & IZQUIERDO, 2008, p. 242).

Os mecanismos neurais de diferentes espécies de mamíferos são semelhantes entre si, assim, é possível fazer inferências dos achados em uma dessas espécies e extrapolar os mesmos para outras, considerando os níveis investigados. Por exemplo, uma alteração no lobo temporal do encéfalo produz alterações no processamento de memória semelhantes no homem e no rato, assim como no nível comportamental. Pode-se considerar que um caracol, uma abelha, um frango, um rato e, mesmo o ser humano, quando submetidos a um estímulo que causa aversão, aprendem a evitar esse estímulo (CAMMAROTA, BEVILAQUA, & IZQUIERDO, 2008, p. 243).

A sequência desde a percepção até a formação de memória é melhor compreendida no caso da visão, que é o mais dominante dos sentidos nos humanos e em outros primatas. Sabe-se que aproximadamente metade do córtex está dedicado ao processamento da informação visual, sendo que mais de 30 áreas diferentes do encéfalo participam desse processamento. Cada área parece estar envolvida no processamento de determinado aspecto de um objeto observado, como a cor, a forma, o movimento, a orientação, a localização espacial.

A atividade neuronal, então, ocorre de forma simultânea em muitas regiões do encéfalo sempre que um objeto é percebido, e acredita-se que esta atividade simultânea distribuída seja a base da percepção. A memória parece estar armazenada no mesmo conjunto de estruturas encefálicas envolvidas na percepção inicial e no processamento daquilo que será lembrado. Assim, a memória de longa duração estaria armazenada no mesmo conjunto de estruturas distribuídas que percebem, processam e analisam aquilo que será lembrado (SQUIRE & KANDEL, 2003, p. 84).

O processamento de memória depende fundamentalmente do lobo temporal medial, apesar do mesmo não ser o repositório final da memória de longa duração. Acredita-se que em cada uma das áreas envolvidas no processamento de informação ocorram alterações persistentes na intensidade das conexões entre os neurônios e como resultado respondam diferentemente após o aprendizado. Assim, considera-se que a atividade integrada no conjunto de neurônios modificados pelo estímulo contenha a memória de longa duração daquilo que é percebido (SQUIRE & KANDEL, 2003, p. 99).

Um dos papéis importantes dos lobos temporais mediais relaciona-se com o processamento e consolidação da memória declarativa, embora outras áreas também participem desse processamento, como o córtex pré-frontal, entorrinal, parietal etc. Considera-se que o hipocampo, estrutura filogeneticamente antiga localizada no lobo temporal, exerça função essencial nesse processo. A maior parte do que se sabe sobre os mecanismos de memória de longa duração para a memória declarativa advém de estudos do hipocampo (CAMMAROTA, BEVILACQUA, & IZQUIERDO, 2008, p. 246).

A informação flui para o hipocampo e através dele por três vias principais: a via perforante, que parte do córtex entorrinal às células granulares do giro denteado; a via das fibras musgosas, que tem sua origem nas células granulares do giro denteado às células piramidais da região CA3 do hipocampo; e a via das colaterais de Schaffer, que se origina da região CA3 e se dirige à região CA1 (Fig. 8).

Figura 8 – Localização do hipocampo no encéfalo humano.
Fonte: Squire & Kandel, 2003, p. 125.

Lesões no hipocampo de humanos interferem no armazenamento de novas memórias, mas não nas antigas. Portanto, o hipocampo é considerado órgão importante no armazenamento temporário para a memória de longa duração, por períodos que variam de semanas a meses. O hipocampo, assim como outras estruturas do lobo medial temporal, tem a função de modular a representação inicial que é estabelecida em áreas corticais quando a informação é processada pela primeira vez. Esta região teria a função de ligação, unindo os sítios de armazenamento que foram estabelecidos em diferentes regiões do córtex de modo que esses sítios de armazenamento fiquem fortemente conectados um ao outro (SQUIRE & KANDEL, 2003, p. 124).

Observa-se, assim, no nível biológico, a íntima relação entre os processos de aprendizado e memória, em que cada nova aprendizagem compõe o acervo de memórias do organismo, mediadas pelo funcionamento do hipocampo. Como fundamentais funções do hipocampo residem o processamento de informação, ou seja, dos estímulos aos quais o organismo é exposto e com os quais interage, formando novas memórias. A seguir serão

apresentados os aspectos da fisiologia neural candidatas à base molecular e celular do aprendizado e memória e sua relação com os estímulos ambientais.

3.1.1. Neuroplasticidade: o encéfalo se transforma com as novas experiências

O cérebro adulto antes de 1960 era considerado pelos cientistas órgão imutável, estático, sujeito apenas ao controle genético. Hoje sabemos que a circuitaria neural está em constante mudança de acordo com as experiências vivenciadas durante todo o desenvolvimento do organismo e mesmo após lesão. Essa capacidade do cérebro de se modificar é conhecida como plasticidade. Quando o sistema nervoso muda, ocorre, muitas vezes, mudança correlata no comportamento ou em funções psicológicas, por exemplo, na aprendizagem e formação de memória (DIAMOND, 2001; KOLB, GIBB, & ROBINSON, 2003). Pode-se dizer que o aprendizado e a memória, então, são adaptações da circuitaria cerebral ao ambiente, ocorrendo ao longo de toda a vida. Galeno (130-200 d.C.) já havia reconhecido, em sua época, que a formação de memórias estaria relacionada à impressão de sensações no tecido nervoso (BEAR, 2008, p. 5).

A neuroplasticidade é, então, a propriedade de estruturas do encéfalo apresentarem mudanças de acordo com os estímulos ambientais com os quais interage. De uma forma geral, podemos considerar que “toda vez que alguma forma de energia proveniente do ambiente de algum modo incide sobre o sistema nervoso, deixa nele alguma marca, isto é, modifica-o de alguma maneira” (LENT, 2010, p. 149).

Entre as características de plasticidade neural descritas em diferentes espécies animais estão: fortalecimento das sinapses; aumento do número de espinhas sinápticas com a experiência; formação de novas conexões sinápticas; aumento ou diminuição, prolongado ou permanente, da eficácia da transmissão sináptica; estabilização das sinapses existentes; aumento do comprimento e do número de ramificações dendríticas.

Podemos considerar, então, que a composição do ambiente em que o organismo se situa influi sobremaneira, por meio dos estímulos que o compõem, na aprendizagem e desenvolvimento do organismo; estes influirão em mudanças estruturais e fisiológicas nos sistemas neurais (ROSENZWEIG, 2006; GAZZANIGA, HEATHERTON, 2003).

Em 1948, o psicólogo canadense Donald Hebb (1904-1985) propôs que a aprendizagem resulta de alterações em conexões sinápticas de células que descarregam e formam redes neurais juntas, assim como novas conexões neurais se desenvolvem em função da aprendizagem (GAZZANIGA & HEARTHERTON, 2005, p. 209). Segundo Hebb as sinapses seriam fortalecidas quando algum tipo de sincronismo se estabelecesse entre o neurônio pré-sináptico e o neurônio pós-sináptico, ou seja, seriam promovidas por meio de alterações ou criação de novas conexões sinápticas. Mais tarde, na segunda metade do século XX, esse mecanismo de plasticidade sináptica foi descoberto e lhe foi atribuído o nome de LTP (do inglês: *long term potentiation* = *potenciação de longa duração*).

Algumas linhas de evidências apoiam a ideia de que a potenciação de longo prazo pode ser a base da aprendizagem e da memória no nível celular. Essa afirmação decorre da observação de LTP em locais do cérebro envolvidos na aprendizagem e na memória, como o hipocampo. Outras evidências advêm do fato que as mesmas drogas que melhoram a memória também promovem maior LTP, e as que bloqueiam a memória também bloqueiam a LTP, e, por fim, o condicionamento comportamental produz efeitos neuroquímicos quase idênticos à LTP. O processo de potenciação de longo prazo também apoia a afirmação de Hebb de que a aprendizagem resulta do fortalecimento de conexões sinápticas que descarregam juntas (GAZZANIGA & HEARTHERTON, 2005, p. 210).

A LTP é o nome dado ao aumento prolongado da magnitude da resposta sináptica de um neurônio, quando o neurônio pré-sináptico é estimulado por uma salva curta de alta frequência de potenciais de ação. O neurônio piramidal do campo CA1 do hipocampo (ver Fig.8) é o neurônio-modelo para estudos de LTP. Há evidências de que novas sinapses podem ser criadas após a LTP, conforme propôs Hebb. As sinapses potenciadas pelas LTPs seriam fortalecidas, tornando-se consolidadas e, portanto, permanentes. Assim, as bases da aprendizagem e memória, no nível molecular, seriam promovidas por LTPs (GAZZANIGA, HEARTHERTON, 2003).

A LTP é um fenômeno típico das sinapses glutamatérgicas¹. Como consequência da liberação de glutamato pelo terminal pré-sináptico, a membrana pós-sináptica é fortemente despolarizada por meio da ativação de receptores AMPA (rAMPA) (ver Fig.9). Essa despolarização induz ao desbloqueio do canal iônico associado ao receptor NMDA (rNMDA), pois desloca o Mg^{2+} e possibilita a entrada maciça de cálcio (Ca^{2+}) na espinha dendrítica do neurônio pós-sináptico. Com o aumento da concentração de cálcio (Ca^{2+}) há: a formação de

¹ Sinapses no qual o neurotransmissor envolvido é o glutamato e seus receptores pós sinápticos são do tipo AMPA e NMDA.

complexos com a proteína calmodulina (CaM); a ativação e autofosforilação da cinase II dependente de Ca^{2+} e de calmodulina (CaMKII); e a translocação dessa enzima à densidade pós-sináptica (PSD), que é uma especialização da membrana pós sináptica, a qual reúne enzimas, receptores e proteínas de sinalização, estruturais de ancoramento. Nas PSDs, a CaMKII interage diretamente com o rNMDA, que facilita a fosforilação da subunidade GluR1 do rAMPA, evento esse que incrementa a condutância do canal iônico associado ao receptor, bem como a inserção de novos rAMPA na membrana pós-sináptica. A CaMKII participa também na ativação de uma outra família de cinases, as cinases ativadas por eventos extracelulares (ERK) por meio de mecanismo que envolve a proteína intermediária SynGap. Uma vez ativada, a ERK transloca-se ao núcleo neuronal, onde é capaz de promover a ativação da transcrição gênica mediante a fosforilação sequencial da cinase RSK (do inglês *ribosomal subunit cinase*) e do fator de transcrição CREB (do inglês *cAMP – responsive element binding protein*) (CAMMAROTA, BEVILAQUA, & IZQUIERDO, 2008, p. 249).

Figura 9 – Mecanismos envolvidos na consolidação de memória e aprendizagem.

Fonte: Cammarota, Bevilaqua, & Izquierdo, 2008, p. 249.

As espinhas dendríticas foram descritas, por Ramon y Cajal em 1889. Acredita-se que as espinhas dendríticas são as candidatas à localidade morfológica das memórias e aprendizado. A exposição do indivíduo a ambiente enriquecido, conforme será explorado adiante, aumenta a formação de espinhas dendríticas. Observou-se em crianças com retardo mental a expressão imatura das espinhas; verificou-se que as espinhas dendríticas são instáveis e móveis. Na Fig.10 pode-se observar as alterações nas espinhas dendríticas de

neurônios do hipocampo em cultura após estímulo condicionante (*conditioning stimulation*). Na Fig.10a é destacado o campo do dendrito a ser modificado. Em 10b, nesse campo destacado, pode-se observar em amarelo os receptores de glutamato e, depois de duas horas, em 10c, as setas indicam duas novas espinhas dendríticas formadas com receptores de glutamato. A cultura foi exposta por 10 minutos à estimulação de condicionamento (SEGAL, 2005).

Figura 10 – Mudanças nas espinhas dendríticas em cultura de hipocampo após condicionamento. Formação de novas espinhas dendríticas no intervalo de 2 horas. Fonte: Segal, 2005.

Embora a neuroplasticidade seja amplamente investigada, essas pesquisas são essencialmente realizadas em animais. A investigação em humanos é escassa quando comparada com animais. Essa dificuldade reside nos métodos empregados, que na maioria dos estudos envolvem técnicas invasivas e análise histológica de áreas específicas do tecido cerebral *post mortem*. Porém, esse panorama vem sendo modificado com o avanço das tecnologias de imagem aplicada ao estudo de mudanças cerebrais de acordo com a experiência.

DRAGANSKI et al. (2004) utilizou a técnica de neuroimagem *voxel-based morphometry* (VBM)¹ em humanos adultos e mostrou que mudança estrutural em áreas cerebrais está associada com processamento e armazenamento de complexa movimentação visual. Essas informações foram coletadas por meio de escaneamento do cérebro de indivíduos após treino de malabarismo. Descobriram que há alteração em estruturas macroscópicas do cérebro, o que contradiz a visão tradicional de que estruturas anatômicas do cérebro humano

¹ *Voxel Based Morphometry (VBM)* é uma técnica sofisticada de neuroimagem, na qual se é possível investigar mudanças sutis na substância cinzenta e branca do cérebro em regiões específicas (DRAGANSKI, et al., 2004).

adulto não se alteram, exceto por mudanças na morfologia causadas pela idade ou condições patológicas. Os dados indicam que a aprendizagem induz plasticidade cortical também demonstrada no nível estrutural em humanos. A plasticidade do córtex geralmente é associada mais propriamente com mudanças funcionais, e este estudo adiciona evidências de que modificações no cérebro também envolvem mudanças anatômicas macroestruturais.

Draganski et al. (2006), utilizando o protocolo VBM para detectar possíveis mudanças estruturais no cérebro associadas ao aprendizado, investigou estudantes de medicina enquanto se preparavam para exame. As ressonâncias magnéticas foram realizadas em três momentos: a primeira foi realizada três meses antes do exame, a segunda foi realizada um ou dois dias depois do exame e a terceira foi realizada três meses depois do exame. O estudo mostrou que durante o período de aprendizagem a massa cinzenta aumentou significativamente no córtex posterior e lateral bilateralmente. Não houve mudanças estruturais significativas três meses depois do exame. O hipocampo, entretanto, apresentou aumento contínuo ao longo das três coletas de dados, e mesmo após o período de aprendizagem. Os autores concluem que os resultados indicam que a aquisição de informação altamente abstrata pode estar relacionada a um padrão de mudanças estruturais em determinadas áreas do cérebro.

As pesquisas acima apresentam evidências de que ocorrem modificações no cérebro humano de acordo com treinos e ou aprendizagens realizadas. Posner & Rothbart (2005) consideram que as evidências da plasticidade cerebral constituem conhecimento básico na aplicação da neurociência para a educação, de forma que a experiência educacional pode causar alteração morfofuncional no cérebro de crianças.

3.1.2. Neurogênese: há produção de novos neurônios no cérebro adulto

Desde o final do século XIX assumiu-se que o SNC de mamíferos era estruturalmente estável logo após o nascimento. Assim, cada indivíduo nascia com um número fixo de neurônios, ou seja, nenhum neurônio seria adicionado na idade adulta (ALTMAN & DAS, 1965; GOULD & GROSS, 2002). Ao contrário deste dogma, há recente aceitação de que o sistema nervoso tem a capacidade de gerar novos neurônios (KEMPERMANN & GAGE, 1998; GAGE, 2002).

Poucos relatos anteriores à década de 1980 sugeriam a possibilidade de neurogênese no cérebro adulto. Acredita-se que isso ocorreu devido ao grande peso da ideia do caráter

estático do cérebro, pela qual os neurônios em adultos não seriam repostos. Outro aspecto que dificultou o avanço da área foi a falta de métodos disponíveis para detectar a divisão celular *in vivo* e acompanhar a diferenciação de células recém-geradas. Assim, a dificuldade na verificação da neurogênese, somada à firme convicção da maioria dos pesquisadores da época sobre a impossibilidade do nascimento de neurônios no sistema nervoso adulto, são considerados os principais motivos para o lento avanço nessa área (KANDRATAVICIUS, et al., 2007).

Altman e Das (1965 e 1966) foram os pioneiros no relato de novos neurônios em uma variedade de estruturas do cérebro de ratos e gatos adultos, incluindo o bulbo olfatório, hipocampo e córtex cerebral usando técnicas de auto-radiografia e timidina tritiada, que se incorpora ao DNA das células em mitose ao longo do tempo. O aprimoramento das técnicas está fornecendo suporte para plasticidade do cérebro e a neurogênese (GOULD & GROSS, 2002; KANDRATAVICIUS, et al., 2007).

Com o desenvolvimento das técnicas de estudo celular vários laboratórios confirmaram que novos neurônios são adicionados à camada de células granulares do giro dentado de mamíferos adultos, sendo eles de roedores, mussaranhos, saguis, macacos (GOULD & GROSS, 2002) e de humanos (ERIKSSON, et al., 1998).

Após a identificação de que novos neurônios nasciam do cérebro de animais adultos, considerou-se que essas novas células eram adicionadas em baixa quantidade. Entretanto, os estudos de Cameron & McKay (2001) com ratos adultos, utilizando BrdU como marcador, constataram que existem 9400 células progenitoras no giro dentado com ciclo celular de 25 horas, produzindo 9000 novas células a cada dia, as quais apresentam evidências imunocitoquímicas com características de neurônios. As autoras estimam que mais de 250.000 células são geradas no giro dentado do adulto desses animais por mês. Estudos indicam que baixas doses de BrdU podem resultar em incapacidade de identificar neurogênese em certas regiões cerebrais (GOULD & GROSS, 2002).

Atualmente há concordância sobre a existência de neurogênese no cérebro adulto, em regiões como a zona periventricular e bulbo olfatório; e no giro dentado do hipocampo (ERIKSSON, et al., 1998; KANDRATAVICIUS, et al., 2007; GAGE, 2002). No hipocampo a neurogênese em roedores ocorre na zona subgranular (ZSG) do giro dentado sendo que a maioria desses novos neurônios pós-mitóticos sofre diferenciação entre 3 e 7 dias. As células que não terminam a diferenciação morrem dentro de uma semana após a geração. Esse processo afeta 60% dos novos neurônios. As células sobreviventes diferenciam-se

principalmente em neurônios granulares glutamatérgicos e uma pequena porcentagem em células em cesto GABAérgicas (KANDRATAVICIUS, et al., 2007).

Atividade física e ambiente enriquecido, por exemplo, oferecem maior oportunidade para interação social, atividade física e aprendizagem. Tem-se mostrado aumento da taxa de neurogênese, assim como da manutenção dessas novas células (KEMPERMANN & GAGE, 1998; GAGE, 2002)

Alguns neurônios gerados podem sobreviver no giro denteado de ratos durante pelo menos 8 meses (ALTMAN E DAS, 1965), em macacos no giro denteado e no córtex por aproximadamente 12 semanas e no giro denteado humano por 2 anos (ERIKSSON et al., 1998).

A maioria das células geradas no cérebro adulto sobrevive pouco tempo após sua geração. Outra constatação é de que o número de neurônios não aumenta drasticamente no encéfalo. Assim, acredita-se que a sobrevivência de novos neurônios pode depender de estímulos que estão faltando nas condições de laboratório em gaiolas padrão. E, desta forma, a longevidade de novos neurônios pode estar sendo subestimada pelos estudos com animais em ambiente relativamente privado (GOULD & GROSS, 2002).

Estudos mostram que animais mantidos em ambiente enriquecido, em ambiente selvagem ou em laboratório concebido para simular ambiente selvagem apresentam aumento da sobrevivência de células recém-geradas no hipocampo (GOULD & GROSS, 2002; KEMPERMANN, KUHN, & GAGE, 1997).

A neurogênese no cérebro adulto é modulada por vários mecanismos fisiológicos e patológicos. Exercícios físicos e aprendizado são tidos como estimulantes da neurogênese, enquanto privação de sono e ingestão crônica de álcool e drogas de abuso são fortes inibidores (KANDRATAVICIUS, et al., 2007). A exposição a ambientes pobres detecta baixo número de novos neurônios. Desta forma, podemos afirmar que a quantidade de novos neurônios depende do ambiente em que os indivíduos interagem. Experiências de estresse e exposição a predadores diminuem o número de novos neurônios (GOULD & GROSS, 2002).

Em estudo Eriksson et al. (1998) investigou a existência de neurogênese no cérebro humano adulto, em regiões previamente identificadas em roedores e macacos adultos. O tecido cerebral humano foi obtido de pacientes *post mortem* previamente tratados com análogo da timidina, bromodesoxiuridina (BrdU). Os autores consideram que os resultados evidenciam que o hipocampo humano retém sua capacidade de gerar neurônios por toda a vida.

O interesse em investigar a neurogênese busca compreender se a formação de novas células está relacionada a processamentos cognitivos complexos como o aprendizado e a memória, e como se dá esse suporte (KEMPERMANN & GAGE, 1998). Apesar das dificuldades envolvidas na compreensão dos processos relacionados à plasticidade neural, neurogênese e limites dessa plasticidade, é possível considerar que o encéfalo, incluindo o humano, interage e se modifica de acordo com as experiências vividas, em que o ambiente exerce fundamental importância, podendo potencializar ou não essas modificações no cérebro.

3.3. Ambiente Enriquecido

A hipótese de que as alterações morfológicas ocorrem no cérebro como consequência de experiência é antiga. Spurzheim¹ em 1815 indagou se o tamanho do cérebro poderia ser aumentado pelo exercício; ele afirma que sim, da mesma forma como ocorre com os músculos pelo exercício. Esse autor atribuiu ao aporte sanguíneo esse fato: “porque o sangue é transportado em maior abundância às partes que são excitadas e a nutrição é realizada pelo sangue” (DIAMOND, 2001).

Anos depois, em 1874, Charles Darwin² mencionou que os cérebros de coelhos domésticos foram reduzidos consideravelmente em comparação com os de coelhos selvagens. Ele concluiu que estes animais não exerciam seu intelecto, os instintos e os sentidos tanto quanto faziam aqueles de ambiente selvagem (DIAMOND, 2001).

Somente na década de 1960 foram realizados os primeiros estudos controlados em animais. Esses estudos demonstraram que o enriquecimento ambiental poderia alterar a química e anatomia do córtex cerebral e, por sua vez, melhorar a memória dos animais, assim como sua capacidade de aprendizagem (DIAMOND, 2001).

O paradigma de enriquecimento ambiental em contexto da neurociência foi citado pela primeira vez por Donald Hebb³ (NITHIANANTHARAJAH & HANNAN, 2006). Hebb,

¹ SPURZHEIM JC. 1815. *The physiognomical system of Drs Gall and Spurzheim*. Baldwin Cradock and Joy, 2nd ed., London: 554-555.

² DARWIN C. (1874). *The descent of man*. Rand McNally. Chicago ed 2.

³ HEBB, D. O. (1947). The effects of early experience on problem solving at maturity. *Am. Psychol.* 2, 306-307.

em 1949¹, relatou a experiência de quando levou sete ratos para explorar sua casa como animais de estimação de seus filhos, por algumas semanas, e depois retornou os animais para o laboratório. Esses animais apresentaram melhora na habilidade de resolver problemas em relação aos ratos que permaneceram no laboratório (ALTMAN & DAS, 1964).

Hebb descreve que eles mantiveram sua superioridade ou a aumentaram em uma série de problemas propostos no labirinto de Hebb-Williams, de forma que “experiências enriquecidas para grupo de animais de estimação durante o período de desenvolvimento os tornaram mais capazes de melhores resultados em novas experiências na maturidade”. Os resultados mostraram um efeito permanente da experiência do início do desenvolvimento na resolução de problemas na maturidade (ROSENZWEIG, 2006, p. 634).

O termo “ambiente enriquecido” foi publicado formalmente pela primeira vez em artigo intitulado “*Relations between brain chemistry and problem-solving among rats raised in enriched and impoverished environments*” (KRECH, ROSENZWEIG, & BENNETT, 1962). Assim como a primeira citação para “*enriched environment*” no website da Livraria Nacional de Medicina, PubMed, é atribuída ao mesmo grupo em 1964 e, em seguida, no mesmo ano, citado no trabalho “*Autoradiographic examination of the effects of enriched environment on the rate of glial multiplication in the adult rat brain*” (ALTMAN & DAS, 1964).

O conceito de ambiente enriquecido tem sido explorado de forma crescente na literatura como mostram os dados a seguir: o período de 1970 a 1974 mostrou sete citações para ambiente enriquecido, e depois o aumento foi exponencial, sendo 46 para os períodos de 1995 a 1999 e 122 de 2000 a 2004 (ROSENZWEIG, 2006, p. 632).

Até o momento não há uma definição padrão para o mesmo (ROSENZWEIG, 2006, p.632). O ambiente enriquecido se refere às condições das gaiolas padrão, local no qual normalmente os animais são mantidos em condição de laboratório. De forma geral considera-se que ambiente enriquecido no contexto de laboratório é ambiente que oferece ao indivíduo uma combinação complexa de estímulos inanimados e interação social (KRECH, ROSENZWEIG, & BENNETT, 1960; VAN PRAAG, KEMPERMANN, & GAGE, 2000).

De acordo com Kempermann, Kuhn e Gage (1997), a plasticidade neural experiência-dependente é de longa data conhecida em encéfalo de camundongos; neuroplasticidade experiência-dependente é a propriedade de estruturas do encéfalo apresentarem mudanças de acordo com os estímulos ambientais a que o organismo foi submetido. Assim, ambientes

¹ HEBB, D. (1949). The organization of behavior, 298 (Wiley, New York, 1949)

enriquecidos potencializam mudanças no organismo, por meio da experiência, nos planos neuroquímico, anatômico e comportamental (ROSENZWEIG, 2006, p. 623; DIAMOND, 2001).

Animais expostos a ambientes enriquecidos apresentaram modificações no encéfalo como: aumento da espessura do hipocampo, da arborização dendrítica e do número de células gliais (KEMPERMANN, KUHN, & GAGE, 1997); aumento significativo no número de espinhas dendríticas em células piramidais, especialmente nos dendritos basais; e do tamanho das junções sinápticas (GLOBUS, ROSENZWEIG, BENNETT, & DIAMOND, 1973, ROSENZWEIG, 2006, p. 627). O peso cortical de animais expostos a ambientes enriquecidos é maior que o de animais expostos a ambientes empobrecidos (ROSENZWEIG, 2006, p.627); há mudanças no peso cortical com relação às experiências vivenciadas pelo organismo, há também aumento dos corpos celulares de células piramidais do córtex occipital; aumento do número de células por unidade de volume do córtex (ROSENZWEIG, BENNETT E DIAMOND, 1972); crescimento das sinapses já existentes; aumento do comprimento e do número de ramificações dendríticas em adultos; mudanças estruturais nos elementos pré-sinápticos e pós-sinápticos (GREENOUGH, WEST, & DEVOOGD, 1978). Assim, quanto maior a estimulação do organismo, por meio da composição do ambiente, maiores são as oportunidades do sistema nervoso se modificar e se desenvolver (ROSENZWEIG, 2006; GAZZANIGA, HEATHERTON, 2003). Em diferentes tarefas propostas os animais que interagiram em ambiente enriquecido tiveram desempenho melhor que os animais sob controle e expostos a ambientes empobrecidos (ROSENZWEIG, 2006, p.634).

Pode-se considerar, então, que o ambiente enriquecido contribui para maior desenvolvimento do cérebro e capacidades comportamentais quando comparado a ambiente padrão ou empobrecido, além de melhorar a aprendizagem e capacidade de resolução de problemas (ROSENZWEIG, 2006; HEBB, 1949 apud ROSENZWEIG, 2006).

Ambiente enriquecido se refere às condições de moradia ou ambiente exploratório que facilitam o aumento da estimulação sensorial, cognitiva e motora (Fig.11) em relação às condições padrão de gaiolas. O enriquecimento com objetos geralmente varia em composição, tamanhos, formas, texturas, cheiros e cores (apesar de padrões de atividade diurna e limitações do sistema visual dos roedores) e podem favorecer a estimulação somatossensória e olfatória dos indivíduos, além de poder conter acesso a rodas de corrida.

Alguns dos modelos de enriquecimento ambiental incluem aumento da interação social por meio do aumento de indivíduos por gaiola. As gaiolas usadas para enriquecimento geralmente são maiores com objetos completos e variados. Alguns protocolos removem os

animais de gaiolas padrão e os inserem, diariamente, em gaiolas exploratórias por períodos de tempo determinados (NITHIANANTHARAJAH & HANNAN, 2006).

Figura 11 – Proposta de ambiente enriquecido para roedores.
Fonte: Nithianantharajah e Hannan, 2006.

O ambiente enriquecido descrito por KEMPERMANN, KUHN, GAGE (1998) para camundongos adultos e idosos é constituído por oportunidade para interação social, exploração somatossensorial e atividade física. Pode-se observar (Fig.12a) uma gaiola construída com base no paradigma de ambiente enriquecido. Em **b** uma gaiola padrão sem água e comida. O enriquecimento ambiental, neste caso, consistiu de interação social (treze ratos nas gaiolas grandes enquanto em gaiolas padrão foram três), os objetos inseridos para estimulação do comportamento exploratório composto por brinquedos e um conjunto rearranjável de túneis. Em **c** é destacada a roda de corrida para atividade física.

Nessa proposta de ambiente enriquecido, além de água e comida à disposição, foram inseridos alimentos considerados “enriquecidos” pelos autores como queijos, biscoitos e frutas.

Figura 12 – a. Proposta de ambiente enriquecido para roedores.
 b. Gaiola padrão para roedores.
 c. Roda de corrida para estimulação de atividade física.
 Fonte: Kempermann, Kuhn e Gage (1998).

Em outro estudo, o paradigma de ambiente enriquecido foi aplicado da seguinte forma: foram selecionados trinta e seis ratos *Long-Evans* e expostos a três tipos de condições experimentais, sendo cada grupo composto por doze animais: 1) ambiente enriquecido; 2) ambiente padrão e 3) ambiente empobrecido. Todos os animais tinham livre acesso a água, comida e condições de iluminação semelhantes. Krech, Rosenzweig, & Bennet (1960) consideraram a combinação de interação social e objetos como condição vital para o qualificar de ambiente enriquecido. No grupo de ambiente enriquecido, doze animais viveram juntos em gaiola de 70x70x46cm e foram fornecidos de 5 a 6 objetos para exploração como rodas, escadas e pequenos labirintos. Os objetos foram modificados de duas a três vezes por semana a fim de oferecer novidade e desafio, pois a substituição frequente de objetos é um componente essencial de uma condição enriquecida. Para o ambiente padrão, três animais foram alojados em uma pequena gaiola (20x20x30cm) com nenhum objeto para explorar. E para o ambiente empobrecido um animal ficou sozinho em uma gaiola pequena e sem

exploração de objetos. Após 30 dias nesses ambientes foram analisados os córtex desses animais. Os resultados indicam que o córtex do grupo dos animais expostos a ambientes enriquecidos tinha aumentado em espessura em comparação com o padrão. Verificou-se aumento da espessura cortical devido a aumento do tamanho das células nervosas, número e comprimento das espinhas dendríticas e espessamento pós-sináptico (DIAMOND, 2001).

Uma ressalva importante desse ambiente enriquecido refere-se a um contexto de laboratório. Esses modelos de ambiente enriquecido são assim considerados apenas quando comparados a aqueles de animais em ambientes de gaiola padrão. Um ambiente natural pode ser muito mais enriquecido em experiências de aprendizagem do que o descrito para enriquecimento de ambiente em contexto de laboratório. Deve-se considerar também que os animais de laboratório são organicamente diferentes de animais de ambientes naturais. Por exemplo, os ratos e camundongos criados em ambiente de laboratório estão há mais de 100 gerações em ambientes protegidos e isso faz seu conjunto de genes diferente de animais em condições naturais (ROSENZWEIG, 2006).

Experimentos com diferentes linhagens de ratos mostraram efeitos semelhantes aos de animais expostos a ambientes enriquecidos em comparação aos expostos a ambientes empobrecidos tanto nos dados em relação ao cérebro quanto para solução de problemas no nível comportamental. Efeitos similares foram encontrados em várias espécies de mamíferos – roedores, esquilos, gatos e macacos. Outros trabalhos têm estendido esses achados para pássaros, peixes, moscas de frutas e aranhas (ROSENZWEIG, 2006, p. 629).

Walsh e Greenough, em 1976, editaram e publicaram o volume intitulado *“Environments as Therapy for Brain Dysfunction”*. Neste volume trataram de tópicos como recuperação de ferimento no cérebro, má nutrição, endocrinopatias e privação sensorial. Os autores consideram a relevância das pesquisas com modelos animais, mas deixam claro as limitações dos modelos animais para terapia em humanos (ROSENZWEIG, 2006, p. 635).

3.3. Ambiente educacional como um ambiente enriquecido para humanos

Após a identificação do potencial do cérebro de neuroplasticidade, de neurogênese e da influência que o ambiente exerce sobre ele pelos processos de aprendizagem e interações que podem potencializar mudanças no encéfalo e no comportamento, por exposição do

organismo a ambientes enriquecidos ou complexos, faz-se, então, a pergunta: o que seria o ambiente enriquecido para humanos?

A longa história de especulação sobre a educação promover alterações morfo-funcionais e comportamentais encontra respaldo nos estudos em que uma porção de área de Wernicke foi comparada, pós-morte, em três grupos de indivíduos quanto ao grau de escolaridade: (i) indivíduos sem ensino médio; (ii) indivíduos com ensino médio; e (iii) indivíduos com grau universitário. Neste estudo foi observada correlação positiva entre o nível de escolaridade e o padrão de arborização dendrítica, evidenciando que os sistemas dendríticos se proliferam em resposta a interação ativa com ambientes novos e desafiantes (JACOBS, SCHALL, & SCHEIBEL, 1993). Assim, a neuroplasticidade evidenciada em animais foi também encontrada em humanos. Nesse estudo, os autores enfatizam a notável sensibilidade dos sistemas dendríticos que fornecem uma espécie de “autobiografia orgânica” (*apud* Scheibel, 1990¹) e ressaltam seu papel como indicadores de interações cognitivas e comportamentais de um indivíduo com o ambiente (JACOBS, SCHALL, & SCHEIBEL, 1993). Esses resultados evidenciam a importância dos desafios intelectuais e fatores epigenéticos, demonstrados pela primeira vez em humanos, assim como o impacto da educação na arquitetura e fisiologia do sistema nervoso, em destaque nas estruturas dendríticas (JACOBS, SCHALL, & SCHEIBEL, 1993).

A neurogênese foi também demonstrada em humanos, em regiões previamente identificadas em roedores e macacos, conforme estudo realizado por Eriksson et al. (1998). O tecido cerebral humano foi obtido de pacientes pós-morte previamente tratados com análogo da timidina, bromodesoxiuridina (BrdU) que marca o DNA durante a fase S. Foi demonstrado que novos neurônios são gerados a partir de células progenitoras no giro denteado de adultos humanos. Os resultados encontrados por estes autores demonstram que há gênese de células no cérebro humano adulto e evidenciam que o hipocampo humano permanece com sua capacidade de gerar neurônios por toda a vida (ERIKSSON, et al., 1998).

Marian Diamond reitera a importância da relação ambiente enriquecido e ambiente educacional (DIAMOND, 2001). Em suas palavras²:

Embora o cérebro possua organização macroestrutural relativamente constante, o córtex cerebral está em constante mudança, com sua microestrutura de potencial desconhecido, é fortemente moldado pelas experiências ao longo da vida. É essencial observar que os efeitos do

¹ Scheibel, A.B. (1990) Dendritic correlates of higher cognitive function. In A.B. Scheibel and A.F. Wechsler (eds): *Neurobiology of Higher Cognitive Function*. New York: The Guilford Press, pp. 239-270.

² Tradução nossa.

enriquecimento sobre o encéfalo tem consequências no comportamento. Os pais, os educadores, os políticos e os indivíduos podem se beneficiar de tal conhecimento.

Corroboram essa colocação os achados de Draganski e sua equipe, que identificaram a neuroplasticidade experiência-dependente em adultos humanos. Os estudos utilizaram a técnica de neuroimagem *voxel-based morphometry (VBM)*. Foi demonstrado que após treino de malabarismo há alterações na estrutura macroscópica do cérebro (DRAGANSKI, et al.; 2004). E em estudo que investigou estudantes de medicina antes, durante e depois de um exame por meio do protocolo VBM. Foi observado que durante o período de aprendizagem a massa cinzenta aumentou significativamente no córtex posterior e lateral bilateralmente e no hipocampo houve aumento contínuo ao longo das três coletas de dados, e mesmo após o período de aprendizagem. Este estudo indica que a aquisição de informação altamente abstrata pode estar relacionada a um padrão de mudanças estruturais em determinadas áreas do cérebro (DRAGANSKI, et al.; 2006).

Embora haja poucos estudos em humanos, com base no referencial teórico apresentado é possível afirmar que o cérebro não é órgão estático, ou que seu funcionamento independe das condições ambientais onde interage ou dos desafios aceitos. O avanço tecnológico deve propiciar recursos que permitam o aprofundamento dessa questão *in vivo*.

Com base neste referencial realizamos o presente estudo buscando identificar possíveis conexões entre o ambiente enriquecido e o ambiente educacional no qual se desenvolvem as oficinas de construção de brinquedos. Definir ou delimitar os elementos constituintes do que seja um ambiente enriquecido para humanos foge ao escopo do presente estudo. Entretanto, aqui se reitera que se buscou identificar elementos relevantes contidos no ambiente investigado considerando que fazem parte do conjunto de estímulos com o qual as crianças interagem e que conseqüentemente pode ter repercussões benéficas ou não quando consideradas suas possibilidades de interação, desempenho e aprendizagem.

Apesar das resistências e críticas que, muitas vezes, abordam a questão do ambiente de forma rasa, consideramos que não se pode ignorar a influência do ambiente e sua influência no desenvolvimento orgânico e comportamental do indivíduo, em especial o ambiente educacional que visa o pleno desenvolvimento humano. As atividades e desafios propostos às crianças e adolescentes no ambiente educacional promovem variadas formas de interação e aprendizagem destes, em maior ou menor grau, enquanto paralelamente no nível neurofisiológico esta mudança de atividade também se realiza por meio de modificações anátomo-funcionais do encéfalo. Desta forma, considera-se de fundamental importância

considerar o ambiente e seu potencial como elemento favorecedor da interação, desempenho, aprendizagem e desenvolvimento dos indivíduos.

AMBIENTE/CONTEXTO DE EDUCAÇÃO NÃO FORMAL

Nos parágrafos precedentes foram apresentadas características do sistema nervoso quanto ao seu potencial de adaptação, modificação morfo-funcional de acordo com as experiências e forma de interação com o ambiente, assim como a neurogênese e morte celular que refletem sua plasticidade tanto no organismo humano como em outros mamíferos e que, aliás, é um campo fértil para pesquisas da mente e do cérebro.

Entende-se a aprendizagem no nível neuronal como o fortalecimento ou enfraquecimento das conexões neuronais, as quais têm seus padrões conectivos alterados a todo o momento em resposta aos estímulos recebidos, às nossas percepções, pensamentos e ações (BROCKINGTON, 2011, pg. 18). Considera-se, então, o contexto ambiental como fundamental nas oportunidades de interação, aprendizagem e desenvolvimento dos indivíduos.

É importante ressaltar que não é objetivo deste estudo reduzir o organismo humano a um simples conjunto de sistemas fisiológicos integrados que *responde* aos estímulos do ambiente mas, sim, identificar que ele *interage* dinamicamente com o ambiente em que se situa, sendo que modela e é modelado pelos ambientes nos quais interage. Nas palavras de MATURANA & VARELA (2001):

A plasticidade do sistema nervoso se explica por que os neurônios não estão conectados como se fossem fios com suas respectivas tomadas. Os pontos de interação entre as células constituem delicados equilíbrios dinâmicos, modulados por um sem número de elementos que desencadeiam mudanças estruturais locais. Estas são o resultado da atividade dessas mesmas células, e também de outras, cujos produtos viajam pela corrente sanguínea e banham os neurônios. Tudo isso é parte da dinâmica de interações do organismo em seu meio. (p.187)

[...] toda interação, todo acoplamento, interfere no funcionamento do sistema nervoso, por causa das mudanças estruturais que nele desencadeia. Toda experiência é modificadora, em especial em relação a nós, embora às vezes as mudanças não sejam completamente visíveis. (p.188)

Os seres humanos, como organismos, interagem com uma diversidade de ambientes, entre eles os ambientes planejados para aprendizagens específicas, que propiciam interações e aprendizagem no nível neural e paralelamente no nível comportamental, e vice-versa; os aprendizes formam e são formados por seu ambiente. Assim, a aprendizagem, bem como seus elementos constituintes, é efêmera, está sempre mudando. Desta forma, a aprendizagem pode ser considerada uma interminável integração e interação, ao longo do tempo, de três contextos, sendo eles: o pessoal, o sociocultural e o físico (DIERKING, 2002).

Considerando esta perspectiva, o modelo contextual da aprendizagem (Ceci & Roazzi, 1994¹; Lewin, 1951²; Mead, 1934³; Shweder, 1990⁴ apud Dierking 2002) parte da premissa que toda aprendizagem é situada, ou seja, ocorre por meio do diálogo entre o indivíduo e o ambiente em que se encontra. Não se realiza como uma experiência isolada com em um tubo de ensaio ou em laboratório, mas é orgânica, integrada à experiência de um mundo real com objetos reais. Neste sentido, museus e centros de ciência são ambientes destacados visto que baseiam grande parte de suas ações educativas a partir dos objetos de seu acervo ou conceitos remetidos pelos mesmos, ao longo de seu percurso histórico, como será apresentado adiante.

Dentre os contextos que propiciam aprendizagem educacional – que pressupõe aprendizagem no nível neural e comportamental – pode-se considerar que estão os seguintes ambientes de educação: formal, informal e não formal. Essa categorização do sistema educacional foi descrita por Combs, Prosser e Ahmed, em 1973⁵ (SMITH, 1996). De acordo com esses autores:

¹ Ceci, S. J. & Roazzi, A. (1994). The effects of context on cognition: Postcards from Brazil. In R. J. Stenberg & R. K. Wagner (Eds.), *Mind in context* (p. 74-101). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

² Lewin, K (1951). *Field theory in social science*. Selected K. Lewin papers edited by D. Cartwright. New York: Harper.

³ Mead, G. H. (1934). *Mind, self and society*. Chicago: University of Chicago Press.

⁴ Shweder, R. A. (1990). Cultural psychology: What is it? In J. W. Stigler, R. A. Shweder, & H. Herdt (Eds.), *Cultural psychology: Essays on comparative human development* (p. 1-43). Cambridge: Cambridge University Press.

⁵ Coombs, P. H. with Prosser, C. and Ahmed, M. (1973) *New Paths to Learning for Rural Children and Youth*, New York: International Council for Educational Development.

- *Educação formal*: é hierarquicamente estruturada e cronologicamente graduada, ocorre da escola primária até a universidade, incluindo os estudos acadêmicos e as variedades de programas especializados e instituições de formação técnica e profissional.
- *Educação informal*: o processo realizado ao longo da vida pelo qual cada indivíduo adquire atitudes, valores, habilidades e conhecimentos a partir da experiência diária e as influências educativas e recursos em seu ambiente - da família e dos vizinhos, do trabalho e dos jogos, no mercado, na biblioteca e pelos meios de comunicação de massa.
- *Educação não formal*: qualquer atividade organizada fora do sistema formal de educação, operando separadamente ou como parte importante de alguma atividade mais ampla, que se destina a servir público previamente identificado como aprendiz e que possui objetivos de propiciar aprendizagem.

Os museus e centros de ciência podem ser considerados ambientes de educação não formal, segundo esta categorização, pois realizam atividade organizada, dentro de um espaço organizado – o próprio museu ou centro de ciência – além de poderem operar como um recurso importante dentro de uma estrutura maior, que pode ser considerada como instituições de educação formal. Inclui-se como exemplo deste contexto turmas escolares que participam de atividades oferecidas pelo museu de ciência como complemento das atividades realizadas na escola. Fazem parte desse perfil de público as escolas participantes das oficinas de construção de brinquedos no centro de ciência, investigadas neste estudo.

4.1. *Museus e centros de ciência como espaços de educação não formal*

O museu pode não ser um substituto da escola ou da sala de aula, mas pode ser um local onde as pessoas venham tanto para ensinar quanto para aprender. Os visitantes devem ser capazes de encontrá-lo fresco e estimulante. Acima de tudo, deve ser honesto e, assim, transmitir a compreensão de que a ciência e a tecnologia têm um papel que está profundamente enraizado em valores e aspirações humanas.

Oppenheimer, 1968, p. 209¹

¹ Tradução nossa.

O termo *museu*, originário do grego *mouseion*, significa “templo das Musas”, filhas de Zeus com Mnemosine, a Memória – local que reunia os mais variados ramos das artes e ciências. Esses espaços passaram por grandes mudanças desde os gabinetes de curiosidades dos séculos XV e XVI até o século XXI, como o “guardião” da cultura material (CARLAN, 2008).

A compreensão dos museus como espaços de educação é uma percepção relativamente recente na história dessas instituições (MARANDINO, 2008, p.8). Ao longo de sua história, os museus, em especial os de ciências, passaram por uma série de transformações nos seus objetivos, público-alvo e concepção de exposição de objetos, entre outros, de acordo com o momento histórico vivido por estas instituições. Segundo Fernández & Benlloch (2000) o clássico conceito de observação foi gradualmente substituído pelo da participação dos usuários destes ambientes.

Os Gabinetes de Curiosidade são considerados os ancestrais dos museus de ciências (McMANUS, 1992; CAZELLI, MARANDINO, & STUDART, 2003). Esses espaços foram criados por indivíduos pertencentes à nobreza, apresentavam objetos e coleções de reis, de forma inicialmente desorganizada, sem critérios científicos determinados (MARANDINO, 2008, p. 15).

Caracterizavam-se pelo acúmulo de objetos e raridades de diferentes áreas do conhecimento, ou mesmo coleções, como de fósseis, de instrumentos científicos relacionados à óptica, de física Newtoniana, de mecânica e eletricidade, de animais taxidermizados, de moedas, de quadros e de esculturas, entre outras antiguidades de vários tipos. Não eram abertos à visita do público em geral, sendo acessíveis somente a um público seletivo; os visitantes desses ambientes assumiam postura contemplativa diante dos objetos expostos. Alguns exemplos de Gabinetes de Curiosidades famosos são os “museus” de *Ferrante Imperato*, em Nápoles, de *Giganti*, em Bolonha, e *John Tradescant*, em Oxford (McMANUS, 1992; CAZELLI, MARANDINO, & STUDART, 2003).

Do século XVI ao XIX os museus científicos assumiram o lugar dos gabinetes de curiosidades (MARANDINO, 2005). No século XVIII, início dos museus de história natural, começa a organização mais estruturada das coleções que passam a ser utilizadas como base de demonstrações para estudo e difusão do conhecimento sem o objetivo atender o público em geral. Nesse período surgem os museus de história natural, sendo o *Ashmolean Museum*, da Universidade de Oxford (Inglaterra, 1683), com amplas coleções de história natural e

geologia, considerado o primeiro museu de ciência do mundo, assim como o primeiro de caráter público (MARANDINO, 2008; FERNÁNDEZ & BENLLOCH, 2000).

A ligação estreita com a academia é característica marcante dos museus do século XVIII. Sua principal meta era contribuir com o conhecimento científico e não necessariamente cumprir função educativa. Os objetos eram expostos de forma saturada em vitrines identificados com linguagem acadêmica. Conforme afirma Mcmanus (1992) “as exposições nos museus eram preparadas pelos curadores e eram usualmente ricos em objetos apresentados na forma de um ‘livro tridimensional’ de grande interesse para outros curadores”. A exposição dos objetos refletia as pesquisas desenvolvidas nas diferentes disciplinas; vistas como santuários de objetos, as peças eram apresentadas em sua totalidade, de forma repetitiva e seguindo uma classificação. Como principais representantes temos o *Muséum National d’Histoire Naturelle* de Paris, França, 1793, a *Academy of Natural Sciences* da Filadélfia, EUA, 1812, e o *Natural History Museum* de Londres, Inglaterra, 1881 (CAZELLI, MARANDINO, & STUDART, 2003).

A industrialização da Europa e da América do Norte originou novas descobertas tecnológicas e científicas, avanços estes veiculados aos públicos dos museus, que deveriam ser informados sobre esses avanços (FERNÁNDEZ & BENLLOCH, 2000). Com a Revolução Industrial, final do século XVIII e início do século XIX, entram os museus que contemplavam a tecnologia industrial; a realidade da indústria era abordada nas exposições e conferências públicas em temas como: mineralogia, química, mecânica, arquitetura, matemática. Tinham caráter de utilidade pública e de ensino mais explícita que os museus anteriores. Destacam-se entre eles o *Conservatoire des Arts et Métiers*, França, 1794, e o *Franklin Institute*, EUA, 1824 (McMANUS, 1992; CAZELLI, MARANDINO, & STUDART, 2003).

O século XIX para muitos intelectuais é considerado o século das ciências (CARLAN, 2008) e o “século de ouro” dos museus, o que testemunha o crescimento e a ampliação dessas instituições em todo o mundo (MARANDINO, 2008). No início do século XX, é estabelecido o *Deutsches Museum*, Munique, Alemanha, 1903, considerado um importante marco no panorama dos museus de ciência e tecnologia, uma vez que propunha uma nova forma de comunicação com os visitantes; é considerado o protótipo dos museus modernos. Para tanto, apresentava, ao lado do acervo histórico, aparatos para serem acionados pelos visitantes, caracterizando uma tentativa de diálogo e interatividade, deixando assim para trás as apresentações exclusivamente estáticas ao utilizar demonstrações ao vivo das novidades

tecnológicas da época nas salas de exposição (FERNÁNDEZ & BENLLOCH, 2000; CAZELLI, MARANDINO, & STUDART, 2003).

Outros exemplos de museus de ciência são o *Museum of Science and Industry*, EUA, 1933, e o *Science Museum*, Londres, Inglaterra, reinaugurado em 1927. Esses museus começam a permitir e estimular a manipulação do visitante a fim de provocar maior comunicação entre estes e os aparatos ou réplicas do acervo histórico exposto. Essa estratégia objetivou aproximar o visitante do objeto e facilitar a assimilação de determinados princípios científicos pelo mesmo. A ação proposta era, em geral, a de um simples “girar manivelas” para movimentar esses itens e assim manter o interesse do público; exposições do tipo *push-button* - apertar botões - para obter resposta eram comuns nesses museus (CAZELLI, MARANDINO, & STUDART, 2003). O aumento e a diversificação do público levaram os museus a buscar meios para assegurar que os visitantes entendessem e apreciassem suas exposições. A preocupação com a utilização educacional dos acervos expostos induziu a cada vez mais os museus introduzirem estratégias que facilitassem a comunicação com o público dentro de suas atividades (MARANDINO, 2008). Surge, então, uma nova forma de museu que não se baseia em coleções de objetos históricos mas, sim, em transmitir ideias e conceitos científicos. Estes não estão dedicados à contemplação dos objetos ou preocupados com a história do desenvolvimento científico, pois sua meta é a interatividade entre os visitantes e a ciência, a partir de seu acervo; esses espaços apresentam mediadores humanos nas salas expositivas. Como exemplo dos primeiros deste tipo de museu temos: *Palais de La Découverte* (Paris, França, 1937) e o *New York Hall of Science* (Nova Iorque, EUA, 1964) (CAZELLI, MARANDINO, & STUDART, 2003).

Na década de 1960 foi inaugurada uma nova era dos museus de ciência a partir do grande impacto causado na sociedade norte-americana pelo lançamento do Sputnik (1957). Este acontecimento alertou o governo dos Estados Unidos sobre a importância da disseminação do conhecimento científico, sendo um russo o primeiro humano a ir para o espaço e não um americano. O evento foi um choque, porém positivo: afetou a reputação internacional dos cientistas americanos. O sistema educacional nesse país foi reformulado e os museus de ciência tiveram um grande avanço, largo alcance e significância social (FERNÁNDEZ & BENLLOCH, 2000). Desta forma, novas abordagens foram propostas para o ensino de ciências, na tentativa de minimizar o analfabetismo científico e tecnológico constatado nessa época.

É nesse contexto que se insere a criação do primeiro *Science Centre* – o *Exploratorium* (São Francisco, EUA, 1969) – concebido por Frank Oppenheimer, físico e professor de

ciências. Comunicar o entusiasmo pela ciência e fazer com que o visitante experimentasse o processo científico por si próprio foi o objetivo propulsor desse tipo de instituição (FERNÁNDEZ & BENLLOCH, 2000; CAZELLI, MARANDINO, & STUDART, 2003). A concepção do *Exploratorium* baseou-se em estudos sobre a percepção sensorial humana e na ideia de que esse espaço funcionasse como um laboratório. Um dos serviços prestados pelos museus e centros de ciência interativos é a oportunidade educacional que eles oferecem para as escolas, abrindo a este público seus recursos, que são geralmente muito maiores do que os de qualquer pequeno laboratório de ciências escolar (FERNÁNDEZ & BENLLOCH, 2000). Para Oppenheimer (1968, p. 206-207) há necessidade crescente de ambientes onde as pessoas possam se familiarizar com os detalhes da ciência e tecnologia e obter a compreensão de fenômenos científicos pelo controle e observação do comportamento de instrumentos de laboratório e de máquinas, um lugar para despertar a sua curiosidade latente com a capacidade de fornecer respostas, mesmo que parciais. Um laboratório como o *Exploratorium* poderia então ser suplementado com exposições históricas que mostrassem o desenvolvimento da ciência, da tecnologia e suas raízes no passado. Para Oppenheimer (1968) este tipo de ambiente de aprendizagem se justifica, uma vez que os fenômenos da ciência básica tem constituído a base de invenções, entretanto, não são facilmente acessíveis pela observação direta e individual da natureza. Segundo OPPENHEIMER (1968, p. 206):

Há muitas tentativas para atenuar o vale existente entre os especialistas e leigos. As tentativas envolveram livros, artigos de revistas, programas de televisão e ciência básica em cursos na escola. Mas essas tentativas, embora valiosos, estão em desvantagem porque lhes faltam recursos; requerem aparelhos que as pessoas possam ver, manipular, ligar e desligar à vontade. Explicar Ciência e Tecnologia, sem recursos pode assemelhar-se a uma tentativa de explicar o que é o nado e como nadar sem contudo, nunca ter deixado a pessoa próxima à água. Para muitas pessoas a ciência é incompreensível e a tecnologia assustadora¹.

Foi também no século XIX que começaram a surgir os primeiros museus no Brasil. Criados dentro dos moldes dos grandes museus europeus e norte-americanos, as instituições brasileiras engajadas no processo se preocupavam em coletar, catalogar e estudar os vários

¹ Tradução nossa.

elementos do mundo natural e cultural do país. O primeiro museu a surgir no Brasil, dedicado principalmente à história natural, foi o Museu Real (Rio de Janeiro), criado em 6 de julho de 1818 e que posteriormente tornou-se o Museu Nacional. Foi esse o modelo que inspirou mais tarde a criação do Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, 1866, do Museu Paranaense, Curitiba, 1883, e do Museu Paulista, São Paulo, 1893, conhecido anteriormente como Museu do Ipiranga. Estes museus são exemplos de instituições dedicadas às ciências naturais e que foram consolidadas a partir da segunda metade do século XIX (CAZELLI, MARANDINO, & STUDART, 2003; MARANDINO, 2008, p.8).

O movimento para implementação de museus de ciência no contexto brasileiro cresceu com a ampliação da divulgação científica e do ensino de ciências. A década de 1960 foi um período significativo, pois ocorreu a partir da organização da comunidade científica brasileira em prol de ações de divulgação e ensino, em especial do ensino de ciências (CAZELLI, MARANDINO, & STUDART, 2003).

Os museus de ciência propriamente ditos iniciaram na década de 1980. São exemplos o Espaço Ciência Viva que nasceu em 1982 de forma independente e o Museu de Astronomia e Ciências Afins (CNPq, hoje MCT), em 1985, no Rio de Janeiro; a Estação Ciência, em 1987, (CNPq, hoje USP), o Centro de Divulgação Científica e Cultural, em 1980, (IFQS/USP - São Carlos) e o Museu Dinâmico de Ciências de Campinas, 1982, (UNICAMP/Prefeitura) em São Paulo. Muitas das instituições museológicas criadas nesse período centraram ou promoveram atividades na perspectiva do público, em especial o escolar, com instalações interativas e ações educativas (CAZELLI, MARANDINO, & STUDART, 2003).

Na década de 1980 esses espaços foram claramente influenciados por um conjunto de evidências oriundas de estudos sobre o ensino-aprendizagem de ciências. A ideia do “aprender fazendo”, bastante difundida no ensino desta área, promoveu nos museus de ciência um caráter mais dinâmico e educacional, um meio de divulgação (CAZELLI, MARANDINO, & STUDART, 2003).

Na década de 1990 a importância das ações de divulgação científica ganha força, ampliam-se as experiências de educação não formal, entre outras formas, por meio da criação de novos museus de ciência. Decorrente, muitas vezes, de financiamentos governamentais (municipais, estaduais e federais), instituições museológicas no campo das ciências foram financiadas em vários estados (CAZELLI, MARANDINO, & STUDART, 2003).

Com a intenção de oferecer atividades que aproximassem cada vez mais o público das ciências e de forma a oferecer ambientes de aprendizagem, esses espaços, ao longo do tempo, desenvolveram e aprimoraram atividades e estratégias como visitas mediadas, experimentos e

oficinas com enfoques interativos, lúdicos e participativos. (PADILLA, 2001; SABBATINI, 2009).

Segundo Leodoro (2001, p.77) a educação científica que ocorre em museus e centros de ciência traz consigo o aspecto lúdico, como alternativa aos excessos e rigidez do ensino científico tradicional, consideram a dimensão prazerosa do conhecimento e os aspectos lúdicos que da vida em sociedade. Entretanto, a crítica realizada aos mesmos se faz no sentido da museologia científica contemporânea, baseada em estilo instrumental e espetacular que, por vezes, coloca o público em contato com a ciência apelando, estritamente, para o show e para o mágico. Segundo este autor,

não deixa de ser um divertimento, no sentido de di-vertir, *vertere*, ou desviar a atenção. Nesse sentido, parece fazer uso questionável da característica “mágica” dos instrumentos científicos, sobretudo, porque não se propõe a complementá-la com qualquer outra reflexão sobre a natureza histórica, política, social e ideológica da ciência.

Com esta ressalva, os museus e centros de ciência podem ser considerados como espaços de educação pois as experiências vividas nele não se reduzem, na maior parte das vezes, ao deleite e à diversão. Nesses espaços são realizadas seleções de parte da cultura, e em especial da científica, no intuito de torná-la acessível ao público, bem como são promovidos processos de recontextualização com o objetivo de viabilizar a socialização do saber acumulado (CAZELLI, COSTA, & MAHOMED, 2009).

Muitos autores não distinguem museu de ciência de centro de ciência, referem-se em seus escritos apenas a “museu de ciência”, entretanto, julga-se a definição compilada por Sabbatini (2009) bastante apropriada. Este autor considera que se enquadram como museus de ciência aqueles que: em seu acervo possuam coleções de objetos, instrumentos, ferramentas e equipamentos científicos visando a posteridade, relacionado à sua missão de conservação, ou seja, possuem coleções de valor histórico; dotados de um número menor de exposições temporárias ou permanentes que apresentam narrativas a respeito de áreas completas da ciência e a tecnologia.

Os centros de ciência, por sua vez, são aqueles concebidos como centros interativos de ciência, espaços abertos a exposições que buscam demonstrar princípios científicos ou tecnológicos elementares, ressaltando os aspectos práticos sobre os teóricos, são como coleções de ideias e de fenômenos naturais e princípios científicos mais que de objetos em si;

ambientes nos quais os visitantes são incentivados a explorar o objeto e a descobrir o princípio subjacente por si mesmo, não sendo seu principal objetivo o tratamento dos aspectos históricos da construção do conhecimento.

Em consonância com essa vertente histórica nasce em 2007 a *Sabina: Escola Parque do Conhecimento*, a qual pode ser considerada centro de ciência conforme descrição de Sabbatini (2009). Sabina nasce por iniciativa municipal e custodiada por sua Secretaria de Educação, com o objetivo primordial de atendimento ao público escolar do município, contando para isso com frota de ônibus própria para transporte das crianças dessa rede ao centro de ciência Sabina.

Embora o público escolar seja considerado com maior ênfase nos últimos anos, no mundo e no Brasil, pelos centros de ciência no preparo das exposições, o centro de ciência Sabina surge como experiência ímpar, pois representa iniciativa municipal inovadora para o atendimento da rede municipal de educação, forma bastante distinta dos modelos de implantação destacados ao longo do percurso histórico dos museus e centros de ciência, que em seu início e desenvolvimento tiveram clara vinculação com a universidade. Sabina constitui-se como recurso pedagógico diferenciado para a formação de cultura científica, assim como estratégia para aproximação de crianças e jovens do conhecimento, em especial o conhecimento científico.

4.2. “Kits” para popularização de ciência para crianças e jovens

As ações de divulgação e popularização da ciência no Brasil iniciaram há mais de 50 anos e se estendem até hoje de maneira crescente e diversificada. Entre os espaços com esta finalidade estão os museus e centros de ciências, as mídias impressas (livros, revistas, jornais e folhetos), reuniões, palestras, cursos, mídia eletrônica (televisão, vídeo, rádio, internet e softwares), mídia artística (cinema e fotografias, teatro, artes plásticas, música), literatura, brinquedos e jogos (HAMBURGER, 2001). Considera-se oportuno trazer ao leitor a origem dos “kits” de ciência, em prol do contato de crianças e jovens brasileiros com as ciências e carreiras científicas.

Gaspar (1993, p.27) considera que grande parte das iniciativas na educação científica formal e não formal teve “como ponto de partida a criação em São Paulo, em 1950, do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC), vinculado à Universidade de

São Paulo (USP) e à UNESCO”. Este instituto estava situado no campus da USP, munido de equipamentos industriais, e atuou, entre outras iniciativas, construindo kits portáteis e aparatos de baixo custo, no sentido de estimular nos jovens o interesse pela ciência (CAZELLI, MARANDINO, & STUDART, 2003).

Com esta ação pode-se dizer que houve institucionalização dos esforços, no início da década de 1950, quando professores da Universidade de São Paulo organizaram e criaram o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC), que mais tarde se tornou a Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (FUNBEC). O objetivo básico desta fundação era colaborar para a melhoria do ensino dessa área a fim de preparar gerações para contribuir para o desenvolvimento científico e tecnológico do país (KRASILCHIK, 1990; KRASILCHIK, 1995).

Como forma de alcançar maior difusão científica, o IBECC/SP, sob a iniciativa de Isaías Raw e o apoio de Jayme Cavalcanti, investiu, a partir de 1952, na criação de kits de ciências: um caixote de madeira com alça no qual eram acondicionados os componentes de experimentos de química, acompanhados de folheto explicando a realização do experimento contido no kit. O primeiro elaborado foi o kit de química, seguido dos de eletricidade, biologia e de ciências em geral. Em 1962 criaram-se os módulos de entomologia, em 1963 estava planejado o lançamento dos kits de mineralogia, física e matemática.

Somando 40 números nos três temas – química, física e biologia – com o objetivo de manter o interesse dos alunos nos materiais, em vez de um único folheto mostrando todos os experimentos com os kits, Isaías Raw realizou a distribuição de jornal mensal juntamente com cada conjunto novo (ABRANTES, 2008, p. 162). Nas palavras de Isaías Raw (2005a),

Eu tinha um laboratório no quintal da minha casa. Naquele tempo se comprava ácido na esquina, na loja de ferragens. Tive a idéia de fazer algo mais organizado, que as pessoas pudessem comprar – um pacote de material, com reagentes e o que fosse necessário para trabalhar em casa, que pudesse ser fechado e guardado. Isso já existia comercialmente na Alemanha nos anos 1930. Criei uma mala, na verdade um caixote de madeira com uma alça. Aí surgiram os kits de química, de eletricidade, de biologia e até de matemática.

Parte dos experimentos era inspirada em artigos publicados em jornais científicos norte americanos, como o *Journal Chemical Education*, *American Society of Physiology*,

entre outros. Com um preço acessível, podia-se errar e repetir experimentos, etapa fundamental no processo de aprendizagem, o que era inviável com os caros kits de ciência importados alemães Leibold-Phywe, até então utilizados (RAW¹, 2005b, p.21 apud ABRANTES, 2008, p.163).

A fabricação dos kits começou com um torno da Escola Politécnica da USP e foi transferida para o 4º andar da Faculdade de Medicina, onde foram agregadas novas ferramentas para compor uma pequena oficina. Os kits foram numa primeira fase construídos e distribuídos por Isaías Raw e Maria Julieta Ormastroni, a custo zero, utilizando-se apenas a verba anual do IBECC/SP. A estratégia de doá-los às escolas, como uma ferramenta didática, constitui um elemento importante de propaganda para difusão do material e para futuros acordos com as Secretarias de Educação e demais órgãos do governo (ABRANTES, 2008, p. 163). Isaías Raw conta como foi o dia em que, junto com membros da Diretoria do IBECC/SP, apresentou os kits de ciências ao governador do Estado:

[...] um dia estávamos no escritório do governador. Ele era uma pessoa peculiar, que lia os papéis antes de os assinar. Sua mesa estava cheia. Eu trouxera o kit de química e o único lugar que pude encontrar para abrir o kit de ciências era o chão. Pode você imaginar a cena, com a diretoria do IBECC solenemente em pé, enquanto o governador de São Paulo Jânio Quadros estava agachado no chão examinando o kit? No dia seguinte um despacho oficial anunciava a decisão: todas as escolas devem ter este material. (Raw, 1970, p. 32 apud ABRANTES, 2008, p. 164).

¹ RAW, Isaías. *Autobiografia*. (mimeo. 'no prelo'), 2005b.

Figura 13 – Laboratório Portátil de Química em caixa metálica.
Fonte: Revista *Cultus*, n. 8 (apud ABRANTES, 2008, p. 163)

O IBECC/SP foi criado com a finalidade de estimular professores e alunos a "praticar" Ciências, com o propósito de desenvolver atividades como museus e clubes de ciências pesquisa, treinamento de professores, produção de material didático, fabricação de kits de ciências, participação em congressos científicos – estando a seu cargo a Seção de Educação da Reunião anual da SBPC –, concursos científicos (como o concurso *Cientistas do Amanhã*, de âmbito nacional), feiras de ciências estaduais e locais, laboratório volante para demonstrações práticas nas escolas e programas de televisão (GASPAR, 1993, p. 28; ABRANTES, 2008, p. 174).

Considera-se que seus dois principais objetivos eram: a melhoria do ensino de Ciências no Brasil e a introdução do método experimental nas escolas de 1º e 2º graus. Neste sentido, uma de suas ações foi produzir material instrucional que “enfatisasse a experimentação e a familiaridade com a verdadeira atividade científica” (GASPAR, 1993, p. 28).

Ainda na década de 1950, o IBECC/SP iniciou um projeto denominado “*Iniciação às Ciências*”, para produção de kits para os alunos de 1º e 2º graus. Estes eram compostos por uma caixa contendo material para a execução de experimentos, um manual com instruções para a sua execução e um folheto com leitura suplementar sobre assuntos de Física, Química e Biologia. O objetivo dos kits era possibilitar a prática em ciências pelos alunos, mesmo fora do ambiente escolar, realizando por si mesmos os experimentos e buscando soluções para o

desenvolvimento das atividades; as crianças neste processo já estariam sendo iniciadas a uma prática científica (GASPAR, 1993, p. 28)

A partir do impulso para o desenvolvimento em ciências com o lançamento do satélite artificial Sputnik pelos soviéticos, vários países, com destaque para os Estados Unidos e a Inglaterra, passaram a questionar e repensar as dimensões e os impactos futuros do ensino de ciências em suas escolas, gerando novos projetos curriculares. Desta vez, o IBECC, juntamente com a FUNBEC – Fundação para o Desenvolvimento de Ensino de Ciências, criada em 1966 – engajou-se no desenvolvimento de projetos para a produção de material experimental para o atendimento do público escolar de 1º e 2º grau; entre os projetos, além da continuidade do *Iniciação às Ciências*, destacam-se: *Coleção Mirim*, com 30 kits; *Coleção Cientistas de Amanhã*, com 21 kits; *Projeto Ciências para o Curso Primário* (Fig. 7), com quatro livros-textos para o aluno e quatro guias para o professor (GASPAR, 1993, p. 29; ABRANTES, 2008, p. 172).

Figura 14 – Livro Ciências para o Curso Primário – 1969.
Fonte: ABRANTES, 2008, p.172.

Na área de kits para ciências, no início dos anos 1970, a FUNBEC recebeu auxílio da Fundação Ford e desenvolveu os *Kits para experimentos de ciências – 1º grau*; uma série de 10 kits, posteriormente comercializados pela Editora Abril com o nome *Eureka* e vendidos nas bancas de jornal. Os kits *Jogos e Descobertas* consistiam em uma série de brinquedos educativos e autoinstrucionais, constando de dezenas de kits sobre *O que é a eletricidade*,

Instalação elétrica residencial, Rádio transmissor, Luneta de Galileu, Jardim osmótico, Movimento das plantas, entre outros (Funbec, 1986¹, p. 6 apud ABRANTES, 2008, 216).

Em 1972 destaca-se o projeto “Os cientistas”, que contava com uma coleção de 50 kits, abordando as áreas de química, física e biologia, mais a biografia de um cientista, um manual de instrução e materiais para a realização de experimentos, composto por uma série de 50 kits lançada pela Editora Abril e distribuída nas bancas de jornal, o que alcançou a tiragem de cerca de 3 milhões de exemplares vendidos (FUNBEC, 1986, p. 9 apud ABRANTES, 2008, p. 216). Nas palavras de Isaías Raw (2010) e Krasilchik (1990)

[...] hoje se fala muito que o Brasil precisa de cientistas e não tinha cientistas no número e na qualidade necessárias. E para ser um cientista você tem que começar desde cedinho, como eu comecei no fundo do quintal... Então a ideia era colocar na mão dos jovens materiais para fazerem pesquisas e experiências. Feita a experiência o jovem tinha que tirar suas próprias conclusões. Ele não tinha respostas. Foram 3 milhões de kits vendidos em bancas de jornal naquela época, como uma inovação. Eu sabia que as crianças iam desafiar os seus professores nas suas escolas, e foi o que ocorreu. Eles fizeram as experiências, levaram para checar se o professor sabia. O professor não sabia na grande maioria das vezes, e assim se criou a demanda do professor também comprar o kit e aprender. (RAW, 2010²).

Acreditava-se também que colocando materiais para experimentos nas mãos de crianças e adolescente iria levá-los a trazer suas reações para a sala de aula e que seu entusiasmo e interesse seria contagioso, influenciando professores e outros estudantes (KRASILCHIK, 1990³).

Tendo como idealizadores Isaías Raw e Myriam Krasilchik, os kits quinzenais traziam alguns dos experimentos de Newton, Lavoisier, Einstein, Darwin, da Vinci, Pasteur, Bernouilli, Carrothers, Gilbert, entre outros, mostrando a biografia dos cientistas juntamente com o roteiro para a realização do experimento, despertando o interesse pela ciência (GATTI & GOLDBERG, 1974; KRASILCHIK, 1990), “sendo sem dúvida a mais importante

¹ FUNBEC.(1986). *Curso Interno de treinamento pessoal, 1a aula: "O que é a FUNBEC ?"*, São Paulo, JCJr/CTS, Divisão de Engenharia Médica, out.

² Transcrição.

³ Tradução nossa.

iniciativa voltada à divulgação científica desenvolvida no Brasil até os nossos dias” (GASPAR, 1993, p. 29).

A concentração de esforços para a implementação do ensino de forma prática foi baseada na convicção de que a atividade de coletar os dados, aliada à necessidade de interpretar os dados coletados, levaria a maior independência intelectual, essencial para a aprendizagem da ciência (KRASILCHIK, 1990).

Para viabilizar o projeto foi realizada uma associação entre a FUNBEC e a Editora Abril. Este projeto contou com a venda de 200.000 kits em sua primeira edição, Newton, depois permaneceu com venda estável de 50.000 kits por edição (GASPAR, 1993, p. 29). Estes kits impulsionaram considerável número de jovens a seguirem carreira científica posteriormente.

Segundo José Reis a proposta do IBECC/SP propiciava aposentar a pedagogia do “jarro e da bacia”, na qual o aluno participa como agente passivo do processo de aprendizado e recebe os conhecimentos “já prontos” dos professores, substituindo-a por técnicas mais ativas que despertam o raciocínio lógico e o interesse pela ciência (Reis, 1962, p.597¹).

A produção de kits de ciências como forma de promover a divulgação, a popularização e o ensino de ciências teve início no Brasil na década de 1950 e desencadeou durante os anos seguintes uma série de projetos e iniciativas neste sentido, apesar de ter diminuído nos últimos anos.

Aproximadamente 60 anos depois, nasce no contexto do centro de ciência Sabina o projeto “Brinca Ciência”, composto por um conjunto de oficinas de experimentos e brinquedos científicos com a proposta de propiciar às crianças participantes o contato com as ciências de forma lúdica e ativa, neste caso, alunos do ensino fundamental I da rede municipal de Santo André. Em sua concepção os kits das oficinas de construção de brinquedos apresentam característica semelhante aos kits descritos, entretanto têm apelo maior apelo ao brincar e ao lúdico.

¹ REIS, José. (1962). “Assim me parece”. *Revista Anhembi*, São Paulo, v. XLVI, n.138, maio.

4.3. (Inter)Atividade: “*learning by doing*”

“I hear and I forget,
I see and I remember,
I do and I understand”
Confucius¹

Para Dewey (1959, p. 199),

o papel do educador na empresa da educação é proporcionar o ambiente que provoque reações ou “respostas” e dirija o curso do educando. Em última análise, tudo o que o educador pode fazer é modificar os estímulos ou as situações, de modo que das reações resulte o mais seguramente possível a formação de desejáveis atitudes intelectuais e sentimentais. É óbvio que os estudos ou as matérias do programa tem muito a ver com a função de fornecer um ambiente.

John Dewey considera ser necessário o conhecimento da constituição e das funções do organismo humano para se compreender a atitude em relação à matéria ser tão distinta da dos alunos. Para ele, “O professor apresenta no estado atual, em *ato*, o que o aluno é unicamente *in posse*, potencialmente. Isto é, o professor já sabe as coisas que o estudante só agora está a aprender”. Assim, os conhecimentos do professor estendem-se indefinidamente para além dos limites das coisas familiares ao aluno, ou seja, em si contém princípios que ultrapassam o entendimento e o interesse do aluno. Considera também que o método de organização da matéria na cultura acabada e superior difere do método daquele que inicia, pois a criança “acha-se organizada de acordo com centros de interesse diretos e práticos” (DEWEY, 1959, p. 202).

Para ilustrar essas afirmações, exemplifica que para a criança a casa é o centro coordenador de seus conhecimentos geográficos. “Seus passeios na localidade onde mora, as viagens fora desta, as histórias contadas por seus amigos fornecem os elos que prendem uns aos outros os seus diversos conhecimentos”. Assim, a geografia do geógrafo, daquele que já assimilou uma porção considerável de conhecimentos menores, é organizada e baseada nas

¹ apud OECD, 2007, p. 26.

relações dos fatos, informações, conhecimentos uns com os outros – diferindo assim da relação geográfica da criança com a sua casa. Considera que a matéria para quem já aprendeu é abundante e logicamente concatenada, já para aquele que está aprendendo é fluida, escassa e associada por meio de suas experiências (DEWEY, 1959, p. 202-203).

John Dewey considera que o desenvolvimento da matéria ou, podemos dizer, a aprendizagem pelo educando, se realiza em três estágios:

1º estado – o saber é uma habilidade inteligente – a de poder fazer as coisas, ou seja, esta espécie de saber se revela pelo manuseio e familiaridade da criança com as coisas.

2º estado – este saber se avoluma e aprofunda por meio de conhecimentos ou informações comunicados à criança.

3º estado – o saber se amplia e se transforma em matéria coordenada lógica ou racionalmente – de uma pessoa relativamente já competente e especializada na referida matéria.

Observa-se desta forma a importância dada por Dewey às atividades que envolvem a manipulação, o fazer, o explorar, o estar familiarizado pela criança; estes seriam os primeiros elos para a construção de conhecimentos mais complexos num dado conhecimento, numa matéria. Essa concepção do aprender baseia o “*learning by doing*”, em português, o *aprender fazendo*.

Para Dewey (1959, p. 204) o saber que mais profundamente fica gravado é o de “*como fazer as coisas*” – como falar, andar, escrever, patinar, andar de bicicleta, fazer funcionar um maquinismo, calcular, guiar um cavalo, vender objetos, tratar com as pessoas, entre outros. Identifica que o estágio inicial, primário, da aprendizagem está na participação ativa do educando por meio do uso do corpo e da manipulação de material. Em suas palavras:

Quando a educação, sob o influxo de uma concepção escolástica do saber, que tudo ignora exceto fatos e verdades cientificamente formulados, não reconhece que a matéria educativa primária ou inicial está sempre em uma manifestação de atividade que implique o uso do corpo e a manipulação de material, a matéria educativa é isolada das necessidades e objetivos do educando e converte-se, destarte, exclusivamente, em coisa a ser decorada e reproduzida quando o exigam. Ao invés disto, o conhecimento do curso natural do desenvolvimento sempre se vale de situações que implicam

aprender por meio de uma atividade, *aprender fazendo*. As artes e ocupações constituem o estágio inicial do currículo, porquanto correspondem à fase que a criança deseja saber como proceder para a realização de seus fins.

As oficinas de construção de brinquedos retomam em um novo contexto educacional – o de centro de ciência – os kits de experimentos como forma de estimular e aproximar a criança das ciências. Um dos aspectos que diferencia as oficinas em estudo se refere ao caráter lúdico que as atividades são propostas, em que o brincar, além do experimentar, também é considerado forma de aquisição de elementos de ciências, assim como estímulo à observação de fenômenos. Considerou-se a oportunidade de investigar a interação de crianças em oficinas de construção de brinquedos pois, além de resgatarem uma iniciativa que obteve sucesso há aproximadamente 50 anos, elas mantiveram o princípio “*learning by doing*” em sua concepção, exigindo do aluno uma participação ativa das atividades.

Outro aspecto importante é que os kits de ciências atenderam aos alunos da 4ª série (5º ano), atingindo todos os alunos da rede pública de ensino referida. Também foi iniciativa importante por oferecer atividades em prol do ensino e divulgação de ciências no ensino fundamental I, visto que boa parte das iniciativas brasileiras visam atender aos ensino fundamental II e ensino médio.

Também se fez oportunidade para estudo da interação de alunos em ambiente no qual havia disponibilidade de material estruturado e de qualidade. Uma queixa presente no discurso de docentes da rede pública se refere à falta de materiais nas escolas, o que impossibilita a utilização de recursos diferenciados para ensino e aprendizagem de conteúdos.

Desta forma, as oficinas reuniram um conjunto de características que a tornaram ambiente interessante para sua investigação sob o enfoque de ambiente educacional enriquecido, identificando-se nestas experiências os elementos que se pode considerar enriquecidos para um ambiente educacional.

5

CAMINHOS DO ESTUDO: objetivos e procedimentos

5.1. Objetivo geral

Compreender o ambiente educacional de oficinas de construção de brinquedos por meio do paradigma de ambiente enriquecido da neurociência, com ênfase nos componentes ambientais que influam no desempenho e na interação dos alunos durante estas atividades.

5.2. Objetivos específicos

- Descrever a realização das oficinas de construção de brinquedos-científicos, no contexto de museu de ciências, destacando as observações mais relevantes a esta experiência.
- Compreender a interação dos alunos com os elementos componentes do ambiente de oficinas de construção de brinquedos (brinquedos, livros, formadores, professores).
- Com base na caracterização de ambiente enriquecido da neurociência, já apresentada, analisar os componentes do ambiente educacional de oficinas de construção de brinquedos quanto à sua relevância na interação e desempenho dos alunos.
- Explorar as características da relação do professor com o aluno apresentada nas oficinas de construção de brinquedos.

5.3. Referencial teórico-metodológico

Estudos de caso são utilizados há tempo considerável em diferentes áreas do conhecimento como: sociologia, antropologia, medicina, psicologia, serviço social, direito, administração, com variações quanto aos métodos e finalidades. Estudos de caso na sociologia e antropologia tem sua origem no final do século XIX e início do século XX, com Frédéric Le Play (BOGDAN & BIKLEN, p.20), na França, e Bronislaw Malinowski e membros da escola de Chicago, nos Estados Unidos, buscando identificar características e atributos da vida social (ANDRÉ, 2005, p. 13). Em Chicago, um dos principais fundadores, Robert Park, nas décadas de 20 e 30 do século XX, preconizava a convivência direta dos investigadores com os investigados no campo, para a compreensão de sua realidade (MINAYO, 2010, p. 150).

Os estudos de caso com abordagem para a educação aparecem em manuais de metodologia de pesquisa nas décadas de 1960 e 1970, embora com sentido restrito, diferente do que se observa hoje. Eram em sua maioria estudos descritivos de uma unidade escolar, de um professor, de um grupo de alunos ou de uma sala de aula (ANDRÉ, 2005, p. 14).

As abordagens qualitativas de pesquisa se fundamentam numa perspectiva que valoriza o papel ativo do sujeito no processo de produção de conhecimento e que concebe a realidade como uma construção social. Assim, o mundo do sujeito, os significados que atribui às experiências cotidianas, sua linguagem, suas produções culturais e suas formas de interações sociais constituem núcleos centrais de preocupações dos pesquisadores que adotam essa abordagem (ANDRÉ, 2005, p. 47).

O estudo de caso engloba um grande número de variáveis e retrata suas interações ao longo do tempo. Os dados são expressos em palavras, imagens, citações literais, figuras literárias (ANDRÉ, 2005, p. 18). A pesquisa qualitativa apresenta os dados de forma descritiva, os quais são recolhidos em forma de palavras ou imagens e não de números. Os resultados descritos na investigação contêm citações colhidas em campo para ilustrar e substantiar sua apresentação. Os dados incluem transcrições de entrevistas, notas de campo, fotografias, vídeos, documentos pessoais, memorandos e registros oficiais. A palavra escrita assume particular importância na abordagem qualitativa, tanto para o registro dos dados quanto para sua disseminação (BOGDAN & BIKLEN, p. 49)

Outra característica importante da investigação qualitativa é a de se interessar mais pelo processo que pelo produto ou por resultados, com foco em *como* ocorrem as interações e

seus desdobramentos. Além de ter como objetivo a apreensão das perspectivas dos participantes, a pesquisa qualitativa ilumina a dinâmica interna das situações, que dificilmente seria percebida por um observador externo (BOGDAN & BIKLEN, p. 51) ou pela abordagem exclusivamente quantitativa.

A pesquisa qualitativa possui caráter indutivo. Nas palavras de Bogdan & Biklen (p. 50):

Os investigadores qualitativos tendem a analisar seus dados de forma indutiva. Não recolhem dados ou provas com objetivo de confirmar ou informar hipóteses construídas previamente; ao invés disso, as abstrações são construídas à medida que os dados particulares que foram recolhidos se vão agrupando.[...] a direção desta [da pesquisa] só se começa a estabelecer após a recolha de dados e o passar do tempo com os sujeitos. [...] O investigador qualitativo planeja utilizar parte do estudo para perceber quais são as questões mais importantes. Não se presume que se sabe o suficiente para reconhecer as questões importantes antes de efetuar a investigação.

O modo de coleta, assim como de análise dos dados, foi conduzido em espiral, ou seja, foram selecionados os dados mais significativos durante a coleta, novas hipóteses foram construídas, assim como o retorno aos dados iniciais para o encontro de novas relações. (VILLANI, PACCA, 2001; ANDRÉ, 2005b)

Na área da educação há o *estudo de caso do tipo etnográfico*, que não é uma etnografia tradicional mas se apropria de elementos dela. Como princípios básicos da etnografia tradicional são considerados: a *relativização*, para o que se faz necessário o *estranhamento* e a *observação participante*.

Segundo Dauster¹ (1989, p.11 apud ANDRÉ, 2005, p. 25) a relativização consiste “no descentramento da sociedade do observador, colocando como eixo de referência o objeto investigado”. O pesquisador deve manter um distanciamento da realidade investigada para tentar apreender a forma de pensar, hábitos, valores, normas das pessoas envolvidas (DIAS, 2011, p. 82). Para que esses aspectos sejam apreendidos exige-se do pesquisador um estranhamento que, segundo André (2005, p. 26), significa:

[...] um esforço deliberado de distanciamento da situação investigada para tentar apreender os modos de pensar, sentir, agir, os valores, as crenças, os

¹ DAUSTER, T. Relativização e educação – usos da antropologia na Educação. Trabalho apresentado no XII Encontro Anual da ANPOCS, outubro de 1989.

costumes, as práticas e produções culturais dos sujeitos dos grupos estudados.

Em estudo de caso do tipo etnográfico a observação é denominada participante porque admite-se que o pesquisador sempre tem um grau de interação com a situação estudada, afetando-a e sendo afetado por ela (ANDRÉ, 2005, p. 26) ou, como afirma Minayo (2004), o observador é parte do contexto sob observação e é, ao mesmo tempo, modificador e modificado pelo contexto. Maturana & Varela (2001, p. 154) também ressaltam que “O êxito ou fracasso de uma conduta são sempre definidos pelo âmbito de expectativas especificadas pelo observador”.

Entre os aspectos que tornam os estudos de caso uma abordagem de pesquisa interessante destaca-se sua capacidade de retratar as situações reais ocorridas no ambiente pesquisado considerando sua complexidade e dinâmica natural. A aplicação deste tipo de metodologia permite ao leitor compreender a situação em estudo, descobrir novos significados, estender a experiência do leitor ou confirmar o já conhecido (ANDRÉ, 2005, p. 18).

No estudo etnográfico que objetiva revelar os significados atribuídos pelos participantes a uma dada situação, a entrevista se impõe como uma das vias principais (ANDRÉ, 2005, p. 51). É importante ressaltar que o estudo de caso etnográfico se apresentou apropriado para esse tipo de estudo por permitir que a partir dos dados coletados em campo seja possível reconstruir o ambiente investigado por meio da perspectiva dos sujeitos.

Geralmente o caso investigado se volta para uma instância em particular, seja uma pessoa, uma instituição, um programa inovador, um grupo social (ANDRÉ, 2005, p.24). Nesse sentido, foi escolhida esta metodologia por conta do caráter particular em que ocorreram as oficinas de construção de brinquedos e a possibilidade de observar a interação professor-aluno em ambiente distinto da escola; compreender essa interação em oficinas de construção com base no aprender fazendo; observar a interação e postura dos alunos em ambiente educacional que requer o aluno ativo durante as atividades; observar alunos em ambiente com oferta de materiais para todos, sem necessidade de competir por eles.

Segundo Bogdan & Biklen (1994, p.49) a ênfase qualitativa no processo tem sido particularmente útil na investigação educacional ao evidenciar a profecia “auto-realizadora”, ou seja, a ideia de que o desempenho dos alunos é afetado pelas expectativas dos professores (ROSENTHAL & JACOBSON, 1968). As estratégias qualitativas identificaram o modo

como as expectativas se traduzem nas atividades, procedimentos e interações diárias entre alunos e professores. Exemplo é dado pelo estudo de Rist (1970) numa sala de aula de um jardim-escola realizado com crianças afro-americanas, em St. Louis, que identificou nos primeiros dias de aula as crianças em grupos estabelecidos essencialmente a partir de critérios socioeconômicos. O processo de interação diária entre professor-aluno encontra-se detalhadamente descrito (RIST, 1970). Este tipo de estudo foca-se no modo como as definições – que os professores têm dos alunos, que os alunos têm de si próprios e dos outros – se formam.

5.4. Participantes

Alunos: de turmas de 5º ano (4ª série), em sua maioria, com idades de 9 e 10 anos, do Ensino Fundamental da Rede Municipal de Ensino de Santo André, SP, participantes das oficinas de construção de brinquedos, tendo cada classe aproximadamente 30 alunos. Todas as escolas municipais dessa rede participaram, tanto as centrais como as mais periféricas.

Professoras: As professoras responsáveis pelas turmas, assim como as Assistentes Pedagógicas¹ foram observadas. Foram investigadas 24 turmas em realização de oficinas, sendo que em 4 delas foi possível realizar a observação do primeiro e do segundo dia de oficina no Centro de Ciência Sabina. Portanto, foram observadas as interações de 20 professoras e seus alunos, não haviam professores do sexo masculino. Por este motivo, durante a exposição dos dados e posterior discussão, nos referiremos à(s) *professora(s)*. Cada uma das 20 professoras foi identificada pela letra P e um número, assim, essa será a sigla utilizada na discussão.

*Formadores*²: A equipe educativa era formada por doze formadores que desenvolviam as oficinas junto às crianças e uma coordenadora presencial. Onze formadores possuíam

¹ Assistentes Pedagógicas – acompanham individualmente e continuamente as crianças com necessidades especiais (deficiência física e/ou mental), de acordo com o grau do grau em que manifesta, ou oferecem apoio durante as atividades para as crianças que possuem algum tipo de dificuldade de ordem mental ou motora.

² No cotidiano dos Museus e Centros de Ciência, de forma geral, não há denominação padrão para profissionais ou estagiários que atuam na mediação dos conteúdos do seu acervo para o público. Essa nomenclatura varia nos espaços de educação não formal, onde também são chamados de mediadores, monitores, facilitadores, explicadores, educadores, guias, auxiliares, oficineiros, de acordo com a função que exercem e de acordo com a concepção pedagógica do espaço ou projeto de educação não formal. Nas oficinas de construção de brinquedo *formador(es)* foi o nome designado aos profissionais que aplicam as oficinas de construção de brinquedos.

habilitação em licenciatura. As áreas de formação destes eram: Biologia, Física, Química, Matemática, Engenharia e Engenharia Ambiental. Nessa equipe educativa 8 deles possuíam experiência em mediação em centro de ciência; desses, quatro também com experiência em docência em sala de aula. Dessa equipe de formadores, 5 eram do sexo masculino e 7 do sexo feminino. Cada um dos 12 formadores foi identificado pela letra F e seguida de um número, essa será a sigla utilizada na discussão.

5.5. O campo do estudo

A coleta de dados foi realizada nas oficinas de construção de brinquedos científicos do Centro de Ciência Sabina: Escola Parque do Conhecimento, localizado no município de Santo André, SP, de 23 de setembro a 27 de novembro de 2009. Foram observados: (i) período de preparação dos *formadores*; (ii) 24 turmas escolares realizando as oficinas; (iii) período de apresentação do projeto e formação para as professoras. A pesquisadora esteve em campo aproximadamente 3 vezes por semana em período integral (manhã e tarde) em cada dia de observação., a experiência durou 17 dias. Por dia foram realizadas 6 horas de observação, sendo 3 horas no período da manhã e 3 no período da tarde, totalizando aproximadamente 102 horas de observação no local investigado. Eram recebidas 6 classes nas oficinas de construção de brinquedos e em uma delas a pesquisadora realizava a coleta de dados.

5.6. Instrumentos e Procedimentos

O estudo de caso possibilita a utilização de variada gama de instrumentos para coleta e análise dos dados para retratar a realidade investigada em sua complexidade. Em geral, as técnicas e instrumentos utilizados para construção de dados nos estudos de caso são as mesmas utilizadas nos estudos sociológicos ou antropológicos, por exemplo: a observação, a entrevista, a análise de documentos, gravações, anotações em campo. Mas não são as técnicas que definem o tipo de estudo e, sim, o conhecimento que dele advém, ou seja, o que se aprende ao estudar o caso (ANDRÉ, 2005, p. 16).

Segundo BOGDAN & BIKLEN (1994, p. 47), na abordagem qualitativa de pesquisa em educação o ambiente natural é a fonte direta dos dados, constituindo-se, assim, o investigador seu instrumento principal. Para tanto, o pesquisador deve despender grandes quantidades de tempo no ambiente que se quer compreender o contexto e elucidar as questões

educativas. Assim, nesse tipo de pesquisa deve-se considerar o olhar do investigador, que é guiado pelas questões de pesquisa e por sua trajetória de formação.

A entrevista como instrumento de apreensão de elementos do fenômeno em estudo pressupõe a fala individual, a palavra como capaz de revelar as condições estruturais, de sistemas de valores, normas e símbolos de uma dada sociedade e, ao mesmo tempo, como uma forma de representar as significações e vivências de um determinado grupo, com suas condições históricas, sociais, econômicas e culturais (MINAYO, 2004 apud DIAS, 2012, p.92)

A metodologia qualitativa permite captar o ambiente investigado por meio de diferentes ferramentas, tais como: entrevistas, gravação em áudio e vídeo, diário de campo, entre outros. Utilizamos os seguintes instrumentos para a realização da coleta de dados:

- *Diário de Campo*, no qual foram realizadas observações, registradas falas dos sujeitos, reflexões, esquemas, croquis, entre outras informações.
- *Entrevistas e conversas* com professoras e formadores;
- *Gravação em áudio*¹ das entrevistas com professoras e formadores;
- *Gravação em vídeo*² das oficinas com foco nos alunos;
- *Registro fotográfico* dos desenhos e anotações dos alunos.

5.7. Coleta e análise dos dados

De acordo com André (2005a) e Silva (1992), a metodologia é aplicada por meio de imersão do pesquisador na realidade investigada e deve ser adquirida por observação sistemática e contínua dos atores envolvidos. Como meio de compreender o ambiente investigado de forma a conseguir captar elementos significativos para a descrição do ambiente, bem como a interação dos alunos no mesmo, a pesquisadora permaneceu em campo 3 vezes por semana, em período integral.

As perguntas que nortearam a entrada e investigação em campo foram: o que pode acontecer, surgir, num ambiente em que a condução das atividades não é realizada pelo professor responsável pela classe? Como é o desempenho dos alunos de uma classe fora do contexto da escola e em que há disponibilidade de materiais e ambiente organizado para

^{1 2} Os dados coletados com recurso áudio-visual foram complementados com as anotações de campo.

vivência em ciências de forma lúdica? Como se realizam a interação, o envolvimento e o engajamento dos alunos em atividade de construção?

Considerou-se importante a realização de entrevistas e conversas com as professoras e os mediadores para levantamento dos aspectos que estes atores consideraram relevantes durante a participação dos alunos nas oficinas. O momento de realização desses contatos com as professoras e mediadores se deu durante o intervalo dedicado ao lanche e ou ao final das oficinas. Antes do início das atividades era solicitada a permissão da professora e dos mediadores para permanência da pesquisadora em campo. Nesse momento, também era perguntado se autorizavam a gravação das entrevistas.

Optou-se também por entrar em campo como observadora, não interferindo no encaminhamento das atividades. Foram evitados diálogos com os sujeitos durante as oficinas – tanto professoras, alunos e formadores – e circulação da pesquisadora, visto que essa ação poderia distrair a atenção do observador do foco da observação, além de colocar em risco observações importantes da interação entre os sujeitos. Outro procedimento adotado como forma de diminuir a interferência da pesquisadora¹ e da filmadora foi ambos já estarem na sala quando os alunos entravam para as oficinas.

Segundo André (2005, p. 39), “Decisões sobre os métodos de coleta, sobre os locais, os sujeitos, o tempo de observação, os recursos podem ser apenas esboçadas num primeiro momento, mas terão que ser repensadas, redefinidas, modificadas ao longo da pesquisa”. Em conformidade com o fragmento acima foi realizada a coleta de dados. Ao entrar em campo verificou-se a inviabilidade de fazer observações significativas apenas observando a classe de uma forma geral, visto que um dos objetivos era investigar a interação dos alunos com os elementos do ambiente (brinquedos, livros, formadores, professores). Considerou-se durante período em campo que seriam coletados dados mais significativos em apenas um grupo do começo ao final da atividade ao invés de efetuar observações de interações momentâneas de vários alunos. Assim, optou-se por analisar um grupo por turma. Os alunos se sentavam em grupos de quatro a seis crianças por mesa, para realizar a construção dos brinquedos científicos².

¹ A essa interferência do observador é dado o nome de “efeito do observador” que pode influir, em certo modo, no comportamento das pessoas que se pretende estudar (BOGDAN & BIKLEN, 1994, p. 68).

² Os brinquedos eram denominados brinquedos-experimentos ou brinquedos-científicos, pois durante a ação de brincar eram evidenciados fenômenos físicos, por exemplo: a luz e a formação de imagem na câmara escura, centro de massa no brinquedo equilibrista de corda e sapo equilibrista.

A câmera (Nikon-coolpix/modelo L1) foi o instrumento utilizado para a captação das imagens nesse estudo, pois por meio dos vídeos gravados durante o período de observação de campo foi possível confirmar informações contidas no diário de campo. Em cada grupo foi dirigida a atenção para dois alunos, assim como sua interação com as outras crianças do grupo e da classe. A câmera era posicionada na estante em frente a uma das mesas de cada ambiente da oficina e eram focalizados os alunos **a** e **b** (Fig. 15). O mesmo se pode dizer do gravador, utilizado na gravação das entrevistas com as professoras e formadores. Foram gravadas as conversas realizadas entre as crianças em todas as oficinas, porém, por conta dos ruídos em sala, poucas informações foram audíveis e utilizadas neste estudo.

Figura 15 – Esquema da posição da pesquisadora, alunos e filmadora: (i) posição dos alunos sentados no banco; (ii) posição da pesquisadora durante as oficinas; (iii) mesa/bancada de suporte para a construção dos brinquedos; e (iv) filmadora¹.

Como meio de realizar a análise dos dados foi efetuada a seleção dos aspectos mais relevantes, sendo que a determinação de um recorte foi crucial para atingir os propósitos do estudo e de uma compreensão da situação investigada (ANDRÉ, 2005, p. 51). Assim, depois de efetuada a coleta de dados em campo, que se entende aqui como reunião das informações colhidas a partir dos instrumentos utilizados, foram realizadas leitura e releitura dos diários de campo, revistos os registros fotografados, assim como as situações presenciais mais relevantes foram assistidas, algumas delas diversas vezes, com a finalidade de compreender as interações entre os sujeitos e, assim, confirmar anotações realizadas em campo, expressões e argumentos dos sujeitos.

¹ A imagem é meramente ilustrativa, a câmara (Nikon-coolpix/modelo L1) utilizada era discreta (dimensões 8,7x4,5x5,5cm) com o intuito de não chamar atenção dos alunos.

Com este processo se buscou realizar seleção do material relevante para análise intensiva dos materiais. Durante essa fase foram levantadas as categorias de análise a fim de verificar como o aluno procede na construção dos brinquedos e quais os tipos de interação que os alunos realizam com o professor, outros alunos, os mediadores e os livros, assim como componentes ambientais que favorecem ou não o desempenho dos mesmos.

Depois de coletado esse material foram selecionadas e transcritas as entrevistas com as professoras e mediadores de atuação mais relevantes de acordo com as indicações contidas no diário de campo. Em relação aos formadores e mediadores foi selecionado material que abarcava suas expectativas em relação aos alunos e seu desempenho nas oficinas, sobre como se realizava sua interação com os alunos, quando identificado comportamento diferente em relação ao observado em sala de aula, e aspectos que mais os surpreenderam durante a realização da atividade. Em relação aos alunos foram selecionadas imagens dos registros colhidas ao final das atividades, foi efetuada gravação da realização das oficinas pelos alunos observados e anotação de diálogos desses com outros atores desse ambiente. Durante esse momento, a pesquisadora também realizou anotações relativas ao ambiente, como transcorreu a relação entre os atores envolvidos nas oficinas e situações, além das falas que provocaram estranhamento e reflexão durante a entrada e permanência em campo na mesma:

Primeiro dia em campo, fui apresentada à equipe de formadores como observadora pelo gestor do projeto. Esclareci à equipe que, apesar de estar presente, eu não estabeleceria interação com os participantes no desenvolvimento das oficinas.

Diário de Campo 1, p. 32, 23/09/2009.

RO¹: Os alunos aprenderão mais em programa de atividades que não tem por objetivo central o ensino de conteúdos?

Diário de Campo 1, p. 47, 23/09/2009.

RO: Após realizar observações durante todo o dia – nos dois períodos de oficinas – sinto que há uma nuvem de ideias, imagens, rostos, falas,

¹ Sigla utilizada no diário de campo para identificar reflexão da observadora.

impressões que serão organizadas em uma descrição. O que fica é a imagem de satisfação de todos os envolvidos, tanto das crianças, formadores e coordenadores.

Diário de Campo 1, p. 114, 06/10/2009.
1º dia em campo.

Algumas dificuldades inerentes às técnicas de entrevistas foram vivenciadas concretamente nesta investigação. Conforme descrito, foram utilizados intervalos de tempo em que poderia conversar e entrevistar as professoras fora de período de atividade de oficina. Esse momento foi escolhido visto que a opção feita pela pesquisadora foi não interferir na atividade para a coleta de dados; dessa forma não se deslocaria a professora durante a atividade para a realização da pesquisa. Esse momento também foi escolhido por ser aquele em que a professora poderia emitir suas opiniões sem a influência de alunos próximos. Após 5 dias em campo, foi possível identificar ampla utilização do termo “dificuldade de aprendizagem” e outros correlatos para justificar determinadas atitudes e desempenhos dos alunos. Por este motivo, durante as entrevistas com as professoras, também foi incorporada a seguinte pergunta: Você tem aluno com dificuldade de aprendizagem?

As entrevistas com os alunos foram efetuadas após o término das oficinas. Essa tentativa, porém, não surtiu efeito visto que, apesar de conversarem entre si sobre o que vivenciavam durante as oficinas, os experimentos e brinquedos construídos, quando a pesquisadora lhes dirigia a palavra os alunos se calavam. Desta forma optou-se por colher as informações dos alunos por meio de observação, filmagem, e transcrição de falas e comentários de interesse. Também foram utilizados recursos de fotografar os registros feitos pelos alunos ao final de cada oficina concluída.

Foram construídas categorias descritivas e de análise por meio do conteúdo das falas dos participantes. Segundo Franco¹ (2007 *apud* DIAS, 2011, p.95), toda mensagem falada ou escrita contém uma grande quantidade de informação sobre a pessoa que a produziu, podendo evidenciar crenças, representações, significados atribuídos pelo sujeito a um determinado fato ou situação. O autor da mensagem é, antes de tudo, um selecionador do que fala e ou produz. A autora considera que essa seleção não é arbitrária, ao contrário, possui uma lógica que exprime o modo como o interlocutor significa alguns fenômenos.

Assim, os dados foram organizados, lidos e relidos a fim de que as primeiras impressões, conhecimentos, comentários pudessem emergir. No decorrer desse processo,

¹ FRANCO, M L P B. Análise de conteúdo. 2ª Ed. Brasília. Liber Livro Editora, 2007.

trechos e frases significativas dos participantes, de acordo com os objetivos do estudo, foram selecionados. Posteriormente, a partir das falas expressivas dos participantes, procedi a uma busca pela delimitação dos temas a fim de agrupá-las em categorias descritivas e de análise.

Esse procedimento exigiu constantes leituras e releituras do material advindo das entrevistas e diário de campo, assim como constantes observações e escuta de material gravado, além de retorno à teoria relativa ao temário da pesquisa – realização do procedimento de pesquisa em espiral (VILLANI, PACCA, 2001; ANDRÉ, 2005b) Esse quadro, em sua íntegra, corresponde ao anexo (p. 186) Vale ressaltar que os dados presentes nesse quadro foram analisados de acordo com os limites e recortes necessários a um trabalho de mestrado.

6

DISCUSSÃO

Olha! Está tudo de cabeça para baixo!... Por que está de cabeça para baixo?
baixo?

Nicolas, 8 anos, ao realizar sua primeira observação na câmara escura que construiu

A discussão será apresentada em quatro partes, de acordo com os objetivos estabelecidos neste estudo de acordo com as categorias descritivas e de análise construídas, sendo eles: (i) o ambiente de oficinas de construção de brinquedos, em que será apresentado e descrito (ii) análise das oficinas de construção de brinquedos como ambiente enriquecido, onde a partir deste conceito da neurociência as oficinas serão analisadas, tendo em vista elementos contidos na mesma que podem ser considerados enriquecedores do ambiente; (iii) parte da escola revelada nas oficinas de construção de brinquedos – serão apresentados aspectos da relação professor-aluno-escola revelados nestes espaços e (iv) Serão apresentadas perspectivas para a área de pesquisa neurociência e educação.

Os dados foram obtidos por meio de exposição prolongada da pesquisadora no ambiente de estudo com base nos instrumentos utilizados para a realização deste estudo: diário de campo, entrevistas e conversas com professoras e formadores, gravação em áudio das entrevistas com professoras e formadores, gravação em vídeo das oficinas, registro fotográfico dos desenhos e anotações dos alunos. As anotações realizadas em campo de trechos significativos de entrevistas com as professoras e impressões dos alunos relatadas serão descritas ao longo do texto.

6.1. O ambiente de oficinas de construção de brinquedos

O ambiente de oficinas de construção de brinquedos será descrito, assim como seu contexto de origem dentro de um centro de ciência como forma de contextualizar o leitor do espaço investigado neste estudo. Serão apresentados o ambiente físico das oficinas assim como o ambiente humano contido em sua concepção pedagógica e preparação dos formadores para aplicação das oficinas para os alunos, em que também será apresentada sua metodologia de aplicação. Serão destacados os dados mais relevantes coletados durante período em campo.

6.1.1. Interação Sabina-Escola

Neste item é descrito o ambiente de oficinas de construção de brinquedos a partir do contexto em que foi criado, para que o leitor possa compreender o espaço, sua composição e

características do ambiente das oficinas de construção de brinquedos realizadas no centro de ciência como recurso pedagógico de uma rede municipal de ensino.

O projeto das oficinas de construção de brinquedos foi criado no Centro de Ciência Sabina: Escola Parque do Conhecimento com o objetivo de oferecer aos alunos vivência lúdica como forma de aproximar essas crianças das ciências por meio da construção de brinquedos e do brincar (KLISYS, SCARINCI, FIGUEIREDO NETO, & SONCINI, 2009).

O Centro de Ciência Sabina, situado no município de Santo André, foi inaugurado no ano de 2007. Este centro é aberto ao público, suas ações educativas priorizam o atendimento às crianças de sua rede municipal de ensino. No ano de sua inauguração todas as escolas realizaram visita de reconhecimento deste espaço. Essa primeira visita de sensibilização, denominada *visita exploratória*, teve como principal objetivo apresentar aos alunos uma experiência interativa em ciências e artes por meio de visita guiada por um mediador.

Após a realização da visita exploratória, no ano de 2008, as escolas retornaram à Sabina para a realização de *visita focada*. Neste tipo de visita o professor escolhia uma área do acervo do lugar para a realização de projeto pedagógico e explorava em sala de aula previamente ou posteriormente os conteúdos do tema escolhido com seus alunos. Neste formato de visita, podemos considerar o Sabina como ferramenta pedagógica disponibilizada ao professor, como forma de propiciar aos alunos um ambiente no qual pudessem interagir na prática com os conteúdos estudados em sala de aula, ou seja, um centro de ciência que serve como recurso pedagógico com potencial de complementar as atividades e conteúdos tratados no ambiente escolar.

O professor realizava o preparo e envio do projeto pedagógico, antecipadamente à sua visita, ao setor educativo do Sabina. Este projeto era encaminhado aos mediadores que preparavam roteiro de visita no centro de ciência que contemplava o temário preparado pelo professor. Neste perfil de atividade podemos considerar o centro de ciência como recurso pedagógico complementar do ensino de ciências oferecido na escola.

No ano seguinte, em 2009, após essa trajetória da interação do centro de ciência com a escola, foram criadas as oficinas de construção de brinquedos, por iniciativa da Secretaria de Educação da Rede Municipal de Santo André, SP, tendo como público contemplado para a primeira versão do projeto os professores e alunos do 5º ano (4ª série) do Ensino Fundamental I.

6.1.2. A entrada da pesquisadora em campo

Foi acompanhada a aplicação do projeto no ano de 2009, com duração de dois meses, compreendendo a formação dos formadores e professores e a aplicação do projeto com as escolas da rede municipal.

As observações foram iniciadas na formação dos mediadores, na qual o coordenador do projeto transmitiu toda a concepção, objetivos e expectativas do projeto. Quando a pesquisadora entrou em campo anotou tudo aquilo que considerou relevante. Havia dúvida na forma “correta” de anotar, então, tudo foi anotado. Num segundo momento, o foco das observações e anotações foi realizado com base nos diálogos dos sujeitos. Esta foi a forma de observar e de anotar nos primeiros dias de formação dos mediadores. A seguir comecei observar expressões faciais e os silêncios durante as falas, tanto dos alunos como dos mediadores, que em si também reservam um significado.

Foram anotadas concepções e dúvidas dos mediadores e alunos. A anotação das reflexões e dúvidas surgidas em campo (reflexões do observador = ROs) foi de extrema importância para compreender algumas falas registradas e lembrar a vivência em campo, além de muitas delas gerarem novas perguntas, mais detalhadas.

Como já foi mencionado, um dos objetivos iniciais da pesquisa e entrada em campo foi compreender as aprendizagens em ciências vivenciadas pelos alunos, porém durante o primeiro dia de formação de mediadores, o coordenador do projeto disse:

O objetivo (do projeto) não é ensinar ciências. E, sim, sensibilizar, trabalhar o lúdico, o mágico... Isso seduz, faz o aluno aprender a conversar, se expressar, escrever...

Diário de Campo 1, p. 32, 23/09/2009.

Quando a pesquisadora se deparou com esta afirmação em campo, ficou em choque. A primeira reação foi pensar em mudar o projeto. Por que investigaria a *aprendizagem* de estudantes em projeto de divulgação científica que não tem por objetivo ensinar ciências? Porém, refletindo sobre a situação, pensou que esta poderia ser uma boa oportunidade para

verificar quais são as aprendizagens ocorridas durante as oficinas, não necessariamente em ciências, incluindo a dinâmica interpessoal entre alunos e individual com os brinquedos. Foi então que realizei a seguinte reflexão:

O que os alunos aprenderão em oficinas de construção de brinquedos científicos que não possui como essência a aprendizagem de conceitos físicos?

A partir disso o foco modificou-se, ampliou-se. Antes estava focada na aprendizagem de conceitos científicos, agora queria entender de maneira mais ampla as “aprendizagens” vivenciadas pelos estudantes. Um dos treinos realizados pela pesquisadora foi concentrar a atenção para realização da observação. Em campo, um dos esforços realizados foi manter a atenção na observação. Outros controles realizados foram evitar interagir com o ambiente durante a preparação dos formadores. As explicações eram realizadas de forma detalhada e interessante pelo coordenador, o que provocou interesse em participar ativamente daquela situação. Outro aspecto significativo foi treinar minha capacidade de ouvir.

RO: Eu estou fazendo o exercício de não falar e expressar opiniões. Vou me concentrar em observar. Dá uma vontade de fazer e mexer!

Em diferentes oportunidades denominavam a pesquisadora como “professora” e a procuravam para mostrar o que haviam descoberto, esclarecer dúvidas, entre outros. O motivo de maior aproximação por parte dos alunos se referia às dúvidas em relação à construção do brinquedo, sobre o que deveria ser feito. Nesses casos era indicado ao aluno procurar o formador para o referido esclarecimento.

6.1.3. Ambiente físico das oficinas de construção de brinquedos

As oficinas são compostas por um conjunto de 21 brinquedos científicos aplicados no centro de ciência. O espaço de aplicação das oficinas é a biblioteca, que foi adaptada. Na fig.

15 pode-se observar o *layout* do espaço físico no qual aconteceram as oficinas, objeto deste estudo. A estrutura humana foi composta por formadores, coordenadores e assistentes.

Figura 15 - Layout do espaço-físico das oficinas de construção de brinquedos.
Créditos: Matteo Finazzo Neto.

Para a realização das oficinas foi produzido material didático composto por um livro (KLISYS, SCARINCI, FIGUEIREDO NETO, & SONCINI, 2009), 2 DVDs e os kits com os materiais para realização de cada um dos brinquedos-experimentos ou brinquedos-científicos. A seguir, cada item será descrito:

- *Livro*

O livro (KLISYS, SCARINCI, FIGUEIREDO NETO, & SONCINI, 2009) (Fig.16) é composto pelo roteiro de vinte e um experimentos, sendo eles realizados com materiais simples, de baixo custo e fácil construção.

Figura 16 – Livro Brinca Ciência (KLISYS, SCARINCI, FIGUEIREDO NETO, & SONCINI, 2009).

Foto: Barbara Milan Martins, em 12 de março de 2012.

Foram selecionados com foco no ensino de ciências para público do segundo ciclo do ensino fundamental I - 5º ano (4ª série). O roteiro experimental de procedimentos contemplava os seguintes itens (FIGUEIREDO NETO, 2011); (KLISYS, SCARINCI, FIGUEIREDO NETO, & SONCINI, 2009):

- *Imagem de sensibilização*: apresentação do brinquedo por meio de uma ilustração artística referente ao brinquedo a ser desenvolvido, também contém um pequeno texto convidando e desafiando a criança à execução da atividade (Fig. 17).
- *Para fazer* (nome do experimento) *you vai precisar de*: contém a lista dos materiais necessários para a construção dos brinquedos.
- *Passo a passo*: é formado pelo conjunto de instruções detalhadas para o aluno realizar a construção do brinquedo de forma autônoma, possui linguagem simples, clara e objetiva.
- *E se...* : Propõe à criança novas formas de interagir com o brinquedo de modo a testar outras formas de interagir e testar o brinquedo construído. Também contém perguntas para a criança pensar em como funcionaria caso utilizasse outros tipos de materiais.
- *Como funciona?*: Explicação do fenômeno científico abordado no brinquedo.
- *Conceito-chave*: definição do principal conceito científico tratado no brinquedo.
- *Ciência e Cotidiano*: Apresenta situações do dia a dia que podem ser explicadas por meio do *conceito-chave*. O aluno tem a possibilidade de relacionar o conhecimento teórico com os fenômenos observados no cotidiano.

- *Gostei, quero mais!:* Indicação de livros e sites nos quais o aluno pode aprofundar sua pesquisa sobre o brinquedo e os conceitos científicos tratados.

Figura 17 – Ilustração artística e texto provocativo do brinquedo Câmara escura.
Fonte: Klisys, Scarinci, Figueiredo Neto, & Soncini (2009, p. 104-105).

Também foram produzidos DVDs como material de apoio para os professores, em que há orientação de como construir cada brinquedo contemplado pelas oficinas e como aplicá-las em sala de aula. Neste recurso o professor recebe orientação de como proceder em situações que demandam maior atenção durante sua construção, além de sugerir intervenções de como utilizar os brinquedos na exploração de temas em ciências.

▪ “Kits” de brinquedos científicos

O conjunto de oficinas é formado por 21 kits, sendo cada um deles referente a um dos brinquedos-experimentos. Os brinquedos construídos pelos alunos foram: motor elétrico; sapo equilibrista; joaninha teimosa; câmara escura; cinema palito; ludião; barco a corda; lanterna de bolso; pilha; brincadeiras eletrostáticas; equilibrista de cordas; telefone com fio; som espacial; bússola; relógio de sol; periscópio; caleidoscópio; disco de cores; anamorfose; lata-bumerangue; campeão de cambalhotas (Fig.18). Os kits são compostos por todos os materiais de consumo necessários para a realização de cada um dos brinquedos científicos.

Figura 18 – Brinquedos científicos construídos nas oficinas.
Foto: Barbara Milan Martins, em 7 de outubro de 2009.

6.1.4. Ambiente humano das oficinas de construção de brinquedos

▪ *Preparação dos formadores*

Os formadores das oficinas são profissionais ou estudantes das áreas de Biologia, Engenharia e Física. A capacitação destes foi realizada por um dos autores e coordenador geral do projeto. Assim, a metodologia de aplicação das oficinas, seus princípios e filosofia foram orientados para os formadores, fazendo parte das ações e atitudes dos mesmos e alcançando os alunos. Partindo do pressuposto de que projetos educacionais por vezes não alcançam seu(s) objetivo(s) por conta de interrupção da concepção à prática, este projeto conseguiu superar esta dificuldade.

A preparação dos formadores consistiu em encontros onde foram explicados a concepção do projeto e objetivos a serem alcançados, com duração total de 40 horas. Durante esses encontros os formadores realizaram o mesmo que os alunos realizariam: construir os brinquedos com base nas instruções contidas no *Passo a passo* do livro (ver ANEXO, p.197).

O coordenador do projeto transmitiu a concepção pedagógica que deveria chegar aos alunos, que comporia o ambiente para a realização das oficinas, uma forma de compreender o mundo e se relacionar com o conhecimento científico. Os fragmentos, a seguir, foram extraídos do diário de campo¹.

Esse projeto é uma possibilidade de construir cultura científica. Ciência é uma possibilidade de leitura de mundo, sem visão utilitarista. É para a criança interagir com o mundo de maneira inteira.

[...] a cultura científica me possibilita o prazer pelo conhecimento.

Não existe ninguém criativo sem conhecimento. Tenho a expectativa e acredito na criança como veículo desse conhecimento.

Não se tratava apenas de ir ao centro de ciência e construir um brinquedo, se tratava de participar de uma experiência que tivesse repercussões no modo com que o aluno percebe a ciência e se relaciona com o cotidiano.

Tratava-se de construir um ambiente no qual o aluno pudesse se sentir à vontade para realizar sua interação e que se sentisse parte das oficinas, sendo o protagonista, o criador, sendo também um dos autores do livro e ativo na criação do brinquedo:

Vocês devem provocar a atitude de encanto nas crianças.

A gente tem que cuidar da parte estética.

A área científica tem hábito de fazer [experimentos] feios contanto que funcione. Aqui não é assim.

Vocês devem envolver as crianças.

¹ Diário de Campo 1, p. 31-88, 23 a 30 de setembro de 2009.

A parte mais importante do livro – dizer às crianças: “você precisam terminar de escrever o livro”. Dedicar 15 minutos para a realização do registro no “Aprendendo e brincando eu aprendi que...”. A criança precisa desenhar, escrever no livro. Gostaria que os monitores compreendessem porque o registro no livro é a parte mais importante do projeto”

Como podemos receber as crianças? Com música clássica¹?

Quero que o aluno se identifique com o espaço, que seja um ambiente diferenciado do que ele encontra na escola.

Assim como perguntar às crianças como forma de convidá-las a vencer um desafio: “Vocês acham que dá para fazer uma lanterna?” Isso fortaleceu o papel dos formadores na construção do ambiente como agente primordial para que os alunos pudessem realizar uma experiência realmente significativa: “O projeto está pronto, mas metade do sucesso dependerá da atuação de vocês.” Assim como estimulou a abordagem lúdica da experiência, dizendo sobre como o mediador deveria se preparar para receber os alunos para as oficinas: “Nós vamos ter um cenário para cada espetáculo.”, “Estamos dentro do teatro que ajuda a criança desenvolver um olhar melhor de mundo.”. Estimulou os formadores a aprender a trabalhar com o desafio, com o novo, pois contribuiria no sentido de auxiliar os alunos nas dificuldades que seriam enfrentadas pelos mesmos: “Se a gente não fizer o que a gente não sabe, não aprenderá nunca.”; “Observem suas próprias dificuldades no momento da construção do brinquedo. Poderá ser a dificuldade do aluno.” Enfatiza que o mais importante não é a atenção aos conteúdos, mas a construção de uma experiência significativa para o aluno, que ele se sinta sensibilizado, que tenha uma experiência marcante com a ciência:

O objetivo [do projeto] não é ensinar ciências. E, sim sensibilizar, trabalhar o lúdico, o mágico... Isso seduz. O aluno aprende a conversar, se expressar, escrever...

Queremos que as crianças se sintam seduzidas, sensibilizadas. Não queremos que as crianças aprendam². Não vai ter prova.

¹ As oficinas eram realizadas pelos alunos tendo como som-ambiente de músicas infantis.

² Se referindo ao aprendizado de conteúdos que é sempre excessivamente privilegiada em ambientes educacionais.

Cuidado com as respostas. Não vamos explicar FÍSICA, mas também não vamos falar coisa errada. Por exemplo, explicar fenômeno falando em energia potencial. Energia potencial não significa nada para o aluno.

Ressaltou os cuidados que os formadores deveriam ter durante as explicações dos fenômenos científicos e o desafio de tratar temas de ciências com as crianças que seriam atendidas: “Devemos realizar o exercício de não falar *ciencês*¹”; “Me diga o que é algo fofo com as mãos para trás. É a mesma dificuldade de falar de ciência para as crianças”. Enfatiza os valores e o modo cuidadoso ao lidar com as crianças e as consequências após as oficinas:

Quando você conversa com respeito com uma criança, ela lhe traz problemas e questões que, em boa parte dos casos, a gente não sabe responder.

O que eles não perguntarem é *legal* vocês abordarem. A gente acredita que a participação nessas experiências é para formar um relacionamento afetivo com o mundo.

É preciso ter combinado com as crianças: o combinado nosso é fazer e ter cinco minutos para brincar.

Vocês aprenderam o que é o conceito chave?

6.1.5. Aplicação das oficinas

De uma forma geral, podemos considerar que as oficinas tinham três grandes momentos de intervenção dos formadores junto aos alunos, momentos em que davam as instruções dos procedimentos a serem realizados:

¹ Refere ao uso de termos técnicos ao explicar tópicos de ciências para as crianças.

a) *Recepção e acolhimento dos alunos*

Fazia parte da infra-estrutura do centro de ciência realizar o transporte de ida e volta das classes para o local. A recepção de cada classe era realizada no próprio ônibus em que os alunos chegavam ao museu pelos dois formadores que realizariam a aplicação das oficinas com os alunos. Estes entravam no ônibus e realizavam o acolhimento das crianças: “Por que vocês vieram à Sabina hoje?”; explicavam como seria o dia nas oficinas. Quando adentravam a sala de realização das oficinas de construção de brinquedos, os formadores buscavam sensibilizar as crianças para as atividades que seriam realizadas: perguntavam aos alunos sobre suas expectativas, elucidavam quais atividades e como seriam realizadas e como seriam desenvolvidas as oficinas. Procuravam construir um ambiente no qual o aluno se sentisse à vontade para a realização das atividades.

b) *Orientações para a construção do brinquedo*

Os formadores entregavam os livros e os kits para os alunos. Solicitavam aos mesmos que conferissem no livro se faltava algum material no kit. Em seguida, orientavam os alunos para o início da construção dos brinquedos de acordo com o *Passo a Passo* contido no livro. Enquanto os alunos realizavam a atividade, os dois mediadores circulavam de mesa em mesa verificando o desenvolvimento desses na tarefa, se colocavam à disposição para auxiliá-los e se posicionavam quanto ao seu papel durante a atividade:

Está tudo bem? (F10)

Precisa de ajuda? (F1)

Qualquer dúvida, pode me chamar! (F12)

Vocês têm que acompanhar o *Passo a Passo* do livro. (F10)

Eu não vou fazer para você. Eu vou ensinar e você vai aprender. (F7)

“O que é para fazer agora?”, pergunta o aluno. Formadora: “Você já leu o próximo passo?” (F7)

Os formadores conduzem a atividade de forma que o aluno realize a montagem do brinquedo por meio de sua própria leitura e compreensão do texto.

c) *Entendendo o fenômeno*

Após os alunos terem construído seus brinquedos e, também, terem brincado com os mesmos, os educadores finalizavam cada oficina com explicação do fenômeno físico que cada brinquedo abarca, fazendo novas perguntas, estimulando os alunos a pensarem, estabelecendo analogias com fenômenos do cotidiano, e em número significativo de oficinas foram trazidos aos alunos aspectos da história da ciência e da vida dos cientistas, assim como dificuldades superadas por eles e que deram base para o encontro de soluções e descobertas realizadas.

6.2. *Categorias de análise dos fatores ambientais das oficinas*

O modo como as atividades são realizadas pode influenciar os ganhos de ordem cognitiva, de interação e desempenho dos estudantes durante as atividades. Assim, neste estudo se buscou identificar esses componentes ambientais no contexto de oficina de construção de brinquedos segundo o conceito de Dewey (1959, p. 20), conforme segue:

As palavras “ambiente” e “meio” denotam algo mais do que o lugar onde o indivíduo se encontra. Indicam a particular *continuidade* entre o meio e as próprias tendências ativas do indivíduo. Um ser inanimado acha-se naturalmente em estado de continuidade com o seu meio; mas as coisas que o cercam, a não ser metaforicamente, não lhe constituem um ambiente, por isso que aos seres inorgânicos *não importam* as influências que o afetam. Ao contrário, certas coisas afastadas, no espaço e no tempo, de uma criatura viva, especialmente de uma criatura humana, podem constituir-lhe com mais verdade o meio, do que as ações que estão contíguas. As coisas pelas quais um homem *varia* é que constituem seu verdadeiro ambiente. [...] O meio

ambiente consiste naquelas condições que desenvolvem ou embaraçam, estimulam ou inibem, a atividade *característica* de um ser vivo. A água é o ambiente do peixe, por ser necessária à sua atividade – à sua vida. O polo norte é um elemento importante do meio de um explorador ártico, quer consiga ou não consiga atingi-lo, porque determina seus atos, torna-os aquilo que distintamente são. Exatamente porque vida não significa mera existência passiva (a se supor possível tal coisa) e sim um modo de proceder e agir, - o ambiente ou meio significa aquilo que influi nessa atividade como condição para que se realize ou se iniba.

Portanto, neste estudo, considera-se que a atividade realizada pela criança no ambiente educacional, como meio ou ambiente segundo a colocação de Dewey (1959, p. 20), não está limitada ao exercício pedagógico oferecido à criança, mas, sim, está agregada a todos os componentes¹ que a influenciam. Assim, as oficinas de construção de brinquedos estão constituídas pelos materiais didáticos e por todos os componentes que participam da experiência vivenciada pela criança – animados e inanimados, que então são considerados aqui *o ambiente de oficinas de construção de brinquedos*. Neste ambiente, cada componente inserido influi no desempenho da atividade, de forma explícita ou não, aumentando ou diminuindo a qualidade da experiência propiciada aos participantes.

Neste estudo, será ampliado para ambientes educacionais o conceito de Dewey (1959, p. 20) de que a escola seja ambiente especial, onde o adulto tem a oportunidade de influir na forma como a criança age, pensa e sente. Segundo ele:

A principal importância da exposição precedente sobre o processo educativo que prossegue involuntariamente, é levar-nos a notar que o único processo de influírem os adultos sobre a espécie de educação que o imaturo recebe é o de influírem sobre o meio em que eles agem, e portanto, pensam e sentem. Jamais educamos diretamente e, sim, indiretamente, por intermédio do ambiente. Grande diferença existirá em permitirmos a ação casual do meio e em escolhermos intencionalmente o meio para o mesmo fim. [...] As escolas, todavia, continuam sendo exemplo típico do meio especialmente preparado para influir na direção mental e moral dos que a frequentam.

¹ Componente entendido como elemento de um sistema.

Durante a coleta em campo e, posteriormente na sua análise, foram identificados componentes ambientais que deviam ser considerados quanto ao seu potencial de interferir na qualidade da interação, desempenho e desenvolvimento dos alunos durante as oficinas.

De acordo com situações observadas, as características, as repetições e a natureza dos dados, dividimos esses elementos em duas categorias quanto à sua **natureza**: (i) físico-estrutural e (ii) humano. As categorias foram organizadas obedecendo os critérios quanto à natureza desses componentes e quanto à sua função na composição da atividade. Para melhor visualização da ordem das categorias ver o diagrama abaixo:

Figura 19 - Categorias descritivas quanto à natureza e função.

A categoria físico-estrutural é composta pelas características físicas do espaço e materiais pedagógicos e de apoio que estruturam a atividade. A categoria humana é composta pelos elementos humanos, ou seja, aqueles responsáveis por criar, dirigir, executar ou dar suporte aos alunos, professores, formadores para o desenvolvimento das atividades. Estes componentes ambientais identificados nas oficinas de construção de brinquedos, por sua vez, foram separados em duas subcategorias quanto à sua função (Fig. 20):

- *mobilizadores físicos* – são os estímulos físicos apresentados no contexto do ambiente educacional que propiciam à criança, individualmente, responder de forma ativa, ou seja, realizar uma ação, por exemplo, pensar, refletir, buscar soluções, agir.
- *componentes de suporte* – são aqueles que compõem o contexto estrutural do ambiente em que a criança é inserida, mas que não provocam, necessariamente, interação da criança.

Figura 20 - Categorias de análise do ambiente de oficinas de construção de brinquedos.

Foram identificados os componentes ambientais de natureza físico-estrutural; quanto à função de mobilizadores-físicos (ver diagrama 3) foram identificados livro, kit de materiais e brinquedos.

6.2.1. Mobilizadores Físicos

O livro é, aqui, considerado mobilizador cognitivo pois permite a interação da criança da seguinte forma: pensar sobre o que estava sendo apresentado de forma escrita e ou ilustrada, realizando a tarefa ou aceitando o desafio proposto (construção do brinquedo), apresentando dúvida sobre como realizar o que estava sendo solicitado, apresentando possível explicação sobre o fenômeno observado. No exemplo do diálogo abaixo, o livro foi utilizado como ferramenta de compreensão dos fenômenos envolvidos na construção do brinquedo:

Ygor: “Por que [es]tá de ponta-cabeça?”

Carolina: “Deixa eu ler no livro se tem alguma coisa falando do porquê [es]tá de ponta cabeça.”. E continua: “Luana, sorria. Você está sendo filmada de ponta-cabeça.”

Luana: “Wesley, sorria, você está sendo filmado.”

Carolina: “Ah! Fica de ponta-cabeça por causa da luz. Observa a ilustração no livro (Fig. 21) e mostra à Renata.

Carolina fala a F5: “Como faz para desvirar a imagem?”

Figura 21 - Ilustração explicativa - Como funciona?
 Fonte: Klisys, Scarinci, Figueiredo Neto, & Soncini (2009, p.109).

Conforme afirmou o coordenador do projeto, “O objetivo não é ensinar ciências”, “Devemos realizar o exercício de não falar *ciencês*” ou “Não vamos explicar física”, fica claro que o foco do projeto não é o aprendizado por memorização de definições científicas, visto que os fenômenos apresentados pelos brinquedos são complexos, mas, sim, que tivessem uma experiência interessante. Assim o objetivo principal foi “sensibilizar, trabalhar o lúdico, o mágico... Isso seduz. O aluno aprende a conversar, se expressar, escrever...”. Segundo um dos autores por meio do encanto, do lúdico, do mágico, o “conhecimento não precisa ser sisudo, mas sim desafiador, encantador” para que “possam descobrir a ciência envolvida na construção e uso dos brinquedos científicos” (KLISYS, SCARINCI, FIGUEIREDO NETO, & SONCINI, 2009, orelha do livro, p. 3).

Além da compreensão das instruções escritas e ou esquematizadas, o livro evocou outra situação ativa das crianças no item “Aprendendo e brincando eu aprendi que...”. Neste tópico foi aberta a possibilidade das crianças se expressarem por escrita ou por desenho. A seguir, são apresentados exemplos das impressões e conceitos em ciências registradas durante as oficinas de construção de brinquedos pelos alunos no capítulo do livro “Investigando e brincando eu aprendi que...”.

Figura 17 – Registro 1. “Quando você pega um carro velho pegue duas baterias ligue no fio do seu carrinho. Pronto?”

Figura 2318 – Registro 2. “Eu descobri que o som é às vezes é saído do vento, e também que as cordas vocais vibram quando a gente fala, por causa do vento que entra. e o copo no brinquedo amplifica o barulho.” Experimento - Som Espacial.

Figura 24 – Registro 3. O barco a corda foi uma experiência muito legal foi a experiência mais legal que eu já fiz. ele funciona com energia que nós colocamos”.

Nessa fase da vivência dos estudantes, pretende-se propiciar ao aluno uma nova relação com a ciência, ativa, na qual ele é protagonista da mesma conforme expressa o coordenador do projeto:

Não se tratava apenas de ir ao centro de ciência e construir um brinquedo, tratava-se de participar de experiência que tivesse repercussões no modo com que o aluno percebe a ciência e como ela se relaciona com o seu cotidiano.

Nos registros apresentados pelos alunos, percebe-se que houve tentativa de explicarem o fenômeno científico envolvido no brinquedo da atividade proposta. No registro 3 (Fig. 22), após experiência de construção do “*Motor Elétrico*”, o aluno fez uma correlação da oficina com fenômeno observado no cotidiano, neste caso, nota-se que essa criança orienta o leitor sobre como proceder com um “carro velho”. De acordo com ele: “*Quando você pega um carro velho pegue duas baterias ligue no fio do seu carrinho. Pronto?*”

No registro 2 (Fig. 23), ao participar da oficina “*Som Espacial*”, o aluno, em seu registro livre, considerou importante anotar o que descobriu por meio da oficina: “Eu descobri que o som é às vezes saído do vento, e também que as cordas vocais vibram quando a gente fala, por causa do vento que entra. E o copo no brinquedo amplifica o barulho”. Estabeleceu relação do brinquedo construído com fenômeno cotidiano, “as cordas vocais

vibram quando a gente fala, por causa do vento”, e contato com conceito de ciências, explicando a função do copo no brinquedo: “o copo no brinquedo amplifica o barulho”.

No registro 3 (Fig. 24), a criança entra em contato com o conceito de *energia* e realiza sua explicação sobre o fenômeno observado no brinquedo “Barco a corda” da seguinte forma: “ele funciona com a energia que nós colocamos”.

Pode-se considerar que os registros dos alunos participantes nas oficinas não apresentam definição ampla dos fenômenos observados. Entretanto, demonstram a plena vivência da experiência científica, pelas anotações no livro é verificável que se apropriaram dos fenômenos investigados pela ciência, na íntegra ou em parte. Essa conquista se deu diretamente pela observação e manipulação.

Nesse sentido, é importante observar o que Dewey (1959, p. 20) considera ser a primeira função do órgão social denominado escola, ou ambiente educacional conforme se denominou aqui: propiciar um ambiente simplificado. Assim, selecionando os aspectos mais fundamentais capazes de despertar reações dos jovens, realizar “uma progressão, a partir dos elementos adquiridos inicialmente como meio de os conduzir ao sentido e compreensão real das situações mais complexas”.

Segundo (DEWEY, 1959, p. 203)

É possível, sem se forçarem os fatos, estabelecer três estágios perfeitamente típicos do desenvolvimento da matéria a aprender, na experiência do educando. Em seu primeiro estado, o saber é uma habilidade inteligente – a de poder fazer as coisas. Esta espécie de saber revela-se pelo manuseio e familiaridade da criança com as coisas. Em seguida, este saber gradualmente se avoluma e se aprofunda por meio dos conhecimentos ou informações comunicadas. Afinal, amplia-se e transforma-se em matéria coordenada lógica ou racionalmente – de uma pessoa relativamente já competente e especializada na referida matéria.

Considera-se que a participação nas oficinas podem propiciar experiência na qual o aluno, pelo manuseio dos materiais disponibilizados nos *kits*, se *familiariza* com os objetos e interage com o mesmo e o entorno durante e após a construção do brinquedo. Segundo Dewey (1959, 204-205), a aplicação de atividade com materiais de modo inteligente resulta em conhecimento ou *familiaridade* com os mesmos. Esse autor afirma que as coisas que mais conhecemos são aquelas que mais utilizamos, tais como cadeiras, mesas, alimentos – cujo

conceito nos apropriamos, sendo que ao atuarmos em objetos com que estamos familiarizados é possível prever como ele agirá ou reagirá. Esses conhecimentos ficam organizados no que Dewey chamou de centros de interesse diretos e práticos da criança. Foi possível observar pelos registros que essa situação ocorreu com as crianças na medida em que os brinquedos e situações vivenciadas com os mesmos tornaram suas propriedades e características familiares à criança e, mesmo com a possibilidade de interagir em situações posteriores, resgatando as vivências daquela atividade. Digno de nota é a observação de que o organismo como um todo participa da apropriação da experiência, reiterando a colocação de Dewey (1959, p. 205) de que “o ouvido é órgão para aquisição de experiência, do mesmo modo que a vista, a mão” e, acrescentamos, o corpo em si.

Os sistemas sensoriais estabelecem a conexão com o meio e pela percepção dos elementos visuais, sonoros, táteis, entre outros; esse conjunto de experiências vivenciadas pelo organismo são gravadas organicamente e se instalam por períodos mais ou menos duradores conforme a sensibilização estabelecida nas vias neurais e pelo fortalecimento de determinadas vias. Scheibel (1990¹ apud JACOBS, SCHALL, & SCHEIBEL, 1993) considera que os sistemas dendríticos fornecem uma espécie de “autobiografia orgânica” e ressalta sua notável sensibilidade como indicadores de interações cognitivas e comportamentais do indivíduo com o ambiente.

No encéfalo humano foi observada neuroplasticidade (DRAGANSKI, et al., 2004; DRAGANSKI, et al., 2006; JACOBS, SCHALL, & SCHEIBEL, 1993) e neurogênese (ERIKSSON, et al., 1998), como já demonstrado em animais, em relação a estímulos e situações significativas. Desta forma, atualmente o sistema nervoso é “órgão dinâmico”, que interage e se modela de acordo com as experiências vivenciadas pelo organismo. Portanto, o organismo humano está em constante formação e remodelamento ao longo da vida, especializando-se e fortalecendo vias neurais conforme as experiências que vivencia e, assim, ocorrem modificações anátomo-fisiológicas de micro e macro estruturas neurais devido à neuroplasticidade desse sistema. Quando o sistema nervoso é alterado, ocorre, muitas vezes, mudança correlata no comportamento ou em funções psicológicas, como se dá, por exemplo, na aprendizagem e memória (DIAMOND, 2001; KOLB, GIBB, & ROBINSON, 2003). Pode-se dizer que o aprendizado e a memória, então, são adaptações da circuitaria cerebral ao ambiente, ocorrendo ao longo de toda a vida. Entre as características de plasticidade neural descritas em diferentes espécies animais estão: fortalecimento das sinapses; aumento do

¹ Scheibel, A.B. (1990) Dendritic correlates of higher cognitive function. In A.B. Scheibel and A.F. Wechsler (eds): *Neurobiology of higher cognitive function*. New York: The Guilford Press, pp. 239-270.

número de espinhas sinápticas com a experiência; formação de novas conexões sinápticas; aumento ou diminuição, prolongado ou permanente, da eficácia da transmissão sináptica; estabilização das sinapses existentes; aumento do comprimento e do número de ramificações dendríticas.

Estão estabelecidos na literatura, também, os benefícios da interação de organismos em ambientes enriquecidos, que potencializam as mudanças sendo elas: aumento da espessura do hipocampo, arborização dendrítica e no número de células gliais (KEMPERMANN, KUHN, & GAGE, 1997); aumento significativo do número de espinhas dendríticas em células piramidais, especialmente nos dendritos basais; aumento significativo do tamanho das junções sinápticas (GLOBUS, ROSENZWEIG, BENNETT, & DIAMOND, 1973, ROSENZWEIG, 2006, p.627); peso cortical de animais expostos a ambientes enriquecidos maior em relação a animais expostos a ambientes empobrecidos (ROSENZWEIG, 2006, p.627); mudanças no peso cortical com relação às experiências vivenciadas pelo organismo – isso contraria o estabelecido dogma que o peso do cérebro é rigidamente fixo (ROSENZWEIG, 2006, p.628); aumento dos corpos celulares de células piramidais do córtex occipital; aumento do número de células por unidade de volume do córtex (ROSENZWEIG, BENNETT E DIAMOND, 1972); crescimento das sinapses já existentes; aumento do comprimento e do número de ramificações dendríticas em adultos; mudanças estruturais nos elementos pré-sinápticos e pós-sinápticos (GREENOUGH, WEST, & DEVOOGD, 1978). Assim, quanto maior a interação do organismo com o ambiente, considerando-se a composição do ambiente, maiores são as oportunidades do sistema nervoso se modificar e desenvolver (ROSENZWEIG, 2006; GAZZANIGA, HEATHERTON, 2003).

As aprendizagens se efetuam ao longo da vida do organismo e se caracterizam por modificações ocorridas no nível neural de acordo com as experiências do indivíduo, gerando continuamente o armazenamento de informações, o acervo de memórias do indivíduo. Considera-se que as experiências vividas pelo organismo modificam seu encéfalo, sendo armazenadas por meio de modificações e fortalecimento de vias neurais.

Segundo Dewey, deve-se propiciar à criança ambiente educacional simplificado, “selecionando os aspectos mais fundamentais, e que sejam capazes de despertar reações por parte dos jovens; num segundo momento deve-se realizar progressão, utilizando-se dos elementos adquiridos em primeiro lugar como meio de conduzi-los ao compreensão real das coisas mais complexas”. Após o aluno estar familiarizado com elementos simples sobre aquilo que se quer aprender pode-se levar ao aluno novas e mais complexas informações, ou seja, levar ao conhecimento aprofundando aquilo que já é familiar ao acervo de experiências e

conhecimentos da criança. Esses novos conhecimentos são incorporados ao organismo humano por meio das modificações em seu encéfalo. Esta familiarização gradual oferecida ao aluno pode ser compreendida, em nível neural, como fortalecimento gradual de vias neurais de acordo com a experiência vividas, que se formam desde a percepção até a formação de memórias.

Pode-se propor a seguinte analogia para compreensão do processo de aumento de complexidade de informações e as vias neurais: suponhamos que as primeiras informações, simplificadas, sobre um dado fenômeno, objeto, algo que se queira ser compreendido, formasse um primeiro elo que permite a incorporação de outros, ampliando desta forma o conhecimento sobre o objeto a ser compreendido. Neste modelo proposto por Dewey, no caso, as oficinas de construção de brinquedos, possibilitam, por meio da interação do aluno com ambiente diferenciado, aqui entendido como o centro de ciência – oficinas onde a criança, por meio da manipulação de materiais diferentes daqueles a que está habituada no ambiente escolar, entra em contato com ferramentas, materiais e atividades novas. Na analogia utilizada podemos considerar que cada elemento novo no qual a criança se familiariza forma um novo elo, ou seja, tem posse de um novo conhecimento ou saber, que pode ser ampliado em experiências futuras..

Esses elos – ou núcleos de condensação de informações que servem como base ou superfície, onde serão agregados novos conhecimentos – reforçam vias existentes ou formam novas: traduzindo para a neurociência, esses elos seriam o conjunto de vias neurais formadas e fortalecidas de acordo com as experiências ao longo da história de vida do organismo. Assim, segundo esse modelo, os elos iniciais seriam formados pela interação da criança com os objetos físicos que tangenciam seu mundo, objetos de conhecimento que oferecem base ou núcleos de condensação para a formação de conhecimentos mais complexos.

Essas colocações são ilustradas pelo exemplo da aluna Flávia. Sua participação nas oficinas de construção de brinquedos formou em seu repertório de experiências um conjunto de informações que contribuíram para que a criança realizasse a ação de construir brinquedos com elementos de ciências fora do ambiente de oficinas. A criança identificou a oportunidade e realizou a atividade por seus próprios meios, de forma espontânea e autônoma, conforme apresentado a seguir:

Ao final das oficinas a professora se dirige à aluna de um grupo¹ e fala: “Você mostrou para ela [pesquisadora] o que você fez em casa?” A professora, então, contou que depois de ter participado das oficinas, a aluna foi à biblioteca da sua escola e viu livros para doação. A criança mostrou: era um livro (CASH & TAYLOR, 1991) de experimentos para as crianças (ver anexo III, pg. 197). Nele havia experiências de eletricidade e magnetismo. Flávia mostrou o brinquedo que construiu: um Jogo da Pescaria (Fig. 11. A). Teve a iniciativa de construir o brinquedo e levá-lo à oficina para mostrar. Ela pegou uma varinha, colocou linha e como isca colocou um ímã. Ela desenhou e recortou vários peixinhos (Fig. 11.B) que podiam ser pescados, cada um com uma pontuação diferente; em cada um foi colado um *clips* na parte inferior.

Figura 25. a. Livro de experimentos (CASH & TAYLOR, 1991, p. 27).
b. Jogo da Pescaria confeccionado por Flávia.

Essas experiências simples e que requerem a postura ativa e iniciativa do aluno passam a fazer parte do acervo de suas lembranças, que será ampliado pelas experiências subsequentes. Caso a criança já esteja inicialmente familiarizada com determinado objeto, em novo contato poderá ser aprofundado esse saber ativamente, conforme ocorreu com a aluna Flávia.

Conforme Dewey (1959, p. 204):

¹ É a segunda vez que este grupo está nas oficinas de construção de brinquedos. Quando entrei na sala a professora (P7) falou: “Você vai observar bem este grupo? Esses alunos são muito fraquinhos”.

[...] a matéria educativa primária ou inicial está sempre em uma manifestação de atividade que implique o uso do corpo e a manipulação de material, a matéria educativa é isolada das necessidades e objetivos do educando e converte-se, destarte, exclusivamente em coisa a ser decorada e reproduzida quando o exijam. Ao invés disto, o conhecimento do curso natural do desenvolvimento sempre se vale de situações que implicam aprender por meio de uma atividade, *aprender fazendo*. As artes e as ocupações constituem estágio inicial do currículo, porquanto correspondem à fase em que a criança deseja saber como proceder para a realização de seus fins.

No *aprender fazendo* a execução de uma tarefa com êxito e finalidade determinada revela ao aluno o saber sobre si, sua capacidade, habilidade em realizar ações de forma autônoma. A autonomia é considerada ao mesmo tempo como capacidade a ser desenvolvida pelos alunos e como princípio didático geral, orientador das práticas pedagógicas. A realização dos objetivos propostos implica necessariamente que sejam desde sempre praticados, pois não se desenvolve uma capacidade sem exercê-la (BRASIL, 1997, p. 61).

Considera-se como desenvolvimento de outras capacidades a aprendizagem de determinados procedimentos e atitudes – tais como planejar a realização de uma tarefa, identificar formas de resolver um problema, formular boas perguntas e boas respostas, levantar hipóteses e buscar meios de verificá-las, validar raciocínios, resolver conflitos, cuidar da própria saúde e da de outros, colocar-se no lugar do outro para melhor refletir sobre uma determinada situação, considerar as regras estabelecidas – , o instrumento para a construção da autonomia (BRASIL, 1997, p. 62).

A satisfação do construir de forma autônoma algo que funciona, em alguns casos, foi acompanhada por afetividade com o objeto criado, conforme expressa Nicolas para si mesmo: “Essa câmara eu que fiz! Essa é a minha primeira câmara. Não tenho a do celular.”. Nicolas abraça a câmara escura.

Também é identificada a satisfação com a autonomia adquirida nos registros abaixo e no relatos das alunas (Fig. 26), que considerou “muito legal construir suas próprias coisas”, que, como já aprendeu a fazer, “quando eu quiser, eu posso fazer vários”, e, quando a aluna (Fig. 27) afirma que “[...] eu gostei principalmente quando *eu consegui* equilibrar o meu boneco *sozinha*, aí foi o máximo”.

Figura 26 – Registro 4. “Foi muito legal e divertido construir um equilibrista, porque eu acho muito legal construir suas próprias coisas e também como eu já fiz um, depois quando eu quiser, eu posso fazer vários”. “Eu amei fazer um bonequinho equilibrista, principalmente um equilibrista bebê”.

Figura 27 – Registro 5. “Durante a construção do brinquedo eu confesso que me atrapalhei mas foi só um pouco. No começo eu pensei que não ia gostar, mas depois eu gostei principalmente quando eu consegui equilibrar o meu boneco sozinho, aí foi o máximo.”

A experiência da Flávia mostrou como o acesso a uma experiência significativa para o aluno tem continuidade fora do ambiente educacional em que se realiza. Os alunos mostraram interesse em estender o que viram nas oficinas para sua casa. Além do que, como levaram para casa, podem realizar a ação de brincar quantas vezes quiserem. Alunos manifestaram autonomia em realizar a atividade após terem aprendido “como eu já fiz um, depois quando eu quiser, eu posso fazer vários” (Fig. 24). Segundo Dewey (1959, p.206) o cabedal de

informações recebidas pelo aluno “– quanto maior for, melhor – mas somente se o educando dele necessitar e o puder aplicar em alguma situação dele educando”. Assim como há a autonomia para realizar suas experimentações, “não precisa ser um cientista, basta você querer” (Fig. 28), e exemplo para *ser cientista* (Fig. 29).

Figura 28 – Registro 6. “Eu aprendi que [para fazer] ciências e experimento não precisa ser um cientista, basta você querer.”

Figura 29 – Registro 7. “Esse é um exemplo para quem quer ser um cientista”

Para os alunos a oficina não acaba no Sabina: manifestaram interesse em fazer em casa e compartilhar a experiência com familiares, assim como a professora relata as experiências de alunos após participarem das oficinas:

“Nossa que legal! Vou fazer uma em casa.” (Nicolas ao terminar de construir a câmara escura)

“Oba! Tem mais papel pra gente fazer em casa!” (Aluno ao observar a quantidade de papel contida no kit da câmara escura.)

“Meu irmão vai fazer isso em casa.” (Aluno após a construção do brinquedo.)

“Ele juntou o material e fez com a família. E funcionou!” (P1 relata durante formação de professores que aluno construiu o motor elétrico com a família)

A notícia de que poderiam levar o brinquedo construído, com seu próprio esforço, para casa foi recebida com alegria. Segundo a formadora (F1):

Então, uma coisa que eu reparo que fez muito sentido para eles é poder levar tudo que fazem aqui para a casa. Eles ficam, muito felizes, nem acreditam. “A gente vai poder mesmo levar para a casa?”, “Isso é nosso mesmo?”. Eu acho que isso foi uma coisa muito significativa para eles. (F1)

A participação ativa nas oficinas mostrou a capacidade de construir objetos e brinquedos funcionais com materiais simples. Quando foi perguntado a Guilherme o que mais o havia surpreendido durante as oficinas, expressa “... o barquinho... eu não sabia que poderia fazer um barquinho com dois palitos... e um elástico. É surpreendente ver ele funcionando. ”. Abaixo a ilustração do barquinho (Fig. 30):

Figura 30 – Barco a corda

▪ *Kit de materiais*

O kit é o conjunto de materiais utilizados e suas instruções para a construção dos brinquedos. Este item foi incluído nesta categoria pois alguns dos materiais utilizados, por si só, estimularam as crianças a realizar a ação de brincar sozinhas, ou juntamente com outras crianças, por exemplo: lentes convergentes, imãs, parafusos, bonequinhos. Os alunos chamaram a atenção para a qualidade dos materiais oferecidos nas oficinas: “A lente é de verdade. Não é de brinquedo”, “Essa lente é tão boa!”; e para as condições necessárias para a construção das oficinas: “[...] Deve ter muito dinheiro para fazer isso tudo!” ; e, também, para a estética: “Material tão bonito pra gente?” – esta frase revela ser algo novo o recebimento de um “material bonito”.

“Olha que lente legal! A lente é de verdade. Não é de brinquedo!”

Ana

“Essa lente é tão boa!”.

Lucas, observando através da lente.

“Material tão bonito pra gente?”

Iara

“Quem será o dono da Sabina inteira? Deve ter muito dinheiro para fazer isso tudo!”

Welber

▪ *Brinquedos-científicos*

A partir das instruções do livro que acompanha os materiais do kit, as crianças construíram seu brinquedo científico. Durante a primeira coleta em campo observou-se a construção dos brinquedos aleatoriamente, assim, foi possível verificar a construção dos seguintes brinquedos-científicos: pilha, motor elétrico, brincadeiras eletrostáticas, sapo equilibrista, equilibrista na corda, som espacial, câmara escura, periscópio, caleidoscópio, anamorfose, barco a corda, ludião. Depois da primeira semana em campo, percebeu-se que alguns brinquedos eram facilmente construídos pelas crianças, outros já se apresentavam como um desafio em sua construção e provocavam maior interação e envolvimento no brincar.

Nas oficinas os alunos realizam as atividades do começo ao final e, para atingir um dos objetivos principais, a montagem correta do brinquedo, requer-se do aluno *atenção, interpretação do texto e das ilustrações* (Fig.20) contidas no livro. A experiência de construção do brinquedo também permite que o aluno desenvolva habilidade manual por meio da manipulação de objetos, ferramentas que não costumam ser utilizadas em atividades no ambiente escolar, como: fio de cobre esmaltado, chumbinho de pesca, parafusos, lente convergente, chave de fenda, placas de cobre e zinco, lâmpadas, LEDs¹, pilhas, imãs, lixas, pregos, entre outros materiais.

Figura 31 – Exemplo de ilustração contida no livro – experimento câmara escura.
Fonte: Klisys, Scarinci, Figueiredo Neto, & Soncini (2009, p. 107)

¹ LED é a sigla para o termo em inglês *Light Emitting Diode*. Em português significa diodo emissor de luz.

A interação do aluno com o brinquedo e com o ambiente é ativa, realizada em dois momentos durante a oficina: no construir e no brincar, sendo o brincar iniciado, em muitos casos, durante a própria construção dos brinquedos por meio da manipulação com os materiais, como ímãs e lentes, fazendo com que os alunos descubram por meio da interação com os materiais as suas propriedades.. Por exemplo, o caso do aluno Alexandre que, após afastar e aproximar o anteparo, experimenta colocar a lente na câmara escura, mesmo sem fazê-lo com a fita adesiva, e fala para si mesmo: “Está ao contrário!”, referindo-se à imagem formada na câmara escura que acabou de observar. Alexandre estabeleceu por si mesmo as interações com o objeto, com o apoio do livro, e por si mesmo efetuou a descoberta durante a construção da câmara escura.

O momento de descoberta se dá quando a observação é realizada na câmara escura construída:

“Olha que *da hora, que muito loco!*” (Mailon)

“Tá de ponta-cabeça. Eu rodo [giro] e ainda fica de ponta-cabeça.” (Mailon)

“O meu tá de ponta-cabeça! [Es]Tá com um defeito grave!” (Henrique)

“Nossa! Eu pensei que ia ficar embaçado por causa desse papel¹...” “*Aí que louco*, você vai aproximando, [a imagem] vai aumentando.” (Elias)

“Ó, professora é um filme! É um filme!”, “Tá de cabeça pra baixo!” (Wesley)

“Está ao contrário!” (Alexandre)

“Dá pra ver a imagem certinha! Que legal!”, “Eu só tenho uma dúvida.: por que a imagem é invertida?” (Marcos)

“Olha! Quando liga a chavinha, isso aqui [bobina] gira!”

¹ Papel vegetal tem a função de aparador para formação da imagem.

Alunos identificam deformação das imagens quando observadas através da garrafa com água (ver Fig. 32) – descrição do diário de campo:

“Olha está tudo de cabeça para baixo! Por que está de cabeça para baixo?”
(Nicolas)

“E como fica de cabeça para cima? Muito legal!” (Carlos)

“Por que [es]tá de ponta-cabeça?” (Ygor)

Os brinquedos funcionaram como ferramentas e recursos para descobertas de fenômeno e questionamento pelos alunos, conforme se pode observar na situação vivenciada por Nicolas e Carlos ao observarem as imagens em sua câmara escura.

Figura 32 – Descoberta da garrafa como lente que aumenta as imagens.

Nicolas, ao observar as imagens na câmara escura se surpreende com sua primeira descoberta com o brinquedo: “Olha! está tudo de cabeça para baixo!”. Em seguida questiona o fenômeno observado: “Por que está de cabeça para baixo?”. Depois, Nicolas marca a posição onde a imagem fica nítida. Espontaneamente ele encontra o foco da câmara escura identificado pela marcação. Mostra à formadora, que comemora com ele e se surpreende com sua descoberta. Carlos questiona: “E como fazer para ficar de cabeça para cima?”. Carlos e Nicolas, mesmo no momento do lanche continuam realizando suas observações na câmara escura. A interação com o brinquedo construído continua após o final da oficina.

Esta situação mostra a descoberta realizada pelo aluno e seu consequente questionamento: fica intrigado com o fenômeno observado. Não esperava observar obter uma imagem invertida de sua câmara. O fenômeno inesperado induziu ao questionamento; a surpresa e as indagações são evidenciadas, também, nas duas situações experimentadas por Marcos: “Dá pra ver a imagem certinha! Que legal!”, “Eu só tenho uma dúvida: por que a imagem é invertida?”; são também notadas na situação vivida por Welber e Denilson:

Welber aponta a câmara escura para cima, para baixo e diz: “Ó, professora, é um filme! É um filme!”. Denilson questiona: “Ele falou filme? Será que é 3D?”. Welber coloca a lente na câmara escura e observa de novo, falando com espanto: “[Es]Tá de cabeça pra baixo!”

Além da surpresa e questionamento que foram identificados nos alunos participantes, foi comum aos alunos circular pela sala para a realizar novas observações com a câmara escura: todos se levantaram para fazer as observações. Os alunos se surpreenderam ao observar as imagens na câmara escura, - 17 dos 24 alunos se levantam e realizam suas observações pela sala (Fig. 4).

Figura 33 - Alunos realizam observação com suas câmaras escuras.

Assim se evidencia as descobertas e questionamentos dos alunos, mas evidente também é o reconhecimento deles de que suas ações provocam consequências no funcionamento do brinquedo, conforme apresentado pelo aluno Elias: “você vai aproximando, [a imagem] vai aumentando.”; também demonstrado durante a construção do experimento

com motor elétrico pela aluna Helen: “Olha! Quando liga a chavinha, isso aqui [bobina] gira!¹”.

6.2.2. Componentes estruturais de suporte

Os componentes estruturais de suporte favorecedores são os elementos que compõem fisicamente o espaço e dão suporte à realização adequada das atividades:

- Iluminação – adequada e bem localizada, permite boa leitura e visualização dos materiais de trabalho.
- Decoração do ambiente - as paredes das salas eram feitas de divisórias coloridas, assim como a mobília também era colorida (ver fig. xx).
- Mobília adaptada – os móveis foram projetados para atender aos objetivos da atividade, assim, mesas e bancos foram feitos no tamanho apropriado à estatura das crianças. Outro aspecto favorável do tipo de banco se refere à sua característica de mobilidade: pôde atender às crianças maiores e às cadeirantes, pois os bancos são facilmente deslocados, permitindo o encaixe da cadeira de rodas.
- Espaço físico do construir – o espaço físico para as crianças realizarem a construção do brinquedo era apropriada, os alunos conseguiram fazer as atividades sem impedimentos.
- Disponibilidade de materiais e livros – todas as crianças receberam os materiais, não houve falta de nenhum material para a realização das oficinas, assim como também não foi necessária a improvisação por falta de itens. Todas as crianças receberam seu livro na primeira visita, sendo informadas para que o trouxessem em cada visita às oficinas. Caso o aluno esquecesse na segunda visita havia alguns exemplares para emprestar para esses alunos.
- Música ambiente – presença de música infantil no ambiente.
- Tempo de duração de cada oficina – a maioria das oficinas durava de 40 a 60 minutos cada. As oficinas mais longas foram a da câmara escura e a do motor elétrico, que chegavam a durar aproximadamente 1h e 15 minutos; assim, a segunda oficina sempre era mais simples e mais rápida. Por esse motivo, apenas a primeira oficina de cada período foi analisada.
- Oferta de lanche – ao final de cada oficina era servido um lanche para as crianças: um suco, um bolinho, e uma maçã¹. Algumas crianças guardavam o lanche para comer depois.

¹ A “chavinha” citada por Helen se refere a uma lâmina de metal que tem a função de interruptor.

Componente humano

De acordo com categorias apresentadas, os componentes ambientais favorecedores ou potencializadores e limitadores de natureza humana foram identificados nas oficinas:

y) *mobilizadores* - são os responsáveis pela coordenação pedagógica do projeto, assim como aqueles diretamente envolvidos na aplicação das atividades para os alunos.

z) *suporte* - aqueles que fazem parte do contexto das oficinas, não em papel central, dirigente, mas como suporte.

De acordo com essa classificação, entre os componentes ambientais humanos favoráveis quanto à função estão:

6.2.3. Mobilizadores humanos

Equipe de criação das oficinas de construção de brinquedos

- equipe de criação: criou a concepção pedagógica do projeto; realizou a seleção dos brinquedos científicos de acordo com o perfil de público a ser atendido; construiu material impresso, o livro; criou kits com materiais para construção dos brinquedos, sendo esses simples e de baixo custo; criou metodologia de aplicação das oficinas; criou a concepção do espaço; realizou diretamente a formação dos educadores.

Formação

- formação dos educadores: a equipe de educadores passou por processo de treinamento dado pelo coordenador geral do projeto, em que pôde transmitir a concepção pedagógica do projeto, assim como os objetivos previstos para serem trabalhados com as turmas de quartas séries.
- formação de professoras: foi realizada formação com as professoras sobre os objetivos pedagógicos e a origem do projeto na rede municipal.

Aplicação

- Educadores: atuavam diretamente na aplicação das oficinas com os alunos. Sempre aplicavam as oficinas em duplas, que podiam se revezar.

¹ As maçãs, em grande parte foram rejeitadas, algumas crianças apenas davam duas mordidas e as descartavam, outras nem chegavam a pegar. O bolinho e o suco foram bem aceitos.

- Professoras: recebiam bem as atividades, muitas bastante entusiasmadas, e participavam como alunas (o que se explica pela falta de formação, e não foi deixado claro para as mesmas qual seu papel durante a atividade).

6.2.4. Componentes humanos de suporte

Os elementos humanos de suporte foram aqueles que não estavam diretamente envolvidos com os alunos, mas que asseguraram que os objetivos do projeto fossem realizados, ou que fizeram manutenção e organização para que tudo ocorresse bem durante as atividades.

Acompanhamento geral do projeto: o acompanhamento foi realizado pelo coordenador geral do projeto, que se reunia periodicamente com os educadores, no mínimo uma vez por semana.

Acompanhamento executivo das atividades: a coordenadora das atividades, além de representar o coordenador geral, também organizava a logística dos atividades, controle dos materiais que entravam e saiam, e, quando havia demanda, por falta de um educador ou para atendimento de turmas que, por vezes, não estavam previstas, também aplicava oficinas.

Educadores no segundo momento: os educadores, após darem as explicações e instruções e entregarem todos os materiais necessários (kit, livro, materiais extras¹), acompanhavam a realização das oficinas pelos alunos dando instruções verbais e, principalmente, instruindo para esclarecer suas dúvidas por meio da leitura do livro.

6.3. Os centros de interesse da criança

Pode-se considerar que os centros de interesse da criança se compõem dos primeiros anéis ou elos que podem ser formados pela observação, audição e pela manipulação, familiarizando o aluno com aquilo que interage. Segundo Dewey (1959, p. 202-203).

¹ Materiais que não estavam contidos nos kits, mas necessários na atividade como: tubos de cola, lápis de cor, canetinhas hidrocor, chaves de fenda, etc.

Em primeiro lugar, os conhecimentos do professor estendem-se indefinidamente para além dos limites das coisas familiares ao aluno. Eles em si contêm princípios que ultrapassam o entendimento e o interesse do discípulo imaturo. Em si e por si mesmos podem não representar mais o mundo vivo da experiência do discípulo do que os conhecimentos de um astrônomo sobre Marte representam para uma criancinha o conhecimento do quarto em que se encontra. Em segundo lugar, o método de organização da matéria na cultura acabada e superior difere do método daquele que a inicia. Não é verdade que a experiência das crianças seja descoordenada, constando apenas de fragmentos isolados. Acha-se organizada de acordo com *centros de interesse diretos e práticos*. Por exemplo, a casa da criança é o centro coordenador de seus conhecimentos geográficos. Seus passeios na localidade onde mora, as viagens fora desta, as histórias contadas por seus amigos, fornecem elos que prendem uns aos outros os seus diversos conhecimentos.

... se a criança não gosta de corpo humano, ela gosta de energia, ela gosta de botânica, ela gosta de zoologia. Não há um campo da ciência que a criança vá falar: “Não. Não gosto de nada”. Ela vai sempre gostar de alguma coisa.
(P2)

As atividades oferecidas à criança devem ser baseadas nos centros de interesse da criança. O que vale não apenas para o ensino de ciências, apesar dessa se valer de importante recurso para o professor, mas para todas as áreas, inclusive, português e matemática, nos quais os conteúdos devem ser trabalhados a partir daquilo que já é familiar ao aluno para que se agreguem formas de conhecimento mais complexas. Neste sentido o coordenador das oficinas de construção de brinquedos afirma: “O objetivo (do projeto) não é ensinar ciências. E sim sensibilizar, trabalhar o lúdico, o mágico... Isso seduz, faz o aluno aprender a conversar, se expressar, escrever...”

Poderia ser afirmado que a aprendizagem, mesmo no nível neural, é beneficiada por ambientes educacionais com base na experiência do aluno e no aprender para a vida? Considera-se que por meio da literatura apresentada e dados obtidos a partir do ambiente educacional das oficinas de construção de brinquedos, esse tipo de atividade se revela

apropriada, pois permite que o aluno aprenda fazendo, por manipulação, observação de materiais simples e construção de objeto funcional de forma autônoma. Portanto, se justifica em educação e em neurociência a aprendizagem baseada naquilo que é familiar ao aluno, ou seja faz, que parte do histórico de vida deste, o que, em si, implica em vias neurais sensibilizadas e fortalecidas.

6.4. Criatividade na interação com os brinquedos e materiais das oficinas

As crianças interagiram de forma muito criativa e original com os materiais e brinquedos, por exemplo: Leonardo fez da caixa azul da câmara escura um megafone e depois observou pelo furo da caixa, fez um som, “tic”, como se tivesse tirando uma foto e falou: “Prô, parece um cinema! Professora, eu tô filmando!”. Lucas, ao terminar de montar o barquinho fala a outra criança: “Já pensou esse barquinho numa piscina?¹”, após teste em que foi realizado em uma cuba com água com dimensões de aproximadamente 40x80cm.

Os objetos e brinquedos permitem ampla exploração pelos alunos: ao manipular o experimento chamado “Ludião”, por exemplo, descobrem a deformação das imagens quando observadas através da garrafa com água, assim como a propriedade da lente capaz de aumentar a imagem.

Foi identificada a satisfação de se sentir capaz de realizar a construção de forma autônoma. Conforme diz Marcos, que é considerado um aluno com dificuldade de aprendizagem por sua professora (P7), ao ter conseguido realizar a construção da sua câmara escura, (nas palavras da professora): “Teve um aluno que falou pra mim : ‘Professora, pela primeira vez fiz uma coisa que deu certo. O meu ficou igual ao de todo mundo!’”.

O nível de interação criança-objeto nas oficinas de construção de brinquedos é diferenciado em relação ao de uma visita guiada ao museu. A visita ao centro ou museu de ciência ocorre em grupos e, geralmente, é guiada por um mediador. O número de alunos contidos nesses grupos varia de acordo com a organização interna do espaço, de 20 a 30 alunos. Apesar dos esforços para o oferecimento de museu interativo para o público, essa interatividade para os grupos escolares é variável, pois a participação em grupos com número elevado de pessoas limita a interação individual do aluno.

1

Outro fator que influi na interatividade dos participantes da visita guiada é o tempo disponível para a visita ao centro de ciência em relação à quantidade de espaços e acervo a ser visitado. Quando o tempo disponível para a visita é limitado em relação aos espaços e acervo que se pretende visitar, isso também influirá na interação do grupo com o acervo.

Afetar, igualmente, o estilo de mediação realizada pelo mediador entre a criança e o acervo. Dependendo da condução do mediador, a interação criança-objeto acontece com poucos alunos ou apenas se dá como demonstração realizada pelo próprio mediador. Os museus, apesar de interativos, nem sempre o são para todas as crianças. Dependerá, assim, de como o mediador conduzirá essa interação.

Assim, apesar de os museus terem estrutura e acervo interativos, o número de participantes de grupos escolares, o tempo disponível para a realização da visita e o estilo de mediação do guia influirão no nível de interação do participante com o acervo.

O menino de branco

Quatro alunos formaram um dos grupos que iniciava a oficina do motor elétrico. Conferiram os materiais recebidos e realizaram a leitura do passo a passo do livro. Construíram e chegou o momento de testar o motor; este, porém, somente teria sucesso se todos os passos houvesse sido realizados corretamente. O grande prêmio para os alunos era ver seu “motorzinho” funcionando. Assim também acontecia com os formadores, que apenas se sentiam satisfeitos e com a “sensação de dever cumprido” quando o motor de todos os alunos dava certo. O motor de dois meninos do grupo observado deveria funcionar, porém encontraram dificuldades. Testavam, testavam, testavam e nada de o motor funcionar. Chegou, então, ao grupo um menino vestido de forma muito simples, com uma camiseta branca, lisa, gola “careca”. Este menino fez diversos tipos de testes com o motor de Lucas e, em algumas tentativas conseguiu fazê-lo funcionar; Lucas ficou muito feliz. O menino de branco observou o outro menino, Caíque, que também continuava sem sucesso, não conseguindo realizar a tarefa. Colocou-se à disposição para ajudá-lo igualmente. Efetuou uma série de testes com o motor do colega e identificou um detalhe: não estava montado corretamente. Fez mais este motor funcionar, mostrando ao colega onde estava o erro, e foi para outro grupo. Este menino de branco continuou passando por outras mesas, ajudando outras crianças. A oficina acabou e no momento do lanche foi perguntado à professora da classe, entre outras perguntas, se havia algum aluno com dificuldade de aprendizagem. Ela respondeu que havia dois. Identificou um deles e depois tentou mostrar o outro: “Você está vendo aquele menino ali? O menino de camiseta branca”. Era o menino de branco: era aquele que havia montado seu motor com êxito e colaborado ativa e espontaneamente para que os dos outros funcionassem também. Esse aluno, naquele momento, era chamado de aluno com dificuldade de aprendizagem. Pareceu injusta essa classificação. Foi perguntado à professora a respeito de seu desempenho durante as oficinas, que, além de montar seu brinquedo-experimento, havia colaborado para o sucesso de outros colegas. A professora argumentou que ele não era um bom aluno em sala de aula, além de ser um aluno permanente.

Quem são os bons alunos?

6.5. Alunos apresentam comportamento diferente nas oficinas

Exemplos de surpresas apresentadas pelas professoras:

Eu achei excelente, bem bacana. O que me deixa intrigada mesmo é o Emerson e o Cleber, que são alunos que no português e na matemática têm uma dificuldade tremenda. **Chega aqui, ele [Cleber] é o primeiro a fazer.** (P5)

O que mais me chamou a atenção hoje foi o comentário daquela professora sobre aquele menino. Ela falou que ele não presta atenção, que só “apronta” na escola, só fica “zoando”, e que ele não consegue fazer nada. E aqui ele estava totalmente envolvido na atividade, fez tudo. No começo ele até falou: “Eu não sei fazer. Faz pra mim”. Respondi: “Não, você vai fazer. Vamos, eu te ajudo”. Fiz no início com ele, ele começou a fazer, depois fez tudo. Ficou muito feliz e veio me mostrar. Você via que ele interagiu muito bem com as coisas e que pelo que a professora falou, se ele não se interessava na escola, aqui ele teve o interesse. (F1)

6.5.1. Envolvimento dos alunos

Segundo HIDI, (1990¹ *apud* DIERKING, 2002, p. 8) o termo “interesse” é relativo a um constructo psicológico que inclui atenção, persistência em uma tarefa e curiosidade continuada; todos esses fatores são importantes quando se quer entender que aspectos podem motivar alguém a se tornar totalmente engajado e talvez aprender algo.

Na mesma linha, Dewey (1959, p. 138) coloca que estar interessado em alguma coisa é achar-se absorvido, envolvido, levado por essa coisa. Tomar interesse é ficar alerta, cuidadoso, atento. Popularmente se diz de uma pessoa interessada que ela se enterrou em um negócio, refletindo a sua absorção e apaixonamento pelo objeto de sua atenção. A coleta de dados das oficinas revelou esse comportamento dos estudantes na construção de brinquedos pois seguiam prontamente as orientações dos mediadores. Praticamente não houve situações

¹ HIDI, S. (1990). Interest and its contribution as a mental resource for learning. *Review of Educational Research*, 60, 549-571.

de indisciplina pelo contrário, conforme indica o relato da professora (P2) e da formadora (F1):

[...] você percebe o interesse das crianças da seguinte forma: pela maneira como elas se comportam. Você olhava para o grupo e não tinha nenhum aluno fazendo bagunça. Eu não precisei em momento algum fazer uma intervenção em função da disciplina. Em nenhum momento um aluno me pediu para beber água ou pra ir ao banheiro. Eles ficaram 3 horas absorvidos nas experiências sem ao menos se dar conta disso. Isso é a maior prova de que é por esse caminho que se aprende, quando você aprende sem perceber. (P2)

Tudo o que está sendo pedido eles fazem, e fazem com o maior gosto; [...] uns têm mais dificuldade para fazer... [atividade] manual, esse tipo de coisa. Mas todos eles fazem. Todos gostam e ninguém dá trabalho. A gente não tem aluno bagunceiro aqui. (F1)

Os depoimentos deles são muito espontâneos. É aí que você percebe se deu ou não deu certo o projeto. Em um momento, um dos alunos chegou em mim e falou: “Ah professora, isso é melhor do que Lego!”. Outro já comentou: “Ah! Isso aqui deve ser muito caro!”. E agora, mais recentemente, antes de eu sair, eles falaram assim: “Professora, poderia substituir o recreio por uma aula dessa?”. Eu pensei logo na propaganda do cartão [de crédito]: Não tem preço o aluno querer substituir o recreio pela aula de ciências. (P2)

Ele é uma criança difícil e ficou atento o tempo inteiro. Até comentei com a Fernanda (formadora). Foi surpreendente porque ele não é assim. E ele ficou e fez... Foi muito bom porque ele vivenciou e aquilo chamou sua atenção. Isso é surpreendente. Não é nem a frase, mas a atitude que foi surpreendente. (P3)

Os alunos apresentam concepção positiva do ambiente e vontade de estabelecer continuidade com o espaço: “Ah! Eu queria trabalhar na Sabina.”, “É muito legal trabalhar aqui.” (Beatriz); também demonstraram desejo de permanecer nas oficinas: “Se eu pudesse, eu ficaria o dia inteiro aqui!” (Gabriel).

6.5.2. Características do ambiente

A seguir serão apresentadas as características das oficinas de construção de brinquedos na visão das professoras. Como entendem o bom desempenho e interesse dos alunos?

Eu acho que um espaço diferente chama a atenção, sem dúvida, a oferta de materiais para a realização da experiência, eles poderem visualizar o que é explicado, todos serem atendidos individualmente, tendo seu objeto completado, concluído, funcionando, ter essa explicação do **por quê?** Faz com que eles se interessem e entendam o que fizeram.” (P20, ver Fig. 32)

O fato da gente ter que atender a uma demanda grande dentro de sala de aula dificulta realmente que você possa se aproximar de todos 100%, alguns ficam “meio por si”, outros você consegue atender e alguns acabam até ficando.” (P20)

Aqui, como nós estávamos em quatro profissionais, podendo atender a todos de uma certa forma, fez com que todo mundo conseguisse realizar o experimento. (P20)

Um comentário deveras interessante que ela (P20) fez, foi sua descoberta de aptidões, no grupo de alunos, que em sala de aula ela não sabia. Eu até brinquei com ela: “Aqui a gente ‘apela’, não é?” Porque uma coisa é tentar chamar a atenção deles com lousa, outra é chamar a atenção com brinquedo que eles fazem. É muito mais fácil pra gente prender a atenção deles assim do que em sala de aula, com uma lousa e as próprias palavras. (F2)

Na sala de aula você tem conteúdo obrigatório para passar. São 20 alunos, 25, 30, enquanto que o ideal seria ter 10...15 no máximo... porque você não tem como ver individualmente cada um. Aqui em cada grupinho numa mesa você vê como eles interagem entre si, quem ajuda quem... (F2)

6.5.3. Habilidades reveladas

Em algumas situações, as habilidades de alunos, antes desconhecidas por suas professoras foram evidenciadas durante a realização das oficinas. A dinâmica de atividades realizadas durante as oficinas é essencialmente prática, o que permitiu a exploração e mesmo afloramento de diferentes habilidades dos estudantes, em alguns casos, desconhecidas, segundo as professoras P20 e o formador F2.

[...]aqui, com os nossos brinquedos, com os nossos materiais, ela descobriu coisas nos alunos que ela não fazia a menor ideia... aqueles que “se viram” melhor, aqueles que têm mais autonomia para fazer as coisas. Ela falou: “Tem aluno aqui que sabe mexer melhor nesse negócio do que eu.” (F2)

Então, o que acontece? Em sala de aula, como às vezes a leitura e a escrita podem ser barreira para quem não é alfabetizado, eles acabam perdendo o interesse pelo que é proposto. E aqui eles conseguiram. Independentemente se lê fluente ou não, eles conseguiram realizar porque conseguiram ler o desenho, ir tentando, e, pelas tentativas, concluir o experimento. [...] Então, às vezes, um que tem facilidade em certos conteúdos teve até uma certa lentidão para fazer porque lê, foi lendo tudo. Aquele outro que já diz: “Ah, eu vou fazer assim!” e foi tentando, ele até chegou mais rápido no resultado, não é? E isso é estimulante para eles... independente das dificuldades... Ele concluiu o experimento igual todo mundo. (P19)

Esse tema será explorado no próximo capítulo, os alunos que apresentaram comportamento, desempenho e habilidades diferentes das apresentadas em sala de aula.

Ele é bom em Ciências, mas não sabe Português e Matemática...

Durante o intervalo, após a realização da primeira oficina, a do motor elétrico, foi perguntado à professora (P5) se algo havia lhe chamado a atenção durante as oficinas. Ficou impressionada com o desempenho de Emerson, aluno que em sala de aula apresentava comportamento inadequado, de acordo com seus critérios. Durante as oficinas este aluno se saiu muito bem. A professora relatou que ele não era um bom aluno em português e matemática, mas que durante as oficinas mostrou comportamento bem diferente em relação ao visto em sala de aula. Para ela, o aluno, nesse ambiente, não atendia às competências básicas de português e matemática para o ensino fundamental I. Foi perguntado a ela quais eram as competências e quem as definia. Relatou que, em português, é necessário que os alunos saibam ler e interpretar. E em matemática exige-se que os alunos saibam efetuar as quatro operações básicas: somar, subtrair, multiplicar e dividir; e esse aluno não atendia a essas exigências. Acrescentou que durante a prova nacional realizada “seu desempenho foi baixíssimo”. Comentou que possui dois alunos que apresentam comportamentos diferentes nas oficinas: “O que me deixa intrigada mesmo são o Emerson e Cleber, alunos que no português e na matemática têm uma dificuldade tremenda. Chega aqui, ele [Emerson] é o primeiro a fazer”. A professora levantou a hipótese de que o educador poderia ter ajudado o aluno na construção do brinquedo e, assim, este poderia ter levado vantagem sobre os demais. Foi perguntado aos dois formadores, individualmente: “Vocês ajudaram algum aluno a montar o brinquedo naquele grupo?”; a formadora (F12) respondeu: “Naquela mesa não ajudei nenhum aluno”, perguntei também ao formador (F5), que disse que ajudou 2 alunos, entre eles o Emerson, então disse espontaneamente: “Você viu como ele montou rapidinho! Foi o primeiro. O menino é bom!”. A professora reitera: “ele é um ótimo aluno em ciências e nessa disciplina realiza as atividades”. Segundo seu relato, naquele dia, instalava-se em si um dilema. Estava em dúvida se iria ou não reprovar aquele aluno. Como poderia aprovar um aluno que durante as provas e nas aulas de português e matemática não se mostrou apto a ler, interpretar e realizar as quatro operações básicas, mas que, por outro lado, mostrava-se talentoso nas ciências? Argumentou que o peso atribuído pelo sistema educacional ao português e à matemática era muito

maior que o atribuído às ciências. Emerson mostrou seu motor à professora (P5) e falou com alegria: “Olha o meu!”. Na segunda oficina, o desafio foi montar uma pilha. De novo ele foi o primeiro... O aluno foi aprovado ou reprovado?

6.6. *Parte da escola revelada nas oficinas de construção de brinquedos*

Apesar do objeto de estudo deste trabalho não envolver diretamente a escola, ela esteve muito presente durante todo o período em campo e durante a análise dos dados. Entretanto, a referência à escola presente diz respeito não à organização no sentido da origem dos alunos e professores, mas, sim, à escola que veio para as oficinas por meio das relações estabelecidas entre professores e alunos, entre as professoras e as dificuldades enfrentadas diariamente no exercício da profissão, seus conflitos e dificuldades, seja na relação com o aluno, com o ambiente escolar, seja com os conteúdos que trabalham diretamente em sala de aula. A referência é aquela das relações estabelecidas entre os próprios alunos, que vão das parcerias e amizades construídas em sala de aula até o preconceito explícito, denominado *bullying*. Como também a escola que chega às oficinas ensinando o que não deveria ser praticado, como no relato do aluno: “A professora disse para eu *não deixar ninguém ver* o meu [registro] porque ficou legal e, se eu deixar os outros verem, eles vão copiar”. Não era objetivo desse estudo abordar o tema “escola” neste trabalho, assim como as relações estabelecidas nela, porém, se negasse esse aspecto revelado nas oficinas deixaria de lado um dos elementos mais ricos do trabalho em campo: aspectos do universo escolar revelado nas oficinas de construção de brinquedos. As relações humanas vivenciadas na escola chegam de forma sutil às oficinas, mas com força moduladora.

6.6.1. *Muitos alunos com dificuldade de aprendizagem*

Apesar de não ser o objetivo inicial da investigação e nem estarmos em um ambiente escolar, durante a coleta de dados, entre os dados que emergiram, estava o grande número de alunos identificados pelos professores como tendo deficiência, dificuldade de aprendizagem, déficit cognitivo, como Emerson, Cleber, Flávia, Marcos, Matheus. Isso pareceu significativo,

pois apesar de esses alunos não estarem em ambiente escolar as professoras carregaram esse rótulo para outro ambiente, no caso deste estudo para as oficinas de construção de brinquedos, tornando-se evidente em diferentes momentos: na apresentação dos alunos para a pesquisadora, ao sugerirem mesas de alunos *bons*, a serem observados em detrimentos dos outros alunos; para justificar desempenho indesejado na sala de aula; quando a atuação do aluno durante a atividade superou as expectativas, não condizendo com o rótulo dado.

Quando a entrada em campo foi realizada não fazia parte do enfoque principal do trabalho os alunos com dificuldades de aprendizagem, déficit cognitivo, entre outras classificações, porém, uma das perguntas iniciais foi: “Como é a relação professor-aluno em ambiente diferente da sala de aula?”. Desta forma, chamaram a atenção: (i) professoras afirmarem que alunos têm comportamento diferente do apresentado em sala de aula; (ii) professores não entenderem o bom desempenho dos alunos durante as oficinas; (iii) alunos que são rotulados como alunos com dificuldade de aprendizagem, ou distúrbio, apresentarem desempenho igual ou melhor ao de alunos considerados *bons* por suas professoras. Assim, após 5 dias em campo, foi inserida a pergunta: “Na sua sala há alunos com dificuldade de aprendizagem?”. A seguir serão apresentados os dados sobre esse tema, assim como o referencial teórico pertinente.

É de 1906 o registro do Laboratório de Psicologia Pedagógica no Rio de Janeiro e de 1914 o do Gabinete de Psicologia Científica da Escola Normal Secundária de São Paulo. Estes locais estavam voltados para o estudo da motivação, aprendizagem e desenvolvimento mental dos estudantes, buscando nas diferenças individuais as justificativas para as suas dificuldades escolares, considerando-os portadores de características incompatíveis com a aprendizagem e o ajustamento escolar (SAWAYA, 2002, p. 198).

Fortemente marcada pelas concepções provenientes principalmente da psicofísica e da psicometria e voltada para o estudo experimental da memória, do raciocínio, da classificação dos tipos intelectuais e inspirada em Wundt, Galton e Binet, a psicologia das diferenças individuais deu origem a uma das mais influentes teorias explicativas para o fracasso escolar no Brasil. Essa pesquisa conta com grande número de publicações investigando suas causas e desdobramentos na escola, em professores, alunos, famílias, entre outros.

Em diferentes situações as professoras relataram surpresa ao observarem o bom desempenho de alunos que foram igual ou melhores aos regularmente considerados “bons alunos”, diferentemente do que ocorria em sala de aula. O desempenho diferenciado do menino de branco aconteceu também com Emerson, Cleber, Matheus, Marcos, Flávia e outros tantos que não foram identificados durante o período em campo.

Que fator contribuiu para que um aluno em sala de aula tenha determinado comportamento e nas oficinas tenha outro, totalmente diferente? A seguir apresenta-se o desempenho de Matheus na perspectiva da professora, da formadora e sua própria sensação após ter participado das oficinas de construção de brinquedos:

[...] ele é uma criança difícil e ficou atento o tempo inteiro. Até comentei com a formadora (F1). Foi surpreendente por que ele não é assim. E ele ficou e fez... Foi muito bom porque ele vivenciou, aquilo chamou a atenção para ele. Então, isso é surpreendente. (P3)

Ele tem um distúrbio que é... eu nunca lembro o nome do tal distúrbio, ou seja, ele nunca “vai dentro” das regras, ele tem que criar suas próprias regras. Isso aí foi um desafio diferente. (P3)

O que mais me chamou a atenção hoje foi o comentário daquela professora sobre aquele menino. Ela falou que ele não presta atenção, só “apronta” na escola, fica “zoando”, não consegue fazer nada. E aqui ele estava totalmente envolvido na atividade, ele fez tudo. No começo até falou: “Eu não sei fazer, faz pra mim”. Respondi: “Não, você vai fazer. Vamos, eu te ajudo”. Eu fiz no início com ele, que começou a fazer, depois ele fez tudo. Ficou muito feliz e veio me mostrar. Você via que interagiu muito bem com as coisas e que, pelo que a professora falou, se ele não se interessava na escola, aqui ele teve o interesse”. (F1)

“Você viu quanta coisa a gente fez hoje!” (Matheus)

Chamou-nos a atenção o uso frequente desses termos que atuam como rótulos para qualificar os alunos, ou melhor, desqualificá-los de certo modo. E, em alguns casos, o número de alunos identificados com dificuldade de aprendizagem foi elevado, como pode ser observado no fragmento abaixo, em que a professora identifica o número de alunos que “vão assim... *de boa*” e “os outros que têm dificuldade”:

E¹: “Você tem algum aluno que tem dificuldade de aprendizagem?”

¹ “E” corresponde à entrevistadora/observadora.

PPA: Eu tenho 10, que *vão assim... de boa*. Leem, escrevem tudo, contam. Só que os *outros têm dificuldade*.

Isso nos leva a questionar os critérios utilizados para essa rotulação dos alunos, além das implicações na vida dos mesmos. Essa classificação parece ser frequente no cotidiano escolar, nas palavras de Dias (2011, p. 111):

A escola funciona tradicionalmente com parâmetros classificatórios dos educandos e essa classificação e rotulação não apresentam impactos somente na sua socialização, criação de vínculos, avaliação/reprovação e percurso individual de ensino e aprendizagem, mas reverberam também no desenvolvimento humano, ético, identitário das pessoas taxadas e rotuladas.

De vinte e nove alunos, apenas dez estão de acordo com as expectativas e critérios da professora. Existe realmente número elevado de crianças com dificuldades em sua classe ou essa visão está corrompida pela visão do aluno ideal ou, ainda, desconsidera características do ambiente escolar que atuam sobre o aluno.

Como falhas das práticas pedagógicas que repercutem na não aprendizagem dos alunos, estão: o remanejamento de crianças entre as classes em busca de uma homogeneidade de trabalho que não existe; a permanência por mais de cinco horas em sala de aula diariamente; a má utilização de espaços pedagógicos que seriam fundamentais para o processo de aprendizagem, como as aulas de Educação Física, de Educação Artística (Cruz¹, 1994 *apud* PROENÇA, 2002). Ainda, segundo SAWAYA (2002, p. 201): a análise de mecanismos intra escolares centrada na investigação dos aspectos estruturais e funcionais e da dinâmica interna da instituição escolar revelam os seguintes aspectos promotores de dificuldades escolares:

a precariedade de condições materiais, administrativas e pedagógicas das escolas públicas de ensino fundamental; a precariedade da situação dos professores, da sua formação, das suas condições de trabalho; o excesso de atividades burocráticas, a segmentação do trabalho na escola, a falta de autonomia, a solidão do professor no exercício de seu trabalho e sua desvalorização profissional; a qualidade do ensino oferecido aos alunos nas escolas públicas e dos materiais pedagógicos empregados; as suas precárias condições de funcionamento; a falta de infra-estrutura material e humana;

¹ CRUZ, S H V. O Ciclo Básico construído na escola. São Paulo, 1994. Tese de doutorado do Instituto de Psicologia da USP.

além das próprias vicissitudes burocráticas, legais e institucionais para o exercício dos profissionais da escola.

Macedo (2005, p. 91-94) aponta a existência de duas formas de considerar a dificuldade. Segundo ele, o termo “dificuldade de aprendizagem” é praticamente ausente na obra de Piaget, que sempre analisou o conhecimento como construção, de forma que “o sujeito epistêmico de Piaget não tem dificuldades, mas problemas a resolver, procedimentos a construir, compreensões a formular. É certo que tudo se desenvolve pouco a pouco segundo níveis ou estágios” (MACEDO, 2005, p. 93). Nesta concepção de aprendizagem, a dificuldade é algo positivo, pois implica desafios a serem superados, formular questões, problemas sobre um tema que remetem a um desconhecido que importa desvendar, aperfeiçoar procedimentos, desenvolver raciocínios, buscar informações, corrigir ou pré-corrigir erros (MACEDO, 2005, p. 94).

No entanto, não é nesse sentido que as dificuldades dos alunos foram apresentadas, mas no sentido de reclamação, queixa, justificativa para a não aprendizagem e rotulação de alunos. Segundo Macedo (2005, p.94) “tendemos a ver a dificuldade na pessoa que a possui, mesmo que provisoriamente, como definitiva.” Situação similar foi observada no modo com que as professoras lidam com as dificuldades, distúrbios ou comprometimentos, parecendo que as mesmas se arrastarão pela vida do aluno, que não há perspectiva de mudar, de melhorar, de desenvolver: o que não foi aprendido, desenvolvido *ainda*, passível e possível de ser aprendido, de ser desenvolvido pelo processo de ensino-aprendizagem e de educação do aluno.

Neste estudo, foi observado que considerável número de alunos era tido com desempenho escolar inadequado, sendo que essa classificação variou entre aluno com deficiência de aprendizagem, dificuldade de aprendizagem, com comprometimento, déficit cognitivo, entre outros. Entretanto, esses mesmos alunos realizaram normalmente as atividades propostas nas oficinas. A partir do momento que crianças “com problema” de ordem cognitiva foram identificadas espontânea e frequentemente pelas professoras, mas que nas oficinas obtinham sucesso, emergiu uma nova questão do campo de observação, que foi inserida na pesquisa e trabalhada durante as conversas e entrevistas com as professoras.

Que “mistério” está envolvido no comportamento do Matheus durante as oficinas? O problema está na criança? A questão está na concepção de aprendizagem, na concepção do professor? Ou estaria no método, na proposta de atividade oferecida

ao aluno? Como pode um aluno que não realiza as tarefas em sala de aula ter postura diferente durante as oficinas de construção de brinquedos?

6.6.2. *Rótulos*

A classificação dessas crianças rotuladas ou qualificadas como possuidoras de dificuldade de aprendizagem, apareceu sob diferentes formatos, como evidencia a lista a seguir:

criança difícil (P3);
 fraquinho(a) (P7);
 defasados (P7);
 com dificuldade (P7) – “até para recortar eles têm dificuldade”;
 com distúrbio (P3);
 com comprometimento motor (P5)’
 permanente (P5);
 preguiçoso (P4);
 limítrofe (P7);
 de inclusão (P7);
 não alfabetizado (P9);
 reforço (Marcos);
 “tem um tipo de deficiência mental, mas acompanha bem as atividades”
 (P9);
 “Não sabe ler [...] Tem deficiência visual.” (P9)

Essas afirmações indicam que as queixas, na sua grande maioria, são atribuídas às crianças. São elas que trocam as letras, não aprendem, brigam com os colegas, desobedecem às regras estabelecidas, são nervosas ou choram muito, não sabem se defender ou se defendem demais (PROENÇA, 2002).

Quais são os critérios utilizados pelos professores para identificar um aluno com problemas de aprendizagem? O que chama a atenção é a repetitividade desse termo na fala de

algumas professoras de forma indiscriminada e discutível, que sem dúvida merecem ser questionada. Os alunos que apresentam problemas de aprendizagem frequentemente são encaminhados pelas professoras para acompanhamento psicológico. Entre outros, a descrição dos motivos para esses encaminhamentos, nas palavras de Proença (2002, p. 181), são:

Os “problemas de aprendizagem” são descritos da seguinte maneira: “troca de letras”, “dificuldade em ler palavras”, “não consegue ler e escreve tudo amontoado”, “ainda está na fase dos rabiscos”, “não consegue copiar da lousa”; “dificuldade de coordenação motora fina”; “troca de letras e não acentua as palavras e não sabe ler e escrever, somente copia”; só conhece a letra A”; “omite palavras, sílabas e letras em ditados e cópias e comete erros gramaticais”; “não acerta as contas”; “vai mal em matemática”; “baixo rendimento escolar”; “é lento”; “não está acompanhando o ritmo das outras crianças”; “repetiu duas vezes a primeira série em razão de disritmia; “é distraído”; “tem dificuldade em fazer lição de casa”.

Neste estudo, entre os principais motivos para identificação de alunos com problemas e com dificuldades de aprendizagem surgiram as seguintes colocações:

“até para recortar eles tem dificuldade” (P7);
 “no português e na matemática tem uma dificuldade tremenda” (P5);
 “ele tem só que buscar a informação no texto. Ele não consegue.” (P5)

Porém, durante as oficinas alunos com este tipo de julgamento, conseguiram realizar as ações normalmente. E também se sabe que a ação de recortar não é inata, se aprende e requer prática, treino. O menino de branco, Ermerson e Henrique são alunos da professora (P5); nas suas palavras: “Os 3 alunos que eu havia comentado no início da visita serem os mais fraquinhos terminaram a atividade primeiro. Isso é super estranho...”.

Entre os alunos que apresentaram bom desempenho nas oficinas está o Emerson (ver p. 129), que surpreendeu a professora e o formador. Professora (P5) descreveu os motivos que a levaram a indicá-lo como tendo dificuldade de aprendizagem, enquanto Emerson continuou a brincar com seu motor:

“Eu fiz um simulado da Prova Brasil com ele, a maioria tirou 8, 7, 6... Ele tirou 1. Chamei ele para conversar: ‘Escuta, você não leu, você não estava

com vontade ou realmente você não entendeu?’. Ele não me dá esse retorno. Não que a prova dê o resultado do que ele é, mas é ali naquele momento que está sozinho que eu vejo o que ele está rendendo. Produção de texto? Nossa! É muito difícil de entender. Ele já é um aluno permanente.”

“Tem que ver o caderno dele. Não tem sequência nenhuma. A leitura é pausada.”

Entretanto, nas oficinas ele se saiu muito bem, segundo as palavras da própria professora (P5):

“Então, nas ciências ele se deu bem, não é? Mas, assim, como é que se dá essa relação? Ele se dá bem numa experiência científica que tem que entender, mas ele não leu para fazer? Fica um negócio meio estranho assim.[...] ele foi o primeiro a fazer.”

“Ele não tem as competências necessárias, mas em ciências se destaca”.

O aluno Henrique na visão de sua professora (P5):

“O Henrique, é um aluno que tem doze anos [...], ele repetiu duas vezes a segunda série. Entendeu? [...] tem um comprometimento motor para fazer exercícios de escrita. Ele é muito inteligente. Oralmente responde tudo. Ele tem conteúdo, tem repertório.”

Apesar das dificuldades relatadas pela professora, esse aluno também não teve dificuldade para realizar as oficinas, sendo as atividades essencialmente manuais, de construção. Porém, Henrique, segundo a professora (P5), “tem um comprometimento motor para fazer exercícios de escrita”.

Segundo Collares (1995, p.43) o discurso de diretores e professores poucas vezes se refere ao processo de ensino-aprendizagem. Nesses discursos parece haver apenas o processo de aprendizagem. Em campo, o papel do ensino, das metodologias, da escola, do professor não são citados nas falas desses profissionais, de forma que as dificuldades escolares são tratadas como se fossem problemas das crianças, independente da forma como trabalha o

professor, os seus métodos e conteúdos, assim como da estrutura organizacional da escola. São as crianças que tem problemas. “A criança aprende ou não aprende”:

Esse processo de aprendizagem “autônoma” é apresentado como decorrente de mecanismos inatos à criança – ou talvez como o próprio mecanismo inato – de caráter mágico, inacessível ao professor. Daí, pela não posse de uma chave que possibilite o acesso a este mundo mágico, o professor nada pode fazer quando a criança não aprende.

Em uma perspectiva interacionista da aprendizagem, as situações apresentadas como “problema pelos professores não passam de etapas que atravessam aqueles que se encontram no início do processo de alfabetização” (PROENÇA, 2002, p.185).

O motivo de encaminhamento mais frequente para uma criança que cursa a primeira série é o problema de aprendizagem (34%), seguido de problemas de aprendizagem e atitudes inadequadas (23%). O motivo de encaminhamento que somas as duas categorias, a saber, problemas de aprendizagem e atitudes, tem uma distribuição semelhante entre crianças que cursam a segunda, terceira e quarta séries (PROENÇA, 2002, p.180).

Considera-se também que a concepção do professor sobre o processo de aprendizagem, da importância das metodologias utilizadas em sala de aula, assim como de suas expectativas em relação ao aluno influem sobremaneira no fracasso ou sucesso deste.. Os “problemas” apresentados pelos alunos são inerentes ao processo de ensino e aprendizagem. Eles evidenciam aquilo que o aluno não aprendeu ainda, mas que tem condições de aprender. Para isso é necessária a ação docente para ensiná-lo, orientá-lo no processo de alfabetização, pois, em geral, são os primeiros contatos dessas crianças com a língua escrita: “As crianças ingressantes, portanto por volta dos 7 anos, são as mais encaminhadas por problemas de aprendizagem, tendo como motivo dificuldades na leitura e escrita” (PROENÇA, 2002, p. 185).

As queixas indicam um processo de escolarização em que o educador tem muita dificuldade de ensinar a criança e de lidar pedagogicamente com questões ligadas ao processo

de alfabetização, principalmente das crianças ingressantes. Esse docente tem muitas expectativas em relação a ler e a escrever, ignora esse processo e, como consequência, produz uma criança desinteressada, distraída, agressiva no ambiente escolar (PROENÇA, 2002, p. 183). Essa criança, que tem uma experiência ruim no início de sua trajetória escolar e alfabetização, carrega consigo essa dificuldade para outras séries, em que os professores, ao invés de assumir postura pedagógica e trabalhar com o aluno aquilo que lhe falta, reforçam inconscientemente ou displicentemente a sua não aprendizagem. A dificuldade que surge na primeira ou na segunda série se arrasta até a quarta por meio dos rótulos, como foi visto nos depoimentos da professora (P5) sobre Henrique e Emerson. Assim, o aluno é culpabilizado por não aprender. Se não aprende, o maior responsável é ele mesmo.

6.6.3 Processo de culpabilização

A não aprendizagem dos alunos, muitas vezes, é considerada culpa do próprio aluno, como se fosse biologicamente incapaz de aprender. Essa culpabilização (COLLARES, 1995, p. 10) é uma das características da patologização do processo de ensino-aprendizagem que:

[...] consiste em atribuir a características inerentes à criança sua não alfabetização. E dentre as características inatas ao aluno sobressaem as biológicas, recaindo a responsabilidade pelos altos índices de reprovação e evasão escolar em pretensas doenças que impediram as crianças de aprender.[...] Ao biologizar as questões sociais, atinge-se dois objetivos complementares: isentar a responsabilidade de todo o sistema social, inclusive em termos individuais e, usando a expressão de RYAN¹ (1976), “culpabilizar a vítima”.

Como exemplo dessa atitude docente é recorrente o uso da frase: “Eles já vem defasados né, das séries anteriores” (P7); quando a causa não é biológica, é social: “Criança adotada é assim... complicado de trabalhar” (P1).

¹ Inserir referencia do RYAN

Muitas são as justificativas para a não aprendizagem. As crianças não aprendem porque são pobres, porque são negras, por serem imaturas, não aprendem porque seus pais são analfabetos, são alcoólatras, as mães trabalham fora, não ensinam os filhos, são preguiçosas... (COLLARES, 1995, p.9). O que novamente evidencia a isenção docente no processo e atribui a fatores biológicos ou sociais conforme indicado pela literatura.

A dificuldade de aprendizagem para o próprio aluno

Quando Welber pergunta o número da página do brinquedo a ser construído, sua professora (P4) responde: “Ah! Mas é preguiçoso, né! Nem para procurar no sumário...”

A reflexão que não pode ser omitida questiona: quais são os critérios para encaminhar uma criança para o psicólogo ou psicopedagogo, psiquiatra? E quais são os critérios para posterior medicalização no caso de algumas crianças? Crianças que não se adaptam às metodologias de ensino, à escola, às professoras, às provas estão sendo “curadas” ou “silenciadas” com medicamentos. Ou seja, estão sendo tratadas como doentes enquanto o problema, na maioria dos casos é da ordem de métodos de ensino-aprendizagem, concepções de aprendizagem, concepção de bom aluno e de mau aluno. Os motivos que levaram as professoras e pais a encaminhar alunos e filhos nas primeiras séries do ensino fundamental para atendimento psicológico são, na maior parte dos casos, aqueles que se referem ao processo de aprendizagem da língua escrita e da leitura.

Entre as questões que ficam em aberto está a dos benefícios práticos advindos dos diagnósticos, testes, encaminhamentos, no que Macedo (2005, p. 95) ressalta:

O que é a dificuldade para a criança mesma? Como convencer uma criança que suas dificuldades não são uma coisa feia, que não significa ser “burro”, “lento”, “hiperagitado”, “inadequado”? Em outras palavras: o que é uma dificuldade de aprendizagem na perspectiva da criança? É errar nas contas? É deixar cair as coisas? É não ter vontade de ir à escola? Ou mesmo não gostar de estudar com aquele professor? É ser desajeitada?

Pais e professores conseguem utilizar os resultados dos diagnósticos para requerer novos recursos pedagógicos no lidar com a criança? Segundo Freller (2004, pg. 68)

as crianças sentem-se discriminadas e desvalorizadas pelos colegas, familiares e professores por necessitarem desse tipo de atendimento. Frequentemente se dizem loucas, doentes, burras e passam a agir como tal. Outras se dizem perseguidas pelas professoras, pois todas as crianças fazem bagunça, mas só elas são encaminhadas. Sentem-se injustiçadas e expressam seu descontentamento por serem o bode expiatório da classe.

A rotulação não para com aquele professor ou com aquela turma, ela segue como estigma ao longo dos anos. Por exemplo, nas salas dos professores, no início de uma segunda série, por exemplo, o professor já sabe quais são os bons e os maus alunos que estarão em sua sala de aula. Ser rotulado como “criança problema”, de “reforço” etc. passa a fazer parte do universo dessas crianças. E no momento menos esperado, durante as oficinas, Marcos pergunta ao formador (F4):

Marcos: “*Você fez reforço quando você era criança?*”

F4 responde: “Um monte”. Os dois se cumprimentam.

Marcos: “*Eu faço reforço*”.

Marcos: “É a primeira vez que consigo fazer uma coisa que dá certo. Que ficou igual ao de todo mundo”

Será que pais e professores conseguem utilizar a informação dos diagnósticos para promoção da qualidade de vida e desenvolvimento escolar dos alunos ou os resultados servem apenas para justificar a não aprendizagem? Assim, pergunta-se o que é feito após o diagnóstico, quais são as ações efetivas. Pode-se afirmar, desta forma, que os testes diagnósticos podem atuar como agentes de exclusão de crianças no ambiente escolar quando constitui-se um fim em si mesmo – diagnosticar para justificar a não aprendizagem.

6.6.4. A expectativa do professor em relação ao aluno

A relação professor-aluno é fundamental no sucesso ou fracasso no processo de ensino e aprendizagem, assim como a metodologia e as estratégias adotadas. É passível de

questionamento a identificação precoce que muitos professores fazem quanto à capacidade do estudante aprender ou não, a semelhança de diagnósticos médicos, e que são muitas vezes controversos (Collares, 1995, p.6). Essa cultura de rótulos e estigmas foi identificada como importante fator a influenciar antecipadamente o desempenho dos alunos (Patto, 1993). Essa questão foi aprofundada em publicação sobre a compreensão de como as expectativas e concepções do professor em relação ao aluno influem poderosamente no desempenho escolar do aluno. O conceito central desse trabalho foi a profecia auto-realizadora, em que considera a predição feita por uma pessoa quanto ao comportamento de outra, que de algum modo chega a realizar-se e influencia diretamente o rendimento dos estudantes (ROSENTHAL & JACOBSON, 1968). Essas influências se manifestam a partir da personalidade do docente, sua atitude, sua relação que mantém com os alunos, assim como seu modo de interpretar as normas da instituição. E pode exercer-se sem que o professor perceba (HARPER, CECCON, OLIVEIRA, & OLIVEIRA, 1985). O tom de voz, a expressão facial, a forma de estabelecer contato e a postura podem ser os meios pelos quais, de forma involuntária, o professor comunica suas expectativas aos alunos (ROSENTHAL & JACOBSON, 1968). Além desses motivos, considera-se que a concepção do professor sobre aprendizagem, metodologias e resultados esperados modelam sua interação de forma que aqueles alunos que atendam aos seus critérios preconcebidos vão bem, ao passo que os que não se ajustam entram em processo de progressiva exclusão do ambiente educacional. Na medida que suas “expectativas se confirmam” o professor reforça suas convicções ao invés de as repensar sua prática.

Em estudo realizado por Collares (1995):

Durante a entrevista com os professores, que foi feita no início do ano letivo (a maioria, durante o primeiro bimestre, todas no 1º semestre letivo) pediu-se que o professor indicasse em sua lista de alunos (se sentisse habilitado), os que iriam ser aprovados e os que seriam reprovados. Para estes, indagou-se a causa da reprovação, aluno por aluno. Todos se prontificaram a fazer esta tarefa; nenhum questionou a prática generalizada, nem mesmo sua capacidade para tanto. Nem a precocidade da ação. Ao fim do ano letivo, esses dados foram confrontados com resultados oficiais da escola, permitindo identificar quais e quantas crianças, entre as previstas como futuras fracassadas, fracassaram (p.36).

Considerando-se o total das nove escolas, os quarenta professores, as previsões de reprovação confirmaram-se em 94,1% dos casos. Um índice

altíssimo que comprova o caráter auto-realizador da previsão, tornando-se a profecia quase perfeita. O outro dado refere-se a que 80,7% das retenções já haviam sido previstas (p.41).

Muitas das mudanças a serem realizadas na relação ensino-aprendizagem partem da necessidade do professor de acreditar na capacidade de pensar (e aprender) de seu aluno, para que dessa forma possa estruturar mais claramente as tarefas a serem realizadas em sala. Pesquisas com professores bem sucedidos (KRAMER e ANDRÉ, 1984¹; SOUZA, 1991 apud PROENÇA, 2002) mostram de forma clara que o professor dessas salas acredita na capacidade de seu aluno, portanto ensina o conteúdo para a sua série, organiza a tarefa de sala de aula, explica os combinados, podendo até revê-los à medida que a classe for respondendo às necessidades mínimas de manutenção da organização das tarefas.

Estudos têm mostrado que a qualidade da interação professor-aluno constitui aspecto determinante do processo de aprendizagem (DIAS, 2011, p. 121). A percepção do professor sobre si mesmo e sobre seu aluno conduz as formas de interação com o aluno e resultados escolares, de tal modo que aqueles professores que conseguem perceber e desenvolver as qualidades dos alunos promovem a sua acentuação, mas aqueles que estão permeados por preconceitos ou só conseguem ver os aspectos negativos de seus alunos, não conseguem um bom aproveitamento escolar por parte deles (SAWAYA, 2002, p. 207).

Como o professor poderá realizar o exercício de educar se acredita que os estímulos oferecidos aos seus alunos não lhes provocam mudanças? Fica difícil para o professor buscar formas diferenciadas de ensinar determinados conteúdos se considera que seu aluno é biológica e socialmente incapaz de aprender. Diagnósticos e rotulações atuam como imobilizadores de novas tentativas pedagógicas por parte dos professores, assim como o professor, em sua prática docente com esses alunos, desestimula qualquer nova tentativa prática de ensino ou investimento de tempo nestes. Assim, pequenos erros que seriam naturais para qualquer criança, tornam-se uma constatação da inferioridade cognitiva da mesma.

Embora não fosse objetivo dessa pesquisa, a observação em campo do número considerável de alunos identificados com dificuldade de aprendizagem, a questão assumiu relevância e foi incluída entre os tópicos a serem explorados como pergunta aos professores: “Você tem algum aluno com dificuldade em sua sala de aula?”. As respostas foram positivas em sua maioria, entretanto, quando indagada a natureza dessa dificuldade apresentada pelo

aluno, constatou-se a obscuridade em que o tema se encontrava apesar da prontidão com que o rótulo foi apresentado. A professora (P3) afirma que Matheus é uma criança difícil, mas sua resposta ao motivo de tal afirmação foi vaga: “Ele tem uma... um distúrbio que é... eu nunca lembro o nome do tal distúrbio [...]”. Quando perguntado à professora (P7) sobre aluna com deficiência:

E: Tem alguma criança com deficiência?

P7: Sim, uma e mais uma de inclusão.

E: Qual o tipo de deficiência delas? [Professora fica em silêncio] Mental, motora...?

P7: É tudo. Aqui, no caso, ele¹ não passou para mim o relatório delas.

Nesse ponto, depara-se com questão conceitual e pedagógica de suma importância, pois se o professor desconhece o tipo de dificuldade ou deficiência apresentada pelo aluno, como poderá adequar sua prática ao atendimento dessa demanda diagnosticada? Nesse bojo, necessariamente se deve refletir sobre a forma de como estes testes diagnósticos estão sendo divulgados aos professores e pais de alunos. Fato este bem exemplificado pela colocação da docente quanto à aluna diagnosticada como limítrofe:

P7: [...] e tenho uma [aluna] que é limítrofe, que também é acompanhada por uma junta multidisciplinar.

E: O que é uma criança limítrofe?

P7: Limítrofe é assim [...] ela vai até um determinado limite, e a partir dali ela já não rende mais. Então é como se fosse assim, por exemplo, um copo. O copo tem uma margem que está na metade. Ela não chega até a metade. O limite dela é menor do que esse. É como se ela fosse... tivesse uma limitação. Ela sabe ler, ela sabe escrever, mas também *ela se limita muito a isso*. Aprendeu a ler e a escrever... está muito bom. Já não quer saber de mais nada. Esse é o limítrofe.

Essas colocações de professores que não sabem e ou não buscaram conhecer as demandas dos alunos para uma prática docente adaptada aos mesmos, visando melhorar o seu desempenho em sala de aula, reitera o uso indiscriminado de termos que rotulam e

¹ Responsável pela realização do diagnóstico.

determinam os alunos e seu potencial. Desta forma, “nas práticas escolares, qualquer criança que se afaste do eixo da normalidade é considerada como criança que merece tratamento” (Proença 2002, p. 188).

No caso citado, apesar da professora saber o tipo de “anormalidade” da aluna, o conceito apresentado em relação às condições de aprendizagem da aluna é extremamente limitado na compreensão da professora, apesar da professora afirmar que a aluna sabe ler e escrever. Apenas a rotulação de limítrofe foi apresentada pela professora, não sinalizando as adaptações necessárias ao trabalho com esta aluna em prol de seu avanço no desempenho escolar. “Embora discutido por muitos autores da psicologia, o conceito de normalidade ainda permeia as práticas disciplinares pedagógicas. A concepção de normalidade é uma tendência constante das queixas apresentadas pelos pais e professores” (PROENÇA, 2002, p. 188).

Descrições detalhadas sobre problemas de leitura e escrita revelam que considerável parcela dos professores está realizando seu trabalho de alfabetização a partir da concepção equivocada de que tudo o que se desvia do padrão estabelecido é patológico e, portanto, passível de encaminhamento psicológico. Essa concepção de alfabetização remonta ao final da década de 1960, quando foi atribuída ênfase aos chamados “distúrbios de aprendizagem”. Ou seja, a forma da letra distoante (disgrafia), a dificuldade na leitura escrita (dislexia), não escrever ortograficamente (disortografia), o não pronunciamento correto dos fonemas (dislalia), agitação em sala de aula (hiperatividade); sendo que cada uma das diferenças que a criança apresentava em relação a seu grupo recebia um diagnóstico específico (PROENÇA, 2002, p. 184).

Ainda considerando a relação professor-aluno, parece predominar a tendência dos educadores possuírem visão idealizada a respeito das crianças ingressantes, esperando que essas tenham letra legível, coordenação motora perfeita, de forma que um pequeno contato com a professora seria suficiente para que elas escrevessem e lessem corretamente (PROENÇA, 2002, p. 186).

Sentimentos de perplexidade e perturbação indicam estranhamento e desconforto ante um comportamento não esperado, diferente do *aluno ideal* para o qual elas foram reparadas (Suplino, s.d. apud Lílian Marx Flor Landskron, 2008).

Durante o período em campo foi observado professora apontar a dificuldade ou deficiência, do estudante seguida de um elogio. Esse “elogio”, porém, não é relevante o

suficiente para que o aluno o possa identificar como elogio, assumindo papel de atenuar a observação negativa.

Criança adotada é assim... complicado de trabalhar, mas eles são muito inteligentes. (P1)

O Henrique, ele é um aluno que tem 12 anos.[...] Ele repetiu duas vezes a segunda série. Entendeu? É um aluno... Ele tem um comprometimento motor para fazer exercícios de escrita. Ele é muito inteligente. Oralmente responde tudo. Ele tem conteúdo, tem repertório.

Entretanto, mesmo o Henrique sendo *muito inteligente*, tendo *conteúdo*, tendo *repertório*, esses atributos não foram suficientes para ser aprovado. Ele não escreve, *repetiu 2 vezes*. Ainda, no caso da criança que foi rotulada como limítrofe, não fica claro se essa limitação é real.

Limítrofe é assim [...] É como se ela fosse... tivesse uma limitação. Ela sabe ler, sabe escrever, mas também *ela se limita muito a isso*. Aprendeu a ler e a escrever... está muito bom. Já não quer saber de mais nada. Esse é o limítrofe.

O professor, com a expectativa do aluno ideal, quando se depara com o aluno real o considera inadequado. Collares (1995, p.9) afirma que, pelo discurso dos professores, os alunos estão diante de um sistema educacional perfeito assim como a vida dessas crianças não possui nenhum tipo de problema. As crianças concretas, que vivem em um mundo real, os professores parecem considerar muito difíceis, se não impossíveis de ensinar: “Tem aluno da quarta série que ainda não está alfabetizado. É uma turma bem difícil de trabalhar” (P7) .

Essas práticas escolares promovem a introjeção de complexos de inferioridade nos alunos que não se ajustam ao modelo esperado pela escola, lugar onde existe uma supervalorização do sucesso intelectual. Os estudantes são continuamente expostos a julgamentos de ordem moral, que os divide em “bons” e “maus” (Harper, Ceccon, Oliveira, & Oliveira 1985, p. 84). Os indivíduos, em geral, assumem o que é rotineiramente afirmado sobre eles, seja por palavras, gestos, direta ou indiretamente, e passam a agir de acordo com o rótulo que lhes é imposto (Dias, 2011, p.112).

Quando os professores foram questionados de como identificavam alunos com dificuldade de aprendizagem, eles relatavam que aquelas crianças que apresentassem *comportamento diferente do esperado*, em sala de aula, eram encaminhadas para avaliação por *equipe multidisciplinar composta de especialistas*. Essa equipe era, então, responsável pelos diagnósticos desta avaliação.

A professora (P7) informou, ao ser indagada, que esses resultados eram divulgados *apenas* aos pais e professores. Entretanto, apesar de *somente* pais e professores receberem esses diagnósticos, essa informação foi passada ao observador desta pesquisa após ligeiro contato. Digno de menção é o exemplo de que no segundo dia de permanência em campo o observador se deparou com o aluno com *distúrbio*, segundo sua professora, embora nas oficinas ele tenha tido bom desempenho, o que gerou a observação da professora (P3): “Isso aí foi um desafio diferente”.

Conforme descrição introdutória desse capítulo, é constrangedor a criança ser exposta a todos os presentes sem discrição, segundo o rótulo do grupo de alunos que sabe ler e o daqueles que não o sabem, como se fosse algo natural essa divulgação de um quadro sem perspectiva de mudança, uma visão estática do educando em processo de ensino-aprendizagem. Como, aliás, ilustram os frequentes termos utilizados pelos docentes, os “melhores” e os “piores” os alunos tornam-se assunto de domínio público e por esta via perpetuam-se como “competentes” e “incompetentes”. A prática comum entre professoras de emitir comentários negativos sobre as crianças diante de quem quer que seja, incluindo a própria criança, é uma das principais responsáveis pela estigmatização de que muitas vezes são vítimas (Patto, 1993, p.293-294; DIAS, 2011, p. 124).

Interessante é a constatação, efetuada por meio das observações e entrevistas, de que a fala dos professores não contempla a compreensão de que as crianças (todas as idades, aliás) estão, continuamente, em aprendizagem e desenvolvimento e que as atividades realizadas constituem os meios de promoção do estágio do não saber para o saber, com as consequentes alterações neurais morfofuncionais e comportamentais. Soma-se a esse quadro a ausência de conhecimento de estratégias para o modificar, motivar e engajar a criança no processo como por exemplo, as oficinas. Essas crianças não são vistas como seres em desenvolvimento, em pleno processo de aprendizagem, seres inacabados, conforme afirma Freire (2002, p. 64):

É na inconclusão do ser, que se sabe como tal, que se funda a educação como processo permanente. Mulheres e homens se tornaram educáveis na medida em que se reconhecem como inacabados. Não foi a educação que fez

mulheres e homens educáveis, mas a consciência de sua inconclusão é que gerou sua educabilidade.

A presença marcante desses rótulos e diagnósticos no cotidiano de sala de aula remete à reflexão de seu significado para a criança enquanto elemento sujeito ao meio, e mesmo de que providências seriam tomadas para minimizar a condição e promover aprendizagem eficiente. Quais são as consequências para o presente e o futuro da criança? Como os professores, pais e o meio social que envolvem a criança lidam com essa informação? Uma vez que “dificuldade de aprendizagem às vezes significa tristeza, desesperança dos pais que gostariam que seus filhos tivessem um ritmo comparável com o da média da classe ou às suas próprias referências” (Macedo, 2005, pg. 94).

Assim, é oportuno ilustrar o pós diagnóstico, ou neste caso, o não diagnóstico¹:

Uma professora de primeira série encaminhou para consulta médica o Reginaldo¹, criança de 8 anos e 8 meses, repetente. A professora disse à mãe de Reginaldo que “ele deve ter problemas na cabeça, pois não aprende, então precisa levar ao médico”. Na anamnese, constatou-se que Reginaldo sempre foi uma criança absolutamente normal, em termos de saúde física e mental, apresentando um padrão de desenvolvimento neuro-psico-motor e cognição compatíveis com a normalidade. No ano passado, foi reprovado porque, segundo a professora, era “*muito novinho, ainda imaturo*”. Anteriormente a professora já havia encaminhado Reginaldo a um outro serviço médico, solicitando que fosse feito um eletroencefalograma, pois tinha problema na cabeça: o médico que o atendeu disse à mãe que não havia necessidade do exame, pois a criança era normal. Não satisfeita, a professora o encaminhou com as mesmas observações. Reginaldo não sabe por que não aprende e já tem dúvidas de sua normalidade. Ao menor conflito, os irmãos provocam: “bem que a professora fala que tem problema”. Quando não consegue fazer a lição, se desespera, gritando “eu sei, eu sei que sou doente, vou passar no médico e precisar ficar internado uns dez anos”. Durante a consulta, toda vez que se tenta abordar esta questão, a criança chora e se recusa a fazer qualquer coisa.

¹ Esse relato foi extraído da Tese de Livre Docência de Collares, C. A. L., (1994, p. 5): *O cotidiano escolar patologizado: espaço de preconceitos e práticas cristalizadas*.

Um professor que tem em suas mãos uma informação como essa, assim como os pais, pode diminuir seu conceito em relação ao potencial de realização e aprendizagem da criança, e assim afetar negativamente seu desenvolvimento baseado no rótulo.

Pais e professores conseguem utilizar informação de diagnósticos para promoção da qualidade de vida e desenvolvimento escolar dos alunos ou os resultados servem apenas para justificar a não aprendizagem? O que é feito após o diagnóstico? Caso não haja ações efetivas, os testes multidisciplinares atuam como um grande fator excludente de crianças. Outro aspecto que merece ser questionado é a concepção de aprendizagem das equipes multidisciplinares que realizam esse tipo de diagnóstico. Em qual pressuposto estão ancorados. O da criança ideal ou daquela que está em desenvolvimento?

Em resumo, são necessários critérios mais elaborados para o encaminhamento dos alunos para psicólogos, equipes multidisciplinares. Porém, para isso seria necessário uma revisão dos conceitos de aprendizagem dos professores, conceito de dificuldade, como foi exposto. Enfim, demanda ação de todas as instâncias envolvidas no processo educativo, pedagógico.

Fica evidente que se uma criança apresenta comportamento indesejado na escola, não realiza as atividades ou o faz de maneira insatisfatória, e quando esta mesma criança chega às oficinas, realiza normalmente as atividades, interage, se expressa, gosta da atividade, o problema não está na criança, pois apesar de mudar de ambiente ela mantém as características biológicas e sociais, continua sendo pobre, tendo a mesma família adequada ou não, alfabetizada ou não. A criança, conforme expressa F1:

Aqui elas fazem tudo. Tudo o que está pedindo elas fazem. E fazem com o maior gosto assim. [...] uns têm mais dificuldade para fazer [atividade] manual, esse tipo de coisa. Mas todos eles fazem. Todos gostam e ninguém dá trabalho. A gente não tem aquele aluno bagunceiro aqui.

Fica evidente, portanto, que as causas de sucesso ou não são mais complexas que simplificar as questões centrando a culpa nas crianças, como remete a seguinte reflexão:

Qual é a parte do professor, da escola, da família nas dificuldades de uma criança? A dialética entre as partes e o todo supõe considerar uma relação de interdependência de modo complementar. Significa admitir que, por exemplo, dependemos do outro para continuar jogando. Como em uma

partida de tênis em que uma jogada não pode ser vista de forma isolada, independente, pois só se completa com a jogada do outro (MACEDO, 2005, p. 101).

A experiência de observação dos alunos nas oficinas foi valiosa para compreensão das relações estabelecidas entre alunos e professores, principalmente por olhares e gestos que dizem muito sobre as relações e abrem espaço à investigação. Houve a possibilidade de observar os alunos em ambiente em que continuam a ser alunos, entretanto, num contexto fora de sala de aula, no qual o professor continua com sua autoridade preservada.

Um aluno repetente deve ter uma carga de preconceitos considerável a ser arrastada ao longo de sua vida. Parece que qualquer erro ou descolocamento do aluno é reafirmado pelas sentenças: “Ele é repetente”, “Ele é assim mesmo”, gerando *cicatrizes da vida escolar*.

Esses dados reforçam a consciência de que o “problema” ou a “culpa” da não aprendizagem não reside no próprio aluno, visto que os mesmos apresentam comportamento diferenciado nas oficinas de construção de brinquedos, muitas vezes superando os resultados dos ditos alunos normais. As oficinas de construção de brinquedos se mostraram, no conjunto de seus componentes, como um ambiente que envolve os alunos e pode se considerar que não há problemas com disciplina – *os alunos sentam e fazem* (F1).

6.6.5. Quando a oficina funciona diferente...

... revela o poder das relações e a concepção de aluno e de aprendizagem

Havia um grupo com seis meninas que participava pela segunda vez das oficinas. Estavam sentadas três de cada lado da mesa. Na primeira vez, elas realizaram a atividade muito bem. Riam muito. Tudo era engraçado. Na hora de fazer a atividade se concentraram, leram e realizaram o *Passo a Passo* da tarefa. Elas conseguiram, de forma autônoma, construir os brinquedos propostos. Tudo aconteceu num clima alegre e prazeroso. No segundo dia de oficinas, estas meninas chegaram muito felizes, rindo bastante, parecia que agiam dessa forma na maior parte do tempo. Os *Formadores*, então, deram as orientações iniciais, como sempre faziam, e elas iniciaram a realização da construção do experimento – motor elétrico, também, de forma muito alegre, o que foi evidenciado pela forma como interagiam entre si e com os objetos, cada parafuso ou interação ímã-metal era motivo de brincadeiras e muitos risos. A formadora (F1) havia recebido esta classe na primeira vez que vieram às oficinas. Nessa turma, havia *quatro alunos* com deficiência física, sendo dois deles também deficientes mentais. Naquela ocasião, foi trabalhoso para a formadora (F1) realizar os atendimentos necessários aos alunos incluindo os com deficiência física e/ou mental. Nesta segunda experiência com a turma, (F1) comentou com o outro formador (F4): *“Essa é uma classe que possui dificuldades para realizar as atividades”*. Os dois formadores combinaram que, quando chegasse o momento de fazer a bobina, eles mesmos, *realizariam no lugar dos alunos a parte que consideravam a mais difícil*. As meninas continuavam executando as tarefas, liam e realizavam o *Passo a Passo* do livro. Aos 17’50” Helen fala: “Eu pensei que ia ser muito difícil, mas é fácil.” Mostra para Aline o que já havia construído e completa “Não entendi essa parte” e mostra o fio de cobre para Aline. As outras crianças começaram a chegar nesse momento das instruções – o passo 5 do livro. Aos 18’35” da oficina o formador (F4) falou para a classe: *“Pessoal! Oh! Vocês repararam que tem que fazer uma bobina? Não tem que enrolar o fio? A gente vai passar para enrolar para vocês. Está bem?”*. Aos 23’00” Aline pede orientação para o formador (F4): “Professor, o que é para fazer com isso?” E mostra o fio de cobre para ele. Ele responde: *“Eu vou passando e enrolando para vocês. Está bem?”* Aline cruza os braços e aguarda. Helen brinca com o ímã, com o fio e não tenta fazer a bobina. Elas esperaram, esperaram, esperaram. A pesquisadora pergunta à Helen: “Você não vai fazer? Veja no livro como deve ser feito” Helen responde: *“Já li. O professor (F4) falou que vem aqui enrolar o fio. Não sei fazer”*. Aos 31’40” (F4) vem à mesa e explica como o fio deve ser enrolado. Helen tenta enrolar novamente o fio. Helen enrola e desmancha-o. Apesar de ter feito certo, ela enrola e desmancha novamente. Fala ao formador (F4) *“Prô, deu tudo errado!”*. Fica triste e coloca as mãos no rosto. Aos 48’26 Helen está em sua sexta tentativa de fazer a bobina. Aos 52’28 Helen apesar de ter feito corretamente várias vezes, acha que *“está tudo errado”*; vai ao formador (F4) que enrola sua bobina e faz o motor funcionar. Pouco a pouco, os alunos foram chegando à parte de confecção da bobina. Porém, como todos os alunos começam a chamar e a esperar os formadores (F1 e F4) para montarem sua bobina, a expectativa da formadora se confirmou: *a classe teve dificuldades, foi trabalhosa*.

Como apresentado no capítulo anterior, as oficinas foram realizadas de forma proveitosa para alunos e formadores, resultando também em interações muito interessantes com as crianças. Entretanto, a oficina descrita funcionou de outra forma. Foi possível observar nessa situação como a expectativa negativa da formadora (F1) concretizou-se pela forma como as instruções foram dadas ao grupo.

Neste caso, o “combinado” de realizar a construção do brinquedo por meio do passo a passo do livro foi, em parte, desfeito. No lugar da autonomia do aluno, que deveria testar e tentar por si mesmo até conseguir realizar a tarefa – confeccionar a bobina, conforme aconteceu com todos os outros grupos, foi substituída pela orientação/instrução *“Pessoal! Oh! Vocês repararam que tem que fazer uma bobina? Não tem que enrolar o fio? A gente vai passar para enrolar para vocês. Está bem?”* E reiterada pelo formador (F4) *“Eu vou passando e enrolando para vocês. Está bem?”*, quando uma das alunas foi esclarecer sua dúvida sobre a confecção da bobina. Essa orientação de (F4) indicou que a realização da bobina seria realizada pelos formadores.

A atitude de mudar a orientação dada aos alunos foi desencadeada pelo conceito construído pela formadora sobre a classe, em um único dia em que esteve em contato com esses alunos: *“Essa é uma classe que possui dificuldades para realizar as atividades”*. Assim, os formadores ao tomarem para si essa etapa retiraram a autonomia da criança.

O que chama a atenção para a situação apresentada é o fato da formadora (F4) assumir uma postura que influenciou e modificou, negativamente, as relações a serem estabelecidas. Ao dar essa instrução, as crianças deixaram de construir suas próprias bobinas, e os formadores que durante todos os outros grupos observados apenas auxiliaram nas atividades, esclarecendo dúvidas, dando dicas, orientando para ler o livro, nesta situação fizeram a tarefa no lugar dos alunos. A aluna Helen, apesar de ter montado corretamente o brinquedo nas diferentes oportunidades que tentou, não o considerava correto. Somente considerou correto quando o formador/mediador a ajudou e colocou seu motor para funcionar.

Essa experiência revela parte dos mecanismos atuantes na formação de *profecia-autorrealizadora*, na medida em que os formadores assumiram para si tarefas que eram responsabilidade dos alunos. Sua influência atuou para orientar e anulou a autonomia dada à criança. Nesta experiência fica clara a importância e influência da interação formador-aluno para o sucesso ou não das atividades propostas. As mesmas meninas observadas em outra situação obtiveram êxito nas tarefas oferecidas. E foram os mesmos formadores que conduziam satisfatoriamente as oficinas com os grupos, eram os mesmos materiais oferecidos a todos os outros grupos, era o mesmo ambiente das oficinas, porém a mudança na instrução e orientação foi

elemento modificador da dinâmica das oficinas, tanto para as alunas que se sentiram incapazes, quanto para os formadores que assumiram tarefas não previstas no projeto.

A importância da relação docente, que pode ser estabelecida por professores e, no caso das oficinas, pelos formadores, foi observada com frequência durante as oficinas, pois quando o formador deu autonomia para a criança fazer, tentar, investigar, os alunos prosseguiram até o final da atividade sem depender da presença do formador para finalização da atividade.

Número considerável de alunos recorriam aos formadores e professores logo após a realização de um passo do roteiro de construção dos brinquedos e, em seguida, buscavam a aprovação da professora ou formador com frases: “Assim professora?”, “Assim, tá certo?”, “Ó professora”, “Olha o meu!”, “Ficou bonito?” entre outras. Apenas ao receberem resposta afirmativa continuavam a atividade, sendo que a cada novo passo buscavam aprovação ou elogios dos adultos, professores ou formadores. Durante as observações realizadas, verificou-se a importância das instruções oferecidas à criança, assim como os retornos de sua produção.

6.7. *O ambiente educacional enriquecido*

Aprendizagem e educação estão intimamente ligadas ao desenvolvimento do cérebro, dado que ele é um adaptável processador das informações que chegam ao organismo pela estimulação ambiental, as quais estimulam novas conexões neurais, que por sua vez possibilitam melhor adaptação desse organismo ao ambiente em que está contido. A aprendizagem resulta dessa interação dos estímulos ambientais, do processamento e adaptação neural, gerando reorganização morfofuncional e mesmo alteração de comportamento. Considera-se que a educação pode ser designada a guiar e inspirar a construção da arquitetura básica neural para processamento de informação no cérebro, pelo preparo e controle dos estímulos (*inputs*) dados aos aprendizes. Educação é um processo de ótima adaptação na qual a aprendizagem é guiada para o desenvolvimento do cérebro e sua funcionalidade (KOIZUMI, 2004).

Está estabelecido na literatura que o ambiente enriquecido promove e potencializa alterações no sistema nervoso quando interage com este, quais sejam: aumento da espessura do hipocampo, arborização dendrítica e no número de células gliais (KEMPERMANN, KUHN, & GAGE, 1997); aumento significativo no número de espinhas dendríticas em células piramidais, especialmente nos dendritos basais; aumento significativo das junções sinápticas (GLOBUS, ROSENZWEIG, BENNETT, & DIAMOND, 1973, ROSENZWEIG, 2006, p. 627); o peso cortical de animais

expostos a ambientes enriquecidos é maior que animais expostos a ambientes empobrecidos (ROSENZWEIG, 2006, p.627); mudanças no peso cortical em relação às experiências vivenciadas pelo organismo, o que contraria o estabelecido dogma de que o peso do cérebro é rigidamente fixo (ROSENZWEIG, 2006, p.628); aumento dos corpos celulares das células piramidais do córtex occipital; aumento do número de células por unidade de volume do córtex (ROSENZWEIG, BENNET E DIAMOND, 1972); crescimento das sinapses já existentes; aumento do comprimento e do número de ramificações dendríticas em adultos; mudanças estruturais nos elementos pré-sinápticos e pós-sinápticos (GREENOUGH, WEST, & DEVOOGD, 1978); assim, quanto maior a estimulação do organismo, por meio da composição do ambiente, maiores são as oportunidades do sistema nervoso de se modificar e desenvolver (ROSENZWEIG, 2006; GAZZANIGA, HEATHERTON, 2003). Esse conceito da neurociência suscita reflexões sobre quais seriam as propostas de aplicação em contexto para humanos, com ênfase nos ambientes educacionais. O que seria um ambiente educacional enriquecido?

Está claro na literatura em neurociência que o cérebro, por meio da neuroplasticidade, neurogênese e morte celular, conforma-se e apresenta fortalecimento/facilitação de vias de acordo com as experiências e atividades vivenciadas pelo organismo. Na oportuna colocação: “toda vez que alguma forma de energia proveniente do ambiente de algum modo incide sobre o sistema nervoso, deixa nele alguma marca, isto é, modifica-o de alguma maneira” (LENT, 2010, p. 149), não se detém em especificar os estímulos, mas identifica de forma clara e simples a presença da neuroplasticidade. Essa afirmação aplicada ao ambiente educacional revela a importância dos estímulos apresentados à criança, sejam eles sonoros, visuais, ou de outras naturezas. Entretanto, antes de se pensar no que seria ambiente educacional enriquecido, é necessário identificar quais características componentes do ambiente o tornam empobrecidos, como por exemplo: baixa expectativa do educador em relação ao aprendiz, falta de disponibilidade de materiais, concepção pedagógica equivocada baseada em atividades e conteúdos distantes dos centros de interesse da criança, ou descontextualizados da realidade do aluno, ou em grau de complexidade que não permita ao aluno acompanhar as atividades oferecidas no ambiente educacional, entre outras. Sem esses componentes descritos, é possível formar ambiente cada vez mais enriquecido para aquele que nele interage de forma ativa, participativa, como educador ciente de que o aluno está em processo de aprendizagem, no qual ao oferecer as orientações e atividades adequadas ampliam-se as possibilidades de passar do não saber para o saber. Ainda, o docente ciente de que sua expectativa como professor e concepção pedagógica sobre a aprendizagem e sobre o educando influirão sobremaneira no seu desempenho em ambiente educacional dentro e fora dele.

Destaca-se que o professor, educador, neste estudo, é considerado componente enriquecedor de extrema relevância do ambiente, cuja influência se faz presente em muitos dos aspectos destacados do ambiente educacional, os quais se referem à relação professor/educador e aluno.

O que seria então um ambiente enriquecido para crianças, jovens e adultos? Neste trabalho, não se pretende fornecer resposta fechada, pois não foi esta a posposta inicial e até seria pretensioso. Entretanto, chama-se a atenção para aspectos importantes, que serão comentados a seguir, os quais induziram a considerar as oficinas de construção de brinquedos como objeto dessa investigação e hipótese de ambiente educacional enriquecido.

Em razão da dificuldade em classificar ambientes educacionais como enriquecidos ou não, mais oportuno é apontar características de ambiente que evidenciam bons resultados junto aos alunos, favorecem sua aprendizagem, abrangendo muito mais do que aprender sobre fatos e conceitos de forma estanque. Dierking (2002, p. 4) destaca que as aprendizagens em ambiente educacional incluem mudanças de atitudes, crenças, entendimentos estéticos, de identidade etc. Ainda não foi composto corpo de dados suficiente, além da metodologia utilizada, para afirmar que o ambiente educacional provoca essa ou aquela mudança na área tal do encéfalo, apesar das evidências de que mudanças ocorrem. Este é ainda um tema a ser explorado com diferentes e inovadoras tecnologias, que já começam a ser disponibilizadas em neurociência. Contudo, esse é um tema relevante no processo ensino/aprendizagem, para identificar que tipo de estímulos propiciam melhor aprendizagem e benefícios para os educandos. Algumas iniciativas já foram realizadas na tentativa de transpor o conceito de ambiente enriquecido para humanos ou, simplesmente, de enriquecer as oportunidades de aprendizagem dos alunos.

Rosenzweig que não chegou a realizar estudos com humanos, teve iniciativa que pode ser considerada um ambiente educacional enriquecido para humanos. Lançou programa inovador para promover a educação, do que seria no Brasil, no nível médio da educação básica, para jovens em desvantagem e sub-representação social. Em 1964, o físico Owen Chamberlain e Rosenzwwig se tornaram copresidentes do recém-criado Comitê de Oportunidade de Bolsas Especiais. Obtiveram financiamento da universidade para dar suporte ao *summer precollege program*, a fim de promover a interação entre estudantes de ensino médio e a universidade. De forma, os estudantes que completaram o programa preparatório tinham assegurada sua admissão na Universidade da Califórnia, assim como em outras universidades e faculdades. Esses jovens se tornaram os primeiros em suas famílias a terem uma educação em nível superior. Esse comitê, renomeado em 2005 como “*Committee on Student Diversity and Academic Development*” mantém até hoje esse trabalho. Os resultados sugerem que estudantes em idade escolar oriundos de famílias que não

possuem educação pós-secundária podem ser preparados e encorajados a ter sucesso nos estudos em ensino superior. Os resultados também evidenciam que escolas públicas estão muito abaixo do desempenho que poderiam obter (ROSENZWEIG, 2006, p.636).

Quando animais eram treinados para interagirem com ambientes enriquecidos, apresentavam melhoras em aprendizagem posterior, concluiu Hebb. Essa conclusão importante determinou a fundação do Head Start¹, nos Estados Unidos, um programa que oferece experiências acadêmicas para crianças carentes em idade pré-escolar (KOLB & WHISHAW, 2002, p. 514).

No Brasil, além das oficinas de construção de brinquedos de iniciativa municipal, objeto de estudo deste trabalho, algumas experiências já foram e estão sendo desenvolvidas envolvendo a universidade, e seus espaços de extensão ou vinculados à universidade, que podem ser consideradas como ambiente educacional enriquecido, como o caso do professor Fuad Kassab Júnior Fuad, que desenvolveu o projeto “Um programa de enriquecimento cultural para ser oferecido à comunidade docente e discente do ensino fundamental e médio no *campus* da USP-Butantã aos sábados”, que considerava uma oportunidade de enriquecimento cultural a vinda de alunos da escola pública vivenciar a Universidade de São Paulo.

A Universidade de São Paulo também se engajou no processo e no projeto Novos Talentos, em que as crianças oriundas de escolas públicas vivenciam a Universidade de São Paulo, por cinco dias, participando dos laboratórios, dos restaurantes, dos espaços de extensão da universidade. Atualmente, são 15 espaços envolvidos, visando a tornar a USP um horizonte para essas crianças. O distanciamento desses espaços destinados à cultura e lazer a essas crianças é claro pelos seguintes questionamentos feitos por elas:

“Quem é o dono da USP?”

“Quem é o dono da Sabina?”

A seguir elencamos alguns relatos de como foi “Viver a USP”, como dos alunos do Ensino Médio e do Ensino Fundamental, após participação em espaços e atividades da USP. Nestes relatos percebe-se como se operou a mudança na relação/percepção com o conhecimento, com o “*estudo*” e as perspectivas propiciadas pela interação com este novo ambiente:

Gostei muito desta oportunidade que a USP está nos proporcionado, antes eu tinha o pensamento que “viver a USP” estava muito longe da minha

¹ <http://www.saltlakeheadstart.org/>, data de acesso: 26 de julho de 2012.

realidade, esta visita me provou o contrário. [...] Gostei também de aprender a usar o microscópio, conhecer as partes do corpo humano e ter contato com profissionais capacitados para tirar nossas dúvidas. Obrigada.

Visita ao Instituto de Ciências Biomédicas,
1º ano do Ensino Médio

Meu dia na USP foi muito interessante, me incentivou muito ao estudo. Conheci coisas novas e me surpreendi, fiquei fascinada com tudo que aprendi.

Visita ao Instituto de Ciências Biomédicas
1º ano do Ensino Médio

Foi um dia de muito conhecimento, e também de perda de medo para mim. A gente foi no ICB, foi superdivertido. A gente viu a célula, aprendeu um pouco sobre ela, conhecemos também o desenvolvimento de um pintinho dentro do ovo. [...] perdi o medo que eu estava de cadáveres. Foi superinteressante, uma experiência incrível.

Visita ao Instituto de Ciências Biomédicas
1º ano do Ensino Médio

A nossa visita à USP, foi um momento marcante que todos nós iremos levar para a vida toda. Fomos premiados com profissionais qualificados e muito capacitados para mostrar coisas novas, e adquirindo mais conhecimento. Aprender sobre anatomia foi incrível e sobre o microscópio também. Em minha humilde opinião foi o melhor projeto que já vi.

Visita ao Instituto de Ciências Biomédicas
1º ano do Ensino Médio

[...] Vou estudar muito a partir de agora para entrar nessa universidade que fui muito bem recebido e foi muito legal, demais mesmo.

Visita ao Instituto de Ciências Biomédicas
1º ano do Ensino Médio

Todos os professores são muito legais. William(mediador) explicava de um jeito divertido. Legal. Ele mostrou que é divertido aprender.

Visita ao Instituto de Física
Projeto Arte & Ciência no Parque

É o primeiro dia que eu vim nesse lugar, tem muitas coisas divertidas e interessantes [...] foi tudo divertido, eu adorei, que pena que eu vou embora, se pudesse eu ia ficar mais um pouco. Espero que eu venha mais vezes e meus amigos também.

Visita ao Instituto de Física
Projeto Arte & Ciência no Parque
5ª série do Ensino Fundamental

Quando se fala de ambiente enriquecido para humanos, a ideia é de que se deva colocar o sujeito (bebê, criança ou jovem) em ambiente repleto de estímulos. Entretanto, este estudo evidenciou a importância das relações humanas, das concepções de aprendizagem, das expectativas que o professor tem em relação a seus alunos – se acredita que está lidando com crianças ou *verdadeiras maquininhas de aprender*. As crianças são inatamente curiosas e aprendem a todo momento, na escola, em casa, durante atividades estruturadas e em seu tempo livre (DIERKING, 2002, p. 14). Assim, quando se pensa no que seria um ambiente enriquecido para humanos, há de se considerar essencialmente o componente humano. O condutor das atividades educacionais é um dos principais elementos enriquecedores do ambiente. Numa escola não se pode apenas investir em livros e carteiras novos, em pintar as paredes, apesar disso ser muito importante, é preciso valorizar, sobretudo, seus alunos e professores e como as relações estão sendo processadas. Por isso, a necessidade de um conceito ampliado da aprendizagem, que enxergue o aluno como um ser capaz, que está ali para aprender e precisa de um facilitador para potencializar esses processos. Assim se considera o professor, o mediador, o monitor, componentes essenciais e enriquecedores do ambiente, pelas possibilidades de potencializar a interação do visitante, do aluno, do participante, com o ambiente e com o conhecimento.

O que estas atividades e iniciativas descritas possuem em comum? Elas oferecem oportunidade inédita dos alunos interagirem em ambientes que estimulam uma nova relação com o espaço, com o ambiente e, nestes casos, com o conhecimento em ciência.

6.8. Neurociência e Educação: perspectivas

A partir do conhecimento da capacidade do cérebro de modificar-se de acordo com os estímulos ambientais e considerando a escola como ambiente educacional de extrema importância no processo de aprendizagem e desenvolvimento dos alunos – onde os estudantes passam entre 4 e 5 horas diariamente, sendo alguns casos período integral – é importante dedicar maior atenção ao tipo de estímulo que está sendo oferecido à criança, uma vez que este pode favorecer a interação, desempenho e aprendizagem dos alunos ou limitá-los de acordo com os dados expostos.

Na literatura se encontra considerável número de trabalhos que discutem os rumos dessa união entre neurociência e educação, assim como as aplicações, de fato, possíveis para a melhoria de metodologias de ensino-aprendizagem. Nota-se que as discussões estão, na maioria das vezes, ainda, numa perspectiva teórica, enquanto as pesquisas com intuito de conectar a neurociência e a educação estejam em geral no nível conceitual, filosófico, ético ou experimental, sendo ainda escassas. Nesta área, muitas são as expectativas e esperanças, mas poucos são resultados aplicáveis do ponto de vista educacional. Há também trabalhos que, embora não se apresentem como trabalhos de neurociência e educação, buscam compreender variáveis neurofisiológicas e ambientais que interferem nos processos de aprendizagem e ensino humanos. Cite-se, por exemplo, o trabalho intitulado “*Um estudo sobre a expressão da ritmicidade biológica em diferentes contextos sócio-culturais: o ciclo vigília-sono de adolescentes*” (LOUZADA, 2000) que trata das mudanças no ciclo vigília-sono do adolescente, das influências de fatores sociais, culturais e da sonolência em sala de aula.

Um novo panorama tem-se revelado à medida que surgem novas políticas educacionais que buscam reformar e melhorar as práticas em sala de aula, pautando-se em evidências empíricas, e evitando quaisquer modismos ou ideologias. Essa busca por dados mais “concretos”, ou seja, baseados em evidências, coincide com o progresso na área de neurociência, assim como com o interesse público nessa área.

Uma das questões atuais é a supervalorização das possíveis contribuições no encontro dessas áreas (STERN, 2005; SILVA, 2012, p.21). Stern (2005) alerta sobre o perigo adicional quando se passa a considerar de importância secundária as pesquisas empíricas no campo da educação, psicologia e tecnologia da informação, as quais têm até então proporcionado avanços no campo do ensino e da aprendizagem. Outra questão presente se refere ao escasso conhecimento dos especialistas em neurociência sobre a teoria, prática e métodos utilizados na área educacional e a

falta de metodologias adequadas e consolidadas para a realização de experimentos em ambientes educacionais.

6.8.1. O casamento da neurociência e educação: união com espinhos?

Pela forma como algumas descobertas são divulgadas pela mídia, a neurociência surge como remédio que solucionará as questões de aprendizagem, mas a realidade ainda é outra. Geralmente, as notícias sobre descobertas neurocientíficas acabam colaborando para a construção de um ideário que coloca a ciência como um remédio eficaz para todos os males, ou para todos os tipos de problemas, por serem divulgadas de forma resumida e maquiada, em que apenas as vantagens e promessas são destacadas, relacionando avanços na cura de doenças ou recuperação de capacidades perdidas (Silva, 2012, pg. 20), havendo supervalorização das contribuições da neurociência para a melhoria das práticas educacionais e aquelas envolvidas na aprendizagem ou no ensino-aprendizagem. Deve-se ressaltar que a neurociência é multidisciplinar e nesse aspecto deve se relacionar também com a educação, resultando em contribuições construídas com esforços mútuos, tanto de pesquisadores e profissionais da área de educação, quanto da área de neurociência.

Do ponto de vista biológico é essencial o estudo da aprendizagem e educação, embora esse não seja um grande interesse na disciplina da educação (KOIZUMI, 2004). Outro aspecto a ser aliado é que as relações entre educação e ciência cognitiva tem sido discutidas pela comunidade de neurociência e não por educadores (GEAKE & COOPER, 2003). Entre as causas estaria a associação de um argumento antibiológico que associa a Teoria da Evolução, de Charles Darwin, com ideologias como a eugenia, racismo, entre outras. Esse desinteresse da biologia na educação pode não significar apenas falta de interesse, mas evidenciar causas históricas justificando sua rejeição, conforme aponta Patto (1991, p.28 a 48), em que teorias organicistas ou biológicas foram utilizadas para justificar exclusão social e, no nível escolar, para exclusão de alunos. O uso negativo e tendencioso das pesquisas na área de biológicas foi apropriado para explicar fenômenos sociais, ocorrendo de forma inadequada e resultando em problemas de repercussões catastróficas.

Considera-se que embora os interesses na aprendizagem e educação sejam objetivos explicitamente comuns às áreas, ainda que não se disponha de uma via de mão dupla na discussão estabelecida, há necessidade de estabelecer um diálogo contínuo entre educadores, pesquisadores em educação e pesquisadores das ciências cognitivas e do cérebro, para que se avance na aplicação da neurociência à educação (POSNER & ROTHBART, 2005).

O que se percebe, até o momento, é que a área de neurociência e educação, encabeçada por neurocientistas, em geral, avança sem diálogo com pesquisadores na área de educação. Quanto à

aplicação prática, direta, os pesquisadores na área de educação não estão tão entusiasmados quanto os neurocientistas. Todavia, observa-se interesse crescente dos professores e educadores em saber como o cérebro funciona, objetivando melhorar suas práticas em sala de aula. Eles querem saber o que realmente funciona para aplicarem em seus alunos e obterem maior sucesso no fazer docente.

Segundo Dubinsky (2010) os professores consideram que precisam saber como o cérebro funciona para serem melhores profissionais e melhor compreenderem o processo biológico da aprendizagem, como tentativa de oferecer metodologias de ensino-aprendizagem de fato estimulantes a seus alunos.

Nesse sentido, cursos de neurociência ofereceriam subsídios para os professores na aplicação desses conhecimentos. Aliás, o curso básico em neurociência para educadores denominado BrainU procurou tornar o cérebro acessível aos educadores, incluindo observação, experimentação, atividades *hands-on* e discussões de temas com o objetivo de serem levadas para a sala de aula (DUBINSKY, 2010).

Contudo, a demanda de educadores por metodologias e tecnologias eficientes em neuroeducação abre espaço para grupos diversos na produção de metodologias e materiais frágeis em termos de embasamento científico, gerando embasados neuromitos. Esse tipo de recurso didático encontra vasto mercado consumidor despreparado, que busca “dicas mágicas” ou soluções eficientes para as questões envolvidas no processo de ensino-aprendizagem. Essa pode ser uma explicação possível para causa do imenso sucesso dos materiais *brain based learning*.

Considera-se que a disseminação dos neuromitos ganha espaço pela falta de ensino adequado de neurociência na educação básica, bem como iniciativas escassas da academia em prol da divulgação adequada das descobertas dessa área, e dos potenciais e limites da neurociência. Não raro se encontram questionamentos que ilustram a carência da população de conhecimentos básicos em neurociência, por exemplo: “se meu filho tem problema na cabeça, porque ele não mexe o pé?¹”. Entretanto, essa realidade justifica a premência das iniciativas em prol da popularização da neurociência por iniciativas como exposições, cursos para professores, entre outros.

6.8.2. *A fome e a vontade de comer*

Nos últimos anos, aumentou acentuadamente o número de veículos de informação como livros, filmes, cursos e sites supostamente respaldados pela neurociência. Geralmente, são propostos

¹ Ilustra o desconhecimento de que é a área motora do cérebro que coordena a movimentação de músculos para movimentação do pé.

métodos que *resolvam* de maneira rápida, simples e definitiva as questões de aprendizagem para qualquer humano na face da Terra, desconsiderando contextos, culturas etc. Nesses materiais, muitas vezes, são encontradas terminologias da neurociência e da educação para explicar fenômenos envolvidos na aprendizagem que não possuem base neurocientífica, mas que são amplamente disseminadas (RATO & CALDAS, 2010; GOSWAMI, 2004).

Segundo Dubinsky (2010) “homens de negócio” enxergam a neurociência como um inexplorado campo de informações que podem ser utilizadas com sucesso no mercado educacional, por meio de produtos e serviços como, por exemplo, Jensen Learning, Brain Gym. Programas de educação que estão sendo comercializados como se fossem baseados em pesquisa científica. Enquanto cresce a comercialização desse tipo de material, disseminam-se também os neuromitos, ou seja, a fidelidade da informação transferida se não se perde varia muito.

Uma indústria multimilionária está se desenvolvendo com os produtos e serviços *brain based learning*. Artigos têm sido publicados em jornais populares e educacionais, conferências têm sido promovidas a educadores, universidades e corporações privadas, e cursos e treinamentos em *brain based learning* estão sendo ofertados (GREENWOOD, 2009).

Como perspectivas, Fischer, Goswami & Geake (2010) apontam a necessidade de concentrar a investigação em neurociência integrada à prática escolar e, desta forma, obter evidências que possam ser aplicadas na prática pedagógica. Assim, além dos conhecimentos sobre o cérebro, da genética, há a possibilidade de compreender as influências sociais e culturais no aprendizado e ensino. Os autores ressaltam a necessidade de cientistas e educadores colaborarem entre si para construir uma base de pesquisa forte, a fim de analisar os processos biológicos que sustentam a aprendizagem.

Antigamente, o estudo da aprendizagem era de domínio de filósofos como Sócrates, Locke e, mais recentemente, Dewey, que explorou a aprendizagem por meio da observação e da discussão (GREENWOOD, 2009). Fischer, Goswami & Geake (2010) relatam que há mais de um século, em 1896, John Dewey propôs a criação de escolas de pesquisa como forma de estabelecer uma ligação entre a prática pedagógica e a pesquisa. Segundo esses autores, essa proposta nunca foi realizada. Eles acreditam que a criação de *Research Schools* podem prover bases, “protocolos modelo” de métodos de pesquisa que estudem questões em *brain based learning*, e sugerem que essas escolas poderiam trabalhar em colaboração com universidades locais para aplicar esses protocolos. Fazem, ainda, certa crítica aos educadores, afirmando que esse suporte poderia auxiliar individualmente professores com interesse em fazer efetiva pesquisa e não terem que a todo momento “reinventar a roda”. Outra questão que apresentam se refere ao investimento às pesquisas em educação:

“Como Avon e Toyota podem investir milhões em pesquisa para a criação de melhores produtos, como podem as escolas continuarem alegando usar as melhores práticas sem coletar evidências sobre o que realmente funciona?” (Fischer, Goswami & Geake, 2010)

Pouco investimento em pesquisa educacional é realizado em nível global. Por exemplo, nos Estados Unidos menos da metade de um por cento do orçamento federal para a área de educação é investido em pesquisa, enquanto 20% do orçamento federal da área de saúde é destinado à pesquisa (FISCHER, GOSWAMI, & GEAKE, 2010). Embora um dos alvos da neurociência e educação seja o aperfeiçoamento de medicamentos, “o resultado não é apenas aperfeiçoar procedimentos e medicamentos, mas também hipóteses geradoras e métodos de pesquisa de forma que possam afetar diretamente a prática e pesquisa (FISCHER, GOSWAMI, & GEAKE, 2010). Consideramos que este tipo de investigação deve ser enfrentado com cautela, para que não sejam utilizados medicamentos para solução de problemas pedagógicos.

No GENEUSP¹, percebe-se nas questões atuais desta área de pesquisa a importância de tornar mais claras as linhas de atuação possíveis de neurociência e educação, sendo elas:

- a) *neurociência aplicada à educação*: nesta linha encontra-se o maior número de trabalhos identificados na área de neurociência e educação; nela se busca integrar conhecimentos estabelecidos na neurociência e sua possível aplicação em metodologias de ensino-aprendizagem mais eficientes, e fornecer suporte educacional em disfunções neuronais, bem como colaborar para melhoria da aprendizagem dos alunos.
- b) *educação aplicada à neurociência*: esta abordagem atuaria na busca da compreensão de fenômenos educacionais de ensino e aprendizagem por meio da neurociência, assim como compreender metodologias educacionais que apresentem bons resultados (OECD, 2007, pg. 21; GEAKE & COOPER, 2003).
- c) *divulgação e popularização dos conhecimentos em neurociência*: esta linha é composta pelos trabalhos com enfoque em divulgação e popularização de conhecimentos em neurociência, principalmente por meio de cursos, exposições, modelos tridimensionais e

¹ Grupo de Estudos em Neurociência e Educação da USP.

virtuais, entre outros para a população. Assim, a divulgação adequada dos conhecimentos em neurociência tem como propósito: (i) levar, de forma crescente, à compreensão pública conhecimentos básicos em neuroanatomia, a neurofisiologia do organismo humano; (ii) levar ao conhecimento da população os progressos científicos em neurociência; (iii) desmistificar/desmitificar a neurociência e seus alcances; (iv) identificar neuromitos e fornecer esclarecimento científico adequado.

- d) *ensino de neurociência na educação básica*: o ensino de neurociência para o ensino fundamental e médio é mediado por livros didáticos que, na maioria dos casos, limita-se à descrição anatômica e fisiológica dos órgãos que compõem o sistema nervoso. Muitas vezes apresenta ao aluno a neurociência que há no seu cotidiano, assim como a importância do sistema nervoso como receptor dos estímulos do meio ambiente e responsável pela forma como compreendemos e interagimos com o mundo.

Considera-se que não cabe mais pensar se a neurociência será ou não área de pesquisa, se dará bons frutos ou não, pois essa interação já é uma realidade. Segundo Koizumi (2004), um diálogo aberto e translúcido entre a comunidade neurocientífica e a comunidade educativa (incluindo pais e alunos) é essencial para o progresso deste novo campo científico, que pode ser um dos mais relevantes no século XXI.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo tem a intenção de compreender o ambiente de construção de brinquedos na perspectiva do paradigma de ambiente enriquecido da neurociência, e trazer à reflexão questões que emergiram durante período de permanência da pesquisadora/observador em campo, quanto aos aspectos que um ambiente educacional enriquecido deve privilegiar em sua composição com a finalidade de realizar e/ou potencializar os processos de ensino e aprendizagem de professores e alunos. Para isso partiu-se da seguinte pergunta problematizadora: como se dá a interação dos professores e dos alunos em ambiente educacional em ambiente distinto da escola, no qual a condução das atividades não é realizada pelo professor da turma, mas pelo formador do centro de ciência, onde há disponibilidade de materiais e proposta de atividade baseada na autonomia dos alunos?

Compreender a interação de alunos em oficinas de construção de brinquedos representa importante e necessária contribuição à literatura, mas principalmente à prática educacional, na medida em que os dados revelam comportamentos paradoxais de alunos que em sala de aula apresentam comportamento insatisfatório, mas que nas oficinas apresentam bom desempenho, superando as expectativas de seus professores. Se reidentificou no ambiente escolar o processo de culpabilização do aluno por sua não aprendizagem em contexto escolar. Há extensa literatura que critica essa forma de lidar com o problema de não aprendizagem por alunos de classe social desfavorecida.

A não aprendizagem de alunos é um processo complexo que deve ser compreendido de maneira integral, de forma a abranger a concepção de ensino-aprendizagem do professor, suas expectativas em relação ao aluno, clareza nos objetivos pedagógicos a serem alcançados, assim como coerência nas metodologias utilizadas para o alcance dos objetivos pedagógicos propostos, considerando também os métodos de avaliação, que deve ser realizada com o objetivo de identificar os avanços obtidos pelos alunos, e não de forma rasa: “conseguiu ou não conseguiu”.

Nesse sentido, além de buscar atingir o objetivo de compreender os alunos no ambiente de construção de brinquedos, esse estudo contribui para a identificação de elementos do ambiente escolar, atuantes mesmo fora da escola, que assumem relevância no seu desempenho e se projetam para além do tempo e espaço da escola daquele momento.

O aluno que apresenta dificuldade de alguma ordem no processo de escolarização nas séries iniciais do ensino fundamental não pode ser considerado aluno incapaz. Devem ser identificadas as causas reais das dificuldades apresentadas, ou seja, quais as dificuldades específicas que o aluno *está* apresentando, porque cada aluno não é um aluno com dificuldade, não é um aluno que *tem*

dificuldade, não *é portador* de: dificuldade de aprendizagem, de distúrbio, de comprometimento, mas sim apresenta, no presente, aspectos a serem pedagogicamente trabalhados em ambiente educacional, como revelou o desempenho positivo de alunos previamente classificados de ineptos.

Ter uma concepção pedagógica clara com métodos adequados para alcançar os objetivos propostos, assim como deixar claro para os alunos o que é esperado dele em cada atividade realizada são de importância relevante para o sucesso de práticas educacionais, seja na escola, no museu, nas oficinas ou em outro ambiente educacional.

Os dados evidenciam que a confiança do docente, entendido nesse trabalho como professor, mediador, coordenador de oficinas, em relação aos alunos se mostrou de fundamental importância para o desempenho dos alunos durante as oficinas. A confiança baseada na consciência de que os alunos estão em processo de aprendizagem e de desenvolvimento a cada minuto, a cada nova experiência realizada em sala de aula, pode fazer a diferença para o aluno, segundo a forma como esse tempo com o aluno seja explorado pelo professor.

Um ambiente educacional enriquecido não depende apenas de um “professor enriquecido”, que enxergue o aluno como um indivíduo em desenvolvimento, depende também das condições estruturais desses ambientes que atuam diretamente ou indiretamente no desenvolvimento da dinâmica em sala de aula, quais sejam: disponibilidade de materiais para elaboração de atividades diferenciadas, número de alunos por classe, presença de assistente para auxiliar o professor, até as condições de trabalho do professor no ambiente escolar, mas que influem sobremaneira na forma como o professor chega em sala de aula, como acúmulo de cargo, salário baixo (o que muitas vezes é a causa da excessiva carga horário diária do professor), falta de clareza nos referenciais teóricos utilizados.

O museu de ciências contém em si acervo, atividades e metodologia de ensino que permitem considerá-lo “um ambiente de aprendizagem enriquecido”. As oficinas de construção de brinquedos favorecem o aprender fazendo (*learning by doing*) e são exemplos práticos do *hands on, minds on, hearts on science*. *Hands on*, pois os alunos são agentes ativos no processo de construção do brinquedo. *Minds on*, pois na metodologia utilizada, o aluno interage mentalmente com a atividade na realização de leitura e interpretação de texto para construção do brinquedo, devendo encontrar alternativas para solucionar problemas que se apresentam durante sua resolução, no momento em que o aluno questiona como explicar determinado fenômeno apresentado pelo brinquedo em funcionamento e quando tem contato com a sequência de ações necessárias, para tornar possível finalizar a construção do brinquedo e seu funcionamento. Também podemos considerar que o *minds on* consiste na atenção e motivação constantes que ocorrem durante a atividade e no momento de registrar a experiência por meio da indicação “Aprendendo e brincando eu aprendi que...” Neste

momento são convidados a recordar a experiência vivenciada e deixarem impressas por desenho ou em escrita os aspectos mais significativos extraídos da atividade. O *hearts on* está presente no envolvimento do aluno com a atividade, na alegria apresentada ao finalizar a construção do brinquedo, na vinculação apresentada entre as crianças que se veem capazes de realizar a construção de brinquedo funcional, e por meio da interação e do divertimento promovidos pelo brincar com o brinquedo construído, de forma compartilhada com as outras crianças do grupo. Observamos, assim, que a atividade estudada baseou-se no *learning by doing* e contém os princípios *hands on*, *minds on* e *hearts on*, dos quais maior intensidade em um dos gera maior intensidade nos demais, ocorrendo de forma concomitante.

O professor e mediador da atividade tem papel essencial como elemento enriquecedor do ambiente de aprendizagem, cuja expectativa em relação ao desempenho dos alunos, assim como sua concepção de ensino e de aprendizagem influem significativamente no ambiente e condução da atividade.

Este estudo também revelou a importância de considerar os ambientes de aprendizagem em perspectiva integral, considerando os componentes físico-estruturais e os componentes humanos ao conceber o ambiente educacional.

Nos ambientes de aprendizagem, os ganhos são múltiplos e não se restringem ao ensino e aprendizagem de conteúdos. Entre as outras formas de aprendizagem realizadas de maneira direta ou indireta estão as aprendizagens comportamentais, aprendizagem ou exercício de habilidades, de convivência e de valores.

Alunos que na educação formal oferecida pela escola foram rotulados como alunos com dificuldades de aprendizagem, neste ambiente apresentaram desempenho e envolvimento tão bom quanto dos alunos considerados normais. Dessa forma, observou-se que o ambiente como meio que propicia ou não a aprendizagem e o desenvolvimento dos alunos é composto por elementos de natureza física-estrutural e humana.

Durante o período em campo, foi observado, com frequência, professores afirmarem que determinados alunos possuem “deficiência de aprendizagem”, “distúrbio”, dentre outras disfunções no sistema nervoso. Porém, esses alunos, durante as oficinas de construção de brinquedos científicos, mostraram-se tão competentes e, às vezes, em alguns casos, até melhores que alunos considerados “bons”. Foi identificada durante entrevistas com as professoras a frequente classificação dos alunos como possuidores de “*dificuldade de aprendizagem*”, “*distúrbio*”, “comprometimento”, como meio de justificar seu baixo rendimento em sala de aula. Este assunto merece atenção por parte das autoridades responsáveis pela gestão de ambientes educacionais,

assim como dos educadores, pois essas “rotulações” têm o poder de repercutir em toda trajetória escolar e na vida de convivência do aluno.

Por meio dos conhecimentos atuais de cérebro – neuroplasticidade e neurogênese – não faz sentido os professores terem uma concepção estática do aluno, como ficou comprovado pelo desempenho adequado de alunos antes rotulados como deficientes em potencial de aprendizagem.

Por essa razão, este estudo reitera que não se pode afirmar que o problema da não aprendizagem das crianças tem causa biológica ou psicológica, visto que todas elas biologicamente e neurofisiologicamente estão em constante processo de aquisição de conhecimentos escolares, sejam de conteúdos, habilidades ou convivência. A todo momento estão aprendendo senão conteúdos escolares, aprendendo maneiras de se comportar, de reagir a determinados estímulos e formando autoconceitos. Sendo fundamental para esta etapa a participação do professor/educador, este deve se conscientizar da significação dos estímulos que oferece à criança em ambiente educacional, o qual pode ter repercussões positivas ou negativas.

Observou-se a importância da atenção dos docentes em relação às suas expectativas em relação aos alunos, à sua concepção/visão de aprendizagem, que exerce significativa influência durante as oficinas, à forma como esse educador orientará as crianças e ao seu desempenho na realização das atividades preparadas para elas.

Acompanhamento deve ser dado após- diagnóstico, sendo necessário acompanhar as crianças, familiares e professoras com o objetivo de lhes oferecer recursos, para que possam lidar de forma construtiva, positiva, em prol da melhoria do desempenho escolar da criança, em contraposição ao observado com os desdobramentos negativos que o diagnóstico pode oferecer à criança, sendo que parte deles acabam por gerar baixa autoestima e baixa expectativa na criança em relação a si mesma. Segundo Freire (2009), a autodesvalia é resultado da introjeção que os oprimidos fazem da visão que têm deles seus opressores; de tanto ouvirem de si mesmos julgamentos negativos, os oprimidos terminam por se convencer de sua “incapacidade”.

Apesar de amplamente discutido na literatura a questão dos testes, seus usos e consequências são evidentes na justificação de decisões e na formação de conceito do professor em relação ao aluno. Seus critérios e formatos devem ser revisados quanto à sua validade e pertinência, devendo ser necessariamente claros, para receber essa clientela escolar, principalmente quando culminam em encaminhamento médico, psicológico, neurológico.

Considera-se que o método de estudo de caso etnográfico aplicado à educação foi efetivo neste estudo, pois propiciou a identificação de elementos constituintes de ambiente educacional,

contribuindo para melhor entendimento das variáveis presentes num ambiente de aplicação de oficinas de construção de brinquedos e nos desafios vividos pelos professores em sala de aula.

Ao se pensar o ambiente educacional e as formas de torná-lo enriquecido, torna-se necessário pensá-lo em sua dupla composição: (i) ambiente físico composto por ambiente agradável, material didático acessível ao aluno e (ii) ambiente humano com concepção pedagógica clara entre os docentes, assim como metodologia que permita ao aluno atingir os objetivos propostos nas atividades.

A ampla divulgação do cérebro como órgão em contínuo desenvolvimento e remodelamento pode oferecer novos elementos para o professor em sua prática docente, na medida em que ele considere que esses processos são realizados em ambiente educacional.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, A. C. (2008). *Ciência, Educação e Sociedade: o caso do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC) e da Fundação Brasileira de Ensino de Ciências (FUNBEC)*. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz. Casa de Oswaldo Cruz. [Tese de Doutorado em História das Ciências e da Saúde] .
- ADAMS, M., & MOUSSOURI, T. (2002). The Interactive Experience: Linking Research and Practice. *Proceedings of International Conference on Interactive Learning in Museums of Art and Design*.
- ALTMAN, J., & DAS, G. D. (1964). Autoradiographic examination of the effects of enriched environment. *Nature*, pp. 204: 1161-1163.
- ALTMAN, J., & DAS, G. D. (1965). Autoradiographic and histological evidence of postnatal hippocampal neurogenesis in rats. *J. COMP. NEUR.*, 124, pp. 319-335.
- ANDRÉ, M. E. (2005). *Estudo de caso em pesquisa e avaliação educacional*. Brasília: Líber.
- ARNDT, P. A. (2012). Design of Learning Spaces: emotional and cognitive effects of learning environments in relation to child development. *Mind, Brain and Education*, pp. 41-48.
- BRASIL. (1997). *Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental*. Brasília: MEC/SEF.
- BARROS, D. M., & CARVALHO, F. A. (2011). I Seminário Nacional de Neurociência Aplicada à Educação. *UDESC em Ação*, vol 5, n 1.
- BATTRO, A. M., & CARDINALI, D. P. (1996). Más cerebro en la educación. [Electronic version] *La Nación*. Extraído em 17 de julho de 2012 de <http://www.byd.com.ar/cerebrn.pdf>.
- BATTRO, A. M., & FISCHER, K. W. (2012). Mind, Brain, and Education in the Digital Era. *Mind, Brain and Education*, vol 6, n 1, pp. 49-50.

- BEAR, M. F. (2008). *Neurociências: desvendando o sistema nervoso*. Porto Alegre: Artmed.
- BEAR, M. F., CONNORS, B. W., & PARADISO, M. A. (2002). *Neurociências: desvendando o sistema nervoso*. Porto Alegre: Artmed.
- BOGDAN, R., & BIKLEN, S. (1994). *Investigação Qualitativa em Educação*. Porto.
- BROCKINGTON, G. (2011). *Neurociência e Educação: investigando o papel da emoção na aquisição e uso do conhecimento científico*. São Paulo: [Tese de Doutorado - Faculdade de Educação].
- BRODZINSKI, J. (2000). *O que as crianças “limítrofes” revelam através da escrita?* Curitiba: Universidade Federal do Paraná [Dissertação de Mestrado - Curso de Pós-Graduação em Linguística de Língua Portuguesa].
- BRUER, J. (november de 2002). Avoiding the pediatrician's error: how neuroscientists can help educators (and themselves). *Nature neuroscience*, vol.5, pp. 1031-1033.
- BRUER, J. T. (november de 1997). Education and the brain: a bridge too far. *Educational Researcher*, vol 26, n 8, pp.4-16.
- CAJAL, S. R. (1894). From: The Croonian Lecture. The fine structure of the nerve centers [Proceedings of the Royal Society of London 55: pp.444-468]. In: DeFelipe, J. & Jones, E. G. (eds). *Cajal on the cerebral cortex: anannotated translation of the complete writings*. New York: Oxford University Press, 1988, pp.83-88
- CAMERON, H. A., & MCKAY, R. D. (9 de Jul 9 de 2001). Adult neurogenesis produces a large pool of new granule cells in the dentate gyrus. *J Comp Neurol*, vol 435, n 4, 406-417.
- CAMMAROTA, M., BEVILAQUA, L. R., & IZQUIERDO, I. (2008). Aprendizado e Memória. In: R. LENT, *Neurociência da mente e do comportamento*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, pp. 241-252
- CAREW, T. J., & MAGSAMEN, S. H. (9th september 2010). Neuroscience and Education: an ideal partnership for producing evidence-based solutions to guide 21st century learning. *Neuron*, 67, pp. 685-688.

- CARLAN, C. U. (2008). Os Museus e o Patrimônio Histórico: uma relação complexa. *HISTÓRIA (São Paulo)*, vol 27, n 2, pp. 75-88.
- CASH, T., & TAYLOR, B. (1991). *Ciência Divertida: eletricidade e imãs*. São Paulo: Melhoramentos.
- CAZELLI, S., COSTA, A. F., & MAHOMED, C. (2009). O que precisa ter um futuro professor em seu curso de formação para vir a ser um profissional de educação em museus? *ENCONTRO ARTICULANDO A UNIVERSIDADE E A ESCOLA BÁSICA NO LESTE FLUMINENSE: AÇÕES, REFLEXÕES E ALTERNATIVAS FUTURAS*.
- CAZELLI, S., MARANDINO, M., & STUDART, D. C. (2003). Educação e Comunicação em Museus de Ciências: aspectos históricos, pesquisa e prática. In: G. GOUVÊA, M. MARANDINO, & M. C. LEAL, *Educação e Museu: a construção social do caráter educativo dos museus de ciências*. Rio de Janeiro: Access/FAPERJ, pp. 83-106
- CHELINI, M. J., & LOPES, S. G. (jul-dez de 2008). Exposições em museus de ciências: reflexões e critérios para análise. *Anais do Museu Paulista*, pp.205-238.
- CLARKE, E. H. (7th august 1874 b). The Building of a brain: the duties of educators. *The New York Times*.
- CLARKE, E. H. (1874a). *The building of a brain*. Boston: James R. Osgood.
- COLLARES, C. A. (1995). *O cotidiano escolar patologizado: espaço de preconceitos e práticas cristalizadas*. Campinas: Tese (livre docência) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação.
- CRUICKSHANK, W. (june/july 1981). A new perspective in teacher: the neuroeducator. *Journal of Learning Disabilities*, vol 14, n 6, pp.337-367.
- DANGELO, J. G., & FATTINI, C. A. (2009). *Anatomia básica dos sistemas orgânicos: com a descrição dos ossos juntas, músculos, vasos e nervos*. São Paulo: Atheneu.
- DEHEINZELIN, M. (1995). *A fome com a vontade de comer: uma proposta curricular de educação infantil*. Rio de Janeiro: Petrópolis.
- DELVAL, J. (2008). *El desarrollo humano*. Madrid. Spain: Siglo.

- DEWEY, J. (1959). *Democracia e Educação* (3ª ed.). São Paulo: Companhia Editora Nacional.
- DIAMOND, M. C. (2001). Response of the Brain to Enrichment. *An. Acad. Bras. Cienc.*, 73, n 2.
- DIAS, A. F. (2011). *O jovem autor de ato infracional e educação escolar: significados, desafios e caminhos para a permanência na escola*. [Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos]. São Carlos: UFSCAR.
- DIERKING, L. D. (2002). The role of context in children's learning from objects and experiences. *Multiple perspectives on children's object-centered learning*, 3-18.
- DONALDSON, H. H. (1895). *The growth of brain: a study of the nervous system in relation to education*. The Contemporary Science Series. Havelock Ellis. Ed. London: Walter Scott. [Book available for download at: <http://www.archive.org/details/growthofbrainstu00donauoft>].
- DRAGANSKI, B., GASER, C., BUSCH, V., SCHUIERER, G., BOGDAHN, U., & MAY, A. (January de 2004). Changes in grey matter induced by training. *Nature*, vol. 427.
- DRAGANSKI, B., GASER, C., KEMPERMANN, G., KUHN, G. H., WINKLER, J., BÜCHEL, C., & MAY, A. (7th june 2006). Temporal and spatial dynamics of brain structure changes during extensive learning. *The Journal of Neuroscience*, 26, n 23, pp. 6314–6317.
- DUBINSKY, J. (16th june 2010). Neuroscience Education for Prekindergarten - 12 Teachers. *The Journal of Neuroscience*, pp. 8057-8060.
- ERIKSSON, P. S., PERFILIEVA, E., BJÖRK-ERIKSSON, T., ALBORN, A. M., NORDBORG, C., PETERSON, D. A., & GAGE, F. (november de 1998). Neurogenesis in the adult human hippocampus. *Nature Medicine*, vol 4, n 11, pp.1313-1317.
- FERNÁNDEZ, G., & BENLLOCH, M. (2000). Interactive exhibits: how visitors respond. *Museum International*, vol 52, n° 4, 53-59.
- FISCHER, K. W., DANIEL, B. D., IMMORDINO-YANG, M. H., STERN, E., BATTRO, A., & KOIZUMI, H. (2007). Why Mind, Brain, and Education ? Why Now? *Mind, Brain, Education*, vol 1, n 1, pp. 1-2.

- FISCHER, K. W., GOSWAMI, U., & GEAKE, J. (2010). The Future of Educational Neuroscience. *Mind, Brain, and Education*, vol.4, nº2.
- FOSTER, T. I. (1815). *Essay on the application of the organology of the brain to education*. London: The Pamphleteer.
- FREIRE, Paulo. *Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa*. 24ed. São Paulo: Paz e Terra, 2002.
- FRELLER, C. C. (2004). Crianças portadoras de queixa escolar: reflexões sobre o atendimento psicológico. In: A. M. MACHADO, & M. PROENÇA, *Psicologia escolar: em busca de novos rumos*. São Paulo: Casa do Psicólogo.
- GAGE, F. (1st february 2002). Neurogenesis in the adult brain. *The Journal of Neuroscience*, vol 22, n 3, pp.612–613.
- GASPAR, A. (1993). *Museus e centros de ciência - conceituação e proposta de um referencial teórico*. São Paulo: USP [Tese de Doutorado - Faculdade de Educação].
- GATTI, B. A., & GOLDBERG, M. A. (agosto de 1974). Influência dos "kits": os cientistas no desenvolvimento do comportamento científico em adolescentes. *Revista Cadernos de Pesquisa*, n.10, pp.13-23.
- GAZZANIGA, M. S., & HEARTHERTON, T. F. (2005). *Ciência Psicológica*. Porto Alegre: Artmed.
- GEAKE, J., & COOPER, P. (june 2003). Cognitive Neuroscience: implications for education? *Westminster Studies in Education*, vol.26, n.1, pp. 7-20.
- GLOBUS, A., ROSENZWEIG, M. R., BENNETT, E. L., & DIAMOND, M. C. (1973). Effects of differential experience on dendritic spine counts in rat cerebral cortex. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, vol 82, n 2, pp.175-181.
- GOSWAMI, U. (12th april 2006). Neuroscience and education: from research to practice? *Nature Reviews Neuroscience*, pp. 2-7.
- GOULD, E., & GROSS, C. G. (1st February 2002). Neurogenesis in adult mammals: some progress and problems. *The Journal of Neuroscience*, 22, n. 3, pp. 619–623.

- GREENOUGH, W. T., BLACK, J. E., & WALLACE, C. S. (1987). Experience and Brain Development. *Child Development*, 58, pp. 539-559.
- GREENWOOD, R. (2009). Where are the educators? What is our role in the debate? *Cortex*, pp. 552-554.
- GRENOUGH, W. T., WEST, R. W., & DEVOOGD, T. J. (8th december 1978). Postsynaptic plate perforations: Changes with Age and Experience in the Rat. *Science*, 202, pp. 1096–1098.
- GUO, G., & STEARNS, E. (Mar. de 2002). The social influences on the realization of genetic potential for intellectual development. *Oxford Journals - Social Forces*, vol.80, n.3, pp. 881 - 910.
- HADDAD, L. (1997). A ecologia do atendimento infantil: construindo um modelo de sistema unificado de cuidado e educação/Lenira Haddad; orientação: Tizuko Morchida Kishimoto; co-orientação: Lars Gunnarsson. São Paulo: Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.
- HALLECK, R. P. (1904). *The education of the central nervous system: a study of foundations, especially of sensory and motor training*. New York: Macmillan. [Book available for download at: <http://www.archive.org/details/educationofcentr00halluoft>.]
- HARPER, B., CECCON, C., OLIVEIRA, M. D., & OLIVEIRA, R. D. (1985). *CUIDADO, ESCOLA! desigualdade, domesticação e algumas saídas* (19^a ed.). São Paulo: Brasiliense.
- HOUAISS, A., & VILLAR, M. S. (2007). *Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro: Objetiva.
- JACOBS, B., SCHALL, M., & SCHEIBEL, A. B. (1993). A quantitative dendritic analysis of Wernicke's area in humans. II. Gender, hemispheric, and environmental factors. *The journal of comparative neurology*, 327, pp. 97-111.
- KANDEL, E. R., SCHWARTS, J. H., & JESSEL, T. M. (2000). *Principles of neural science*. New York/ USA: McGraw-Hill.
- KANDRATAVICIUS, L., MONTEIRO, M. R., ROMCY- PEREIRA, R. N., ARISI, G. M., CAIRASC, N. G., & LEITE, J. P. (2007). Neurogênese no cérebro adulto e na

condição epiléptica. *Journal of Epilepsy and Clinical Neurophysiology*, vol.13, n.3, pp. 119-123.

KEMPERMANN, G., & GAGE, F. (may de 1998). Closer to neurogenesis in adult humans. *Nature Medicine*, vol 4, n 5, pp.555-557.

KEMPERMANN, G., KUHN, H. G., & GAGE, F. H. (april de 1997). More hippocampal neurons in adult mice living in an enriched environment. *Nature*, 386, pp. 493-495.

KEMPERMANN, G., KUHN, H. G., & GAGE, F. H. (s.d.). More hippocampal neurons in adult mice living in an enriched environment. *Nature*, vol 386, pp. 493– 495.

KLISYS, A., SCARINCI, A. L., FIGUEIREDO NETO, A. F., & SONCINI, M. I. (2009). *Brinca Ciência: um ensaio lúdico educativo sobre Ciência & Tecnologia na escola pública do município de Santo André*. Santo André: Secretaria de Educação e Formação Profissional da Prefeitura de Santo André.

KOIZUMI, H. (2004). The concept of 'developing the brain': a new natural science. *Brain & Development*, 26, pp. 434–441.

KOLB, B., & WHISHAW, I. Q. (2002). *Neurociência do comportamento*. Barueri: Manole.

KOLB, B., GIBB, R., & ROBINSON, T. E. (Feb de 2003). Brain Plasticity and Behavior. *Current Directions in Psychological Science*, 12, n 1, pp. 1-5.

KRASILCHIK, M. (1990). The scientists: an experiment in science teaching. *INT. J. SCI. EDUC*, vol 12, n 3, pp. 282-287.

KRASILCHIK, M. (1995). The ecology of science education. *Int. J. SCI. EDUC.*, vol 17, n°4, 413-423.

KRECH, D., ROSENZWEIG, M. R., & BENNET, E. L. (1960). Effects of environmental complexity and training on brain chemistry. *J Comp Physiol Psychol*, vol 53, pp. 509-519.

KRECH, D., ROSENZWEIG, M. R., & BENNETT, E. L. (1962). Relations between brain chemistry and problem-solving. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, vol. 66, n. 5, pp. 801-807.

- LENT, R. (2008). Neuroplasticidade. In: R. LENT, *Neurociência da mente e do comportamento*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, pp. 111-132
- LOUZADA, F. M. (2000). *Um estudo sobre a expressão da ritmicidade biológica em diferentes contextos sócio-culturais: o ciclo vigília-sono de adolescentes*. São Paulo. [Tese de Doutorado - Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo].
- McMANUS, P. M. (1992). Topics in museums and science education. *Studies in Science Education*, n. 20, 157-182.
- MACEDO, L. D. (2002). A questão da inteligência: todos podem aprender? In: M. K. OLIVEIRA, C. T. REGO, & D. T. SOUZA, *Psicologia, educação e as temáticas da vida contemporânea*. São Paulo: Moderna, pp. 117-134
- MACEDO, L. D. (2005). *Ensaio Pedagógico: como construir uma escola para todos?* Porto Alegre: Artmed.
- MARANDINO, M. (2005). Educação em museus de história natural: possibilidades e desafios de um programa de pesquisa. *VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias*.
- MARANDINO, M. (2008). *Educação em museus: a mediação em foco*. São Paulo: Geenf / FEUSP.
- MATURANA, H., & VARELA, F. (2001). *A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana*. São Paulo: Palas Athena.
- MINAYO, M. C. (2010). *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. São Paulo: HUCITEC.
- NETO, A. F., KLISYS, A., SCARINCI, A. L., & SONCINI, M. I. (2009). *Brinca Ciência: um ensaio lúdico educativo sobre ciência e tecnologia na escola pública do município de Santo André*. Prefeitura de Santo André.
- NICOLELIS, M. A., & LEBEDEV, M. A. (july 2009). Principles of neural ensemble physiology underlying the operation of brain-machine interfaces. *Nature Reviews: Neuroscience*, 10, pp. 530-540.

- NITHIANANTHARAJAH, J., & HANNAN, A. J. (september 2006). *Enriched environments, experience-dependent plasticity and disorders of nervous system*, 7, pp. 697-709.
- OECD. (2002). *Understanding the Brain: Towards a New Learning Science*. France: Paris: OECD.
- OECD. (2007). *Organization for economic co-operation an development. Understanding the brain: the birth of a learning science*. Paris, França: Centre for Educational Research and Innovation , OECD Publishing.
- OPPENHEIMER, F. (1968). A rationale for a science museum. *Curator*, vol 11, n 3, pp. 206-209.
- PADILLA, J. (2001) Conceptos de Museo y Centros Interactivos. In: Educação para a Ciência: Curso para treinamento em Centros e Museus de Ciências. Silvério Crestana (org.). São Paulo: Editora Livraria da Física.
- PECOTCHE, C. B. (1997). *Introdução ao Conhecimento Logosófico* (2ª ed.). São Paulo: Logosófica.
- PECOTCHE, C. B. (2008). *O espírito*. São Paulo: Logosófica.
- PLOMIN, R., & DANIELS, D. (2011). Why are children in the same family so different from one another? *International Journal of Epidemiology*, vol 40, pp. 583-582.
- POSNER, M. I., & ROTHBART, M. K. (march 2005). Influencing brain networks: implications for education. *Trends in Cognitives Sciences*, vol 9, n 3, pp. 99-103.
- POZO, J. I. (2002). *Aprendizes e Mestres: a nova cultura da aprendizagem*. Porto Alegre: Artmed.
- PROENÇA, M. (2002). Problemas de aprendizagem ou problemas de escolarização? Repensando o cotidiano escolar à luz da perspectiva histórico-crítica em psicologia. In: M. K. OLIVEIRA, T. C. REGO, & D. T. SOUZA, *Psicologia, educação e as temáticas da vida contemporânea*. São Paulo: Moderna, pp. 177-195
- RAW, I. (julho de 2005a). Cientista bom de briga. In: IZIQUE, Cláudia; MARCOLIN, Neldson. *Revista FAPESP*, n 113, Disponível em:

<http://revistapesquisa2.fapesp.br/?art=2860&bd=1&pg=1&lg>. Data de acesso 26 de julho de 2012.

RAW, I. (2005b.). Autobiografia. (mimeo. no prelo).

RAW, I. (2010). Entrevista Isaías Raw. Disponível em:
<<http://revista.brasil.gov.br/personagens/isaias-raw/entrevista>>. Data de acesso: 28 de julho de 2012.

RIST, R. (1970). Student Social Class and Teacher Expectations: The Self-Fulfilling Prophecy in Ghetto Education. *Harvard Educational Review*, vol 40, n 3,, pp.411-451.

ROGERS, C. R. (1983). *Um jeito de ser*. São Paulo: EPU.

ROSENTHAL, R., & JACOBSON, L. (1968). *Pygmalion in the classroom: teacher expectation and pupil's intellectual development*. New York: Holt, Rinehart & Winston.

ROSENZWEIG, M. R. (2006). MARK R. ROSENZWEIG. In: L. R. Squire, *The History of Neuroscience in Autobiography*. London, UK: Elsevier Academic Press, Vol. 5, pp. 613-653

ROSENZWEIG, M. R. (2006). Mark R. Rosenzweig. In: L. R. Squire, *The History of Neuroscience*. vol 5. Massachusetts, USA: Elsevier Academic Press, pp. 613-654

ROSENZWEIG, M. R., BENNETT, E. L., & DIAMOND, M. C. (1972). Brain changes in response to experience. *Sci Am*, 226, pp.22-29.

ROUSSOU, M. (january 2004). Learning by Doing and Learning Through Play: An Exploration of Interactivity in Virtual Environments for Children. *ACM Computers in Entertainment*, vol 2, n 1, pp. 1-22.

RUBIALES, R. (2008). Breves notas sobre los jóvenes y la experiencia museal. *Museos, educación y juventud: memorias del V Encuentro Regional de América Latina y el Caribe sobre Educación y Acción Cultural en Museos - CECA-ICOM*, pp. 19-22.

SABBATINI, M. (4 a 7 de setembro de 2009). Museus e centros de ciência de quarta geração (4G) e o desenvolvimento sustentável: um mapa possível para a confluência entre divulgação científica e comunicação e extensão rural. *XXXII Congresso Brasileiro da Comunicação*.

- SAWAYA, S. M. (2002). Novas perspectivas sobre o sucesso e o fracasso escolar. In: M. K. OLIVEIRA, T. C. REGO, & D. T. SOUZA, *Psicologia, educação e as temáticas da vida contemporânea*. São Paulo: Moderna, pp. 197-213
- SEGAL, M. (Apr de 2005). Dendritic spines and long-term plasticity. *Nature reviews: neuroscience*, 6, pp. 277-284.
- SILVA, M. H. (1992). *Professor como sujeito do fazer docente: a prática pedagógica nas quintas séries*. São Paulo: [Tese de Doutorado – Faculdade de Educação].
- SILVA, C. L. (2012). *Concepção histórico-cultural do cérebro na obra de Vigotski*. São Paulo: Tese [Doutorado – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo].
- SIMS, R. (1997). Interactivity: A Forgotten Art? (Elsevier, Ed.) *Computers in Human Behavior*, vol. 13, n° 2, pp. 157-180.
- SMITH, M. (1996). *Non-formal education*. Disponível em: <<http://www.infed.org/biblio/b-nonfor.htm>> Data de acesso: 20 de setembro de 2012.
- SQUIRE, L. R., & KANDEL, E. R. (2003). *Memória: da mente às moléculas*. Porto Alegre: Artmed.
- STERN, E. (4th november 2005). Pedagogy Meets Neuroscience. *Science*, vol. 310, n. 5749, p. 745.
- SZÜCS, D., & GOSWAMI, U. (2007). Educational Neuroscience: defining a new discipline for the study of mental representations. *Mind, Brain and Education*, pp.114-127.
- THÉODORIDOU, Z. D., & TRIARHOU, L. D. (2009). Fin-de-siècle Advances in Neuroeducation: Henry Herbert Donaldson and Reuben Post Halleck. *Mind, Brain and Education*, vol. 3, n° 2, pp. 119-129.
- TIRAMONTI, G. (Out. de 2005). La escuela en la encrucijada del cambio epocal. *Educación e Sociedade: revista de ciência da educação*, vol.26, n.92, pp. 889-910.
- VAN PRAAG, H., KEMPERMANN, G., & GAGE, F. H. (december 2000). Neural consequences of environmental enrichment. *Nature Reviews Neuroscience*, 1, pp.191-198.

WAGESNBERG, J. (abril-junio de 2001). “Principios fundamentales de la museología científica moderna”. *B.MM*, n.55, pp. 22-24.

WATT, R. (1824). *Bibliotheca Britannica; or, A general index to British and foreign literature*. Edinburgh: Archibald constable and company, Edinburgh; and Longman, Hurst, Rees, Orme, Brown, & Green; and Hurst, Robinson, & Co.London.

ZICK, G. S. (2010). Os fatores ambientais no desenvolvimento infantil. *Revista de Educação do Instituto de Desenvolvimento Educacional do Alto Uruguai*, vol. 5, n°11, pp.1-18.

APÊDICE I

I. Cuidados éticos relativos à pesquisa

Os contatos estabelecidos entre o pesquisador e os sujeitos da pesquisa foram realizados por meio de observações, conversas informais, entrevistas e registro dos alunos. O protocolo deste estudo recebeu certificado de isenção, sendo analisado pela CEEA – Comissão de Ética em Experimentação Animal e pela CEPsh – Comissão de Ética em Pesquisa com Seres Humanos sob protocolo CEP-ICB N° 342/09 em 6 de outubro de 2009, pois o mesmo não envolve manipulação animal ou humana que justifique uma aprovação quanto aos princípios éticos exigidos em ambas as Comissões.

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi, no caso deste estudo, assinado pelos responsáveis legais do espaço Sabina Escola Parque do Conhecimento, coordenadores das oficinas e formadores, bem como pelos professores responsáveis pelos grupos escolares, quanto à presença da pesquisadora durante a aplicação das oficinas e coleta de dados. Ficou claro a todos os envolvidos que as observações seriam realizadas em caráter de pesquisa e o anonimato dos participantes assegurado. Também foi esclarecido que em qualquer momento poderiam pedir os esclarecimentos que desejarem e até mesmo deixarem a pesquisa, retirando seu consentimento, sem quaisquer consequências para os mesmos.

APÊDICE II

7.2.1. Interação criança-brinquedo

Interação criança-brinquedo	Subcategorias	Brinquedo
“Olha que d’hora, que muito loco!” (Mailon)	Descoberta	Câmara escura
“Tá de ponta cabeça. Eu rodo [giro] e ainda fica de ponta cabeça. Professor [Formador Bruno] o meu tá de ponta cabeça.” (Mailon)	Descoberta	Câmara escura
“O meu tá de ponta cabeça! Tá com um defeito grave!” (Henrique)	Descoberta/Interpretação	Câmara escura
“Nossa! Eu pensei que ia ficar embaçado por causa desse papel ¹ ...” “Aí que loco, você vai aproximando, [a imagem] vai aumentando.” (Elias)	Descoberta/Relação de causa e efeito	Câmara escura
“Ó professora é um filme! É um filme!” “Tá de cabeça pra baixo!” (Wesley)	Analogia/Descoberta	Câmara escura
“Está o contrário”(Alexandre)	Descoberta	Câmara escura
“Dá pra ver a imagem certinha! Que legal!” “Eu só tenho uma dúvida. Por que a imagem é invertida?” (Marcos)	Descoberta/Questionamento	Câmara escura
Olha! Quando liga a chavinha, isso aqui [bobina] gira!	Descoberta/Relação de causa e efeito	Motor Elétrico
Alunos identificam deformação das imagens quando observadas através da garrafa com água – descrição do diário de campo	Descoberta	Ludião
“Olha está tudo de cabeça para baixo! Por que está de cabeça para baixo?” (Nicolas)	Descoberta/Questionamento	Câmara escura
“E como fica de cabeça para cima? Muito legal!” (Carlos)	Questionamento	Câmara escura
Nicolas marca na caixa posição na qual a imagem apresenta maior nitidez. Ele encontrou o foco – descrição do diário de campo	Descoberta	Câmara escura
“Por que tá de ponta cabeça?” (Ygor)	Questionamento	Câmara escura
Leonardo faz da caixa azul um megafone. Depois observa pelo furo da caixa. Faz “tic” como se tivesse tirando uma foto. – descrição do diário de campo.	Criatividade na exploração dos materiais	Câmara escura
Lucas fala a outra criança: “Já pensou esse barquinho numa piscina?” – Após teste em que foi realizado em uma cuba com água com dimensões de aproximadamente 40x80cm	Criatividade – possibilidades de exploração com o brinquedo	Barco a corda
“Prô, parece um cinema!” “Professora, eu tô filmando!” (Leonardo)	Criatividade na exploração do brinquedo	Câmara escura
“Essa lente é tão boa” colocando-a na frente dos olhos. (Lucas)	Exploração/Qualidade dos materiais	Câmara escura
“Material tão bonito pra gente!” (Tifani)	Qualidade dos materiais	Câmara escura
“Olha a lente que legal. A lente é de verdade. Não é de brinquedo!” (aluna)	Qualidade dos materiais	Câmara escura

¹ Papel vegetal tem a função de aparador para formação da imagem.

7.2.2. Interação criança - ciência

Interação criança-ciência	Subcategorias	Brinquedo
“Eu aprendi que [para fazer] ciências e experimento não precisa ser um cientista, basta você querer.” (registro no livro)	Mudança de conceito sobre ciência e cientista	Equilibrista
“Esse é um exemplo para quem quer ser um cientista” (registro no livro)	Relação do brinquedo – ciência – cientista	Câmara escura
“Quando você pega um carro velho pegue duas baterias ligue no fiiu do seu carrinho, Pronto?” (registro no livro)	Roteiro de Procedimentos/Relação causa e efeito/ Correlação com fenômeno do cotidiano	Motor elétrico
“Eu descobri que o som é às vezes é saído do vento, e também que as cordas vocais vibram quando a gente fala, por causa do vento que entra. e o copo no brinquedo amplifica o barulho.” (registro no livro)	Explicação de fenômeno observado/Conceitos de ciências – <i>Amplificar</i> /Relação causa e efeito	Som Espacial
“O barco a corda foi uma experiência muito legal foi a experiência mais legal que eu já fiz. ele funciona com energia que nós colocamos”. (registro no livro)	Experiência satisfatória para o aluno/Conceito de ciências - <i>Energia</i>	Barco a corda
“Eu descobri que para o barco poder se mover na água, é preciso enrolar o elástico e soltar, que fará o movimento do barco. E também é muito criativo, e legal. É isso que eu acho. A Ciência é super legal!” (registro no livro)	Explicação do fenômeno observado	Barco a corda
“Eu gostei quando ela ¹ disse; Que a claridade sempre anda reta e se ela voze ² curva, não sai de ponta cabeça. E nenhuma Luz não faz gurva ³ .” (registro no livro)	Conceito em ciências - <i>Luz</i>	Câmara escura
“Aprender sobre a eletricidade é bom para economizar energia”. (registro no livro)	Ciência e aplicação no cotidiano	Brincadeiras eletrostáticas

7.2.3. Interação criança – ambiente

Interação criança-ambiente	Subcategorias
Quem será o dono da Sabina inteira? Deve ter muito dinheiro para fazer isso tudo!” (Weber)	Qualidade dos materiais/ constituição do ambiente
“Se eu pudesse, eu ficaria o dia inteiro aqui! Foi perguntado por quê: “Porque é legal.” (Gabriel)	Vontade de permanecer mais tempo no ambiente
Ah! Eu queria trabalhar na Sabina. (Beatriz) Eu também. (Samara) É muito legal trabalhar aqui. (Beatriz)	Concepção positiva do ambiente
Em um momento, um dos alunos chegou e falou: “Ah professora, isso é melhor do que lego!” Outro já comentou: “Ah! Isso aqui deve ser muito caro!” E agora mais recentemente, antes de eu sair, eles falaram assim:	Envolvimento dos alunos com o espaço e atividades

¹ “ela” se refere à Formadora.

² “voze” no sentido de “fosse”.

³ “gurva” no sentido de “curva”.

“Professora, poderia substituir o recreio por uma aula dessa? Aí eu pensei logo na propaganda do cartão: Não tem preço o aluno quer substituir o recreio pela aula de ciências”. P2	
---	--

6.2.4. Relação da criança consigo mesma

Relação da criança consigo mesma	Subcategorias	Brinquedo
“Professora, pela primeira vez fiz uma coisa que deu certo”. “O meu ficou igual ao de todo mundo!”. (Marcos)	Capacidade de realização do desafio proposto	Câmara escura
“Essa câmara eu que fiz! Essa é a minha primeira câmara. Não tenho do celular”. E abraça a caixa. (Nicolas)	Autonomia	Câmara escura
“Foi muito legal e divertido construir um equilibrista, porque eu acho muito legal construir suas próprias coisas e também como eu já fiz um, depois quando eu quiser, eu posso fazer vários”. (registro no livro)	Autonomia	Equilibrista de cordas
“... o barquinho... eu não sabia que poderia fazer um barquinho com dois palitos... e um elástico. É surpreendente ver ele funcionando.” (Guilherme)	Capacidade de construção com materiais simples	Barco a corda
“Durante a construção do brinquedo eu confesso que me atrapalhei mas foi só um pouco. No começo eu pensei que não ia gostar, mas depois eu gostei principalmente quando eu consegui equilibrar o meu boneco sozinha aí foi o máximo.”	Avaliação da criança sobre si mesma durante a atividade/ autonomia/satisfação ao realizar o desafio proposto	Equilibrista de corda
“Você viu quanta coisa a gente fez hoje!”. Expressa para outra criança enquanto arruma e guarda seu material para ir embora. (Matheus) ¹	Aluno com distúrbio X centros de interesse da criança/ envolvimento – Dewey/ Dificuldade de aprendizagem/ Escola revelada (quer saber como algo funciona)/ a criança consigo mesma	Barco a corda e câmara escura

6.2.5. O construir e levar para casa

O construir e levar para casa	Subcategorias	Brinquedo
“Oba, tem mais papel pra gente fazer em casa!”	Possibilidade de interação futura com os materiais	Câmara escura
“Meu irmão vai fazer isso em casa”	Possibilidade de compartilhar a experiência	Câmara escura

¹ Esse aluno tem um distúrbio segundo (P3).

“Juntou o material e fez [motor elétrico] com a família. E funcionou!” P1 relata durante formação de professoras	Realização de brinquedo com a família	Motor elétrico
Aluna encontra livro na biblioteca da escola e constrói espontaneamente um jogo baseado nas instruções do livro. – descrição do diário de campo. Ver p. X descrição da experiência em campo; p. X fotos do brinquedo construído; p. anexo com o roteiro de construção do jogo.	Autonomia para confecção de experimento após a participação na oficina	Jogo da Pescaria (CASH & TAYLOR, 1991, p. 27)
Então, assim, uma coisa que eu reparo aqui que fez muito sentido para eles é poder levar tudo que eles fazem aqui para a casa. Eles ficam, assim, muito felizes. Eles nem acreditam. “A gente vai poder mesmo levar para a casa?”, “Isso é nosso mesmo?” Eu acho que isso foi uma coisa muito significativa para eles. F1	Manifestação positiva dos alunos ao ganharem os materiais	-----

7.3. Professoras

7.3.1. Comportamento diferente dos alunos nas oficinas – Subcategorias

Unidade de significado	Tema de análise
Eu achei excelente, bem bacana. O que me deixa intrigada mesmo, assim, é Emerson e o Cleber que são alunos que no português e na matemática tem uma dificuldade tremenda. Chega aqui, ele [Cleber] é o primeiro a fazer. (P5)	<u>Alunos incompetentes na sala de aula/mas competentes nas oficinas</u> Comportamento diferente dos alunos nas oficinas
“Eu acho que um espaço diferente chama a atenção, sem dúvida, a oferta de materiais para a realização da experiência, eles poderem visualizar o que é explicado, todos eles serem atendidos individualmente, tendo seu objeto completado, concluído, funcionando, ter essa explicação do porquê? Faz com que eles se interessem e entendam o que eles fizeram.” (P20)	Características do ambiente - elencadas pela professora como explicação do bom desempenho dos alunos. Comportamento diferente dos alunos nas oficinas
“O fato da gente ter que atender a uma demanda grande dentro de sala de aula dificulta realmente de que você possa se aproximar de todos 100%, alguns ficam meio por si, outros você consegue atender e alguns acabam até ficando.” (P20)	Característica do ambiente/ responsabiliza a estrutura escolar Comportamento diferente dos alunos nas oficinas
“Aqui como nós estávamos em quatro profissionais, podendo atender a todos de uma certa forma e isso fez com que todo mundo conseguisse realizar o experimento.” (P20)	Característica do ambiente/ Responsabiliza a estrutura escolar Comportamento diferente dos alunos nas oficinas
E alunos que tem dificuldade quanto a leitura, quanto a escrita, essa dificuldade é uma barreira eles conseguiram também fazer o experimento independente da dificuldade porque eles usaram alguns mecanismos. Alguns usaram a intuição, outros usaram os desenhos, que é uma leitura mais fácil, mas o importante é que todo mundo concluiu. (P20)	<u>Característica da atividade/</u> responsabiliza a estrutura escolar Comportamento diferente dos alunos nas oficinas
Em sala de aula, como às vezes a leitura e a escrita acaba sendo uma barreira para quem não é alfabetizado, eles acabam perdendo certo interesse pelo que é proposto. E aqui eles conseguiram. Independentemente se lê fluente, ou não, eles conseguiram realizar porque eles conseguiram ler o desenho, eles conseguiram ir tentando, e pelas tentativas, eles conseguiram concluir o experimento.(P20)	<u>Característica da atividade.</u> Comportamento diferente dos alunos nas oficinas
Tanto quanto um que lê fluentemente, né? Então, as vezes um que tem facilidade em certos conteúdos teve até uma certa lentidão para fazer porque lê foi lendo tudo. Aquele outro que já “Ah, eu vou fazer assim!” e foi tentando, ele até chegou mais rápido no resultado, né? E isso é	<u>Características e Procedimentos individuais dos alunos para resolução dos desafio proposto</u> Comportamento diferente dos

estimulante para eles... independente das dificuldades... Ele concluiu o experimento igual todo mundo. (P20)	alunos nas oficinas
Uma coisa que ela (P20) comentou que eu achei legal foi que ela descobriu no grupo aptidões que em sala de aula ela não sabia. Ela comentou... Eu até brinquei com ela: “Peraí que aqui a gente apela, né?” Porque uma coisa é tentar chamar a atenção deles com lousa outra coisa é chamar a atenção com brinquedo que eles fazem. É muito mais fácil pra gente prender a atenção deles que em sala de aula com uma lousa e as próprias palavras. E eu achei isso muito legal (F2)	<u>Características da atividade</u> Comportamento diferente dos alunos nas oficinas
[...]aqui com os nossos brinquedos, com os nossos materiais, ela descobriu coisas nos alunos que ela não fazia a menor idéia... daqueles que se viram melhor ... daqueles que tem mais autonomia para fazer as coisas. Ela falou: “Nossa! Tem aluno aqui que sabe mexer melhor nesse negócio que eu.”(F2)	Comportamento diferente dos alunos – <u>habilidades reveladas</u> Comportamento diferente dos alunos nas oficinas
Na sala de aula você tem conteúdo obrigatório para passar. Você tem 20 alunos, 25, 30 enquanto que o ideal era ter 10...15 no máximo... porque você não tem como ver individualmente cada um. Aqui em cada grupinho numa mesa você vê como eles interagem entre si, quem ajuda quem...(F2)	<u>Características da atividade</u> Comportamento diferente dos alunos nas oficinas
Às vezes aquele aluno mais bagunceiro em sala de aula é o que mais ajuda aqui... e vão ajudando os outros por conta própria. E eles ajudam mesmo: “Deixa que eu te ajudo...”(F2)	<u>Alunos incompetentes na sala de aula/mas competentes nas oficinas</u> Comportamento diferente dos alunos nas oficinas
E assim, e ele é uma criança difícil e ele ficou atento o tempo inteiro. Até comentei com a Fernanda (formadora). Foi surpreendente por que ele não é assim. E ele ficou, ele fez... Foi muito bom porque ele vivenciou e aquilo chamou a atenção para ele. Então, isso é surpreendente. Não é nem a frase, é a atitude dele que foi surpreendente.(P3)	<u>Alunos incompetentes na sala de aula/mas competentes nas oficinas/Envolvimento</u> Comportamento diferente dos alunos nas oficinas
Ele tem uma ...um distúrbio que é... eu nunca lembro o nome do distúrbio, ou seja, ele nunca vai dentro das regras, ele tem que criar suas próprias regras. Aí ó! Isso aí foi um desafio diferente.(P3)	<u>Alunos incompetentes na sala de aula/mas competentes nas oficinas.</u> <u>Desconhecimento da “falha do aluno”</u> Culpabilização do aluno “Ele nunca vai dentro das regras”, mas nas oficinas sim – professora justifica “Aí ó! Isso aí foi um desafio diferente.” Comportamento diferente dos alunos nas oficinas
“você percebe o interesse das crianças da seguinte forma: pela forma como eles se comportam. Você entende? Você olhava para o grupo e não tinha um aluno fazendo bagunça. Eu não precisei em momento algum fazer uma intervenção em função da disciplina. Em nenhum momento um aluno me pediu para beber água ou pra ir ao banheiro. Eles ficaram 3 horas absorvidos nas experiências sem ao menos se dar conta disso. Isso é a maior prova de que é por esse caminho que se aprende. Quando você aprende sem perceber.”(P2)	<u>Interesse/ Envolvimento</u> Comportamento diferente dos alunos nas oficinas
Tudo eles fazem. Tudo o que está pedindo eles fazem. E fazem com o maior gosto assim. [...] uns tem mais dificuldade para fazer. Manual, esse tipo de coisa. Mas todos eles fazem. Todos eles gostam e ninguém dá trabalho aqui. A gente não tem aquele aluno bagunceiro aqui.(F1)	Envolvimento dos alunos Comportamento diferente dos alunos nas oficinas
Os depoimentos deles são muito espontâneos. É aí que você percebe se deu ou não deu certo o projeto. Em um momento, um dos alunos chegou pra mim e falou: “Ah professora, isso é melhor do que lego!” Outro já comentou: “Ah! Isso aqui deve ser muito caro!” E agora mais recentemente, antes de eu sair, eles falaram assim: “Professora, poderia substituir o recreio por uma aula dessa? Aí eu pensei logo na propaganda do cartão. Não tem preço, o aluno quer substituir o recreio pela aula de ciências. (P2)	Envolvimento dos alunos Comportamento diferente dos alunos nas oficinas

O que mais me chamou a atenção hoje foi comentário daquela professora sobre aquele menino. Ela falou que ele não presta atenção, que ele só apronta na escola, ele só fica zoando, e ele não consegue fazer nada. E aqui ele estava totalmente envolvido na atividade. Ele fez tudo. No começo ele até falou: Eu não sei fazer. Faz pra mim. E eu falei: “Não. Você vai fazer. Vamos que eu te ajudo”. Eu fiz no começo com ele. Ele começou fazer. Depois ele fez tudo. Ficou muito feliz. E vinha me mostrar. Você via que... assim, ele interagiu muito bem com as coisas e que pelo que a professora falou se ele não se interessava na escola, aqui ele teve o interesse. Então assim. Ele foi o que mais me chamou a atenção. (F1)	Alunos incompetentes na sala de aula/mas competentes nas oficinas Comportamento diferente dos alunos nas oficinas
--	--

7.3.2. Dificuldades de Aprendizagem – Subcategorias

Unidade de significado	Tema de análise
“Eu tenho 10 assim que vão assim... de boa. Lê, escreve tudo, conta. Só que os outros têm dificuldade”. [...] “Vieram hoje 29, nenhum aluno faltou”. (P7)	Baixo número de alunos “ <i>que vão assim... de boa</i> ” dentro das expectativas da professora Dificuldade de Aprendizagem
“eles já vem defasados né, das séries anteriores” (P7)	Justificativa/causa – histórico escolar do aluno “já veio assim” Dificuldade de aprendizagem
“Tem aluno aqui que tem uma vida difícil. Pra eles isso aqui é um sonho! O Leonardo veio lá do interior de Peruíbe. Morava num abrigo.” Para eles isso aqui é um céu!”. “Essas crianças tem um histórico de vida... Criança adotada é assim... complicado de trabalhar, mas eles são muito inteligentes. P1	Dificuldade de aprendizagem e culpabilização do aluno – histórico de vida/ familiar/ Expectativa do professor em relação ao aluno - contraditório
Criança adotada é assim... complicado de trabalhar, mas eles são muito inteligentes. P1	Falsa democracia de Paulo Freire/ Contradição – são ruins mas são bons
“Até para recortar eles tem dificuldade.” (P7)	Argumento que justifica a Incompetência dos alunos – culpabilização do aluno/ Dificuldade de aprendizagem
“Teve um aluno que falou pra mim – Professora, pela primeira vez fiz uma coisa que deu certo”. Eu falei “Ai, pelo amor de Deus não fala isso! O menino continuou “O meu ficou igual ao de todo mundo!”. (P7)	Reação da professora à fala do aluno/ Relação do aluno consigo mesmo/ Dificuldade de aprendizagem
“Eu acho que vai dar ânimo” (P7)	Impacto do projeto em relação aos alunos/ Falta de ânimo dos alunos- Motivação: Collares - Culpabilização do aluno
“Essa sensação de que – Eu consegui fazer alguma coisa certa – pra aqueles quem tem dificuldade, ela é valiosa”. (P20)	Relação do aluno consigo mesmo/ o que é a dificuldade para o aluno? Ela existe no momento que se inicia a exclusão /Dificuldade de aprendizagem
“criança difícil”(P3) “fraquinho(a)” (P7) “defasados”(P7) “com dificuldade”(P7) – “até para recortar eles tem dificuldade” “com distúrbio”(P3) “com comprometimento motor” (P5) “com déficit” “permanecente”(P5)	Rótulos/ Dificuldade de aprendizagem

<p>“preguiçoso” (P4) “límitrofe” (P7) “de inclusão” (P7) “não alfabetizado” (P9) “reforço” (Marcos) “tem um tipo de deficiência mental, mas acompanha bem as atividades” / Não sabe ler/ Tem deficiência visual(P9) – Paulo Freire</p>	
<p>O Henrique, ele é um aluno que tem 12 anos. Aquele que estava sentado, um grandão. Ele tem doze anos. Ele repetiu 2 vezes a segunda série. Entendeu? É um aluno... Ele tem um comprometimento motor para fazer exercícios de escrita. [B: Ele também não teve dificuldade para fazer.] Ele é muito inteligente. Oralmente ele te responde tudo. Ele tem conteúdo, ele tem repertório.</p>	<p>Rótulos/ Dificuldade de aprendizagem</p>
<p>Marcos pergunta a Ademir: “Você fez reforço quando você era criança?” Ademir responde “Um monte”. Os dois se cumprimentam. “Eu faço reforço” diz Marcos. – registro diário de campo</p>	<p>Rótulos/ Dificuldade de aprendizagem</p>
<p>Jaciara reclama de Bruno para o educador: “Esse menino não faz nada em sala de aula.” “Ele já dormiu com a roupa de ir à escola”. Eu não sei se o irmão dele toma banho para ir à escola”. Bruno ameaça da um tapa no rosto de Jaciara. Beatriz: Você viu professora [para a pesquisadora]? “Ele tentou bater na cara dela!” Ao fazerem registro: Bruno inicia o desenho e Beatriz fala para ele: “É pra fazer mais bonito. E não assim feio”. Jaciara fala: Nunca fiquei de recuperação. Beatriz fala: Fala a verdade. Você nunca ficou de reforço?</p>	<p>Rótulos/ Bulling/ Dificuldade de aprendizagem</p>
<p>E assim, e ele é uma criança difícil e ele ficou atento o tempo inteiro. Até comentei com a Fernanda (formadora). Foi surpreendente por que ele não é assim. E ele ficou, ele fez... Foi muito bom porque ele vivenciou e aquilo chamou a atenção para ele. Então, isso é surpreendente. Não é nem a frase, é a atitude dele que foi surpreendente.(P3)</p>	<p><u>Alunos incompetentes na sala de aula/mas competentes nas oficinas/Envolvimento</u> Comportamento diferente dos alunos nas oficinas</p>
<p>Ele tem uma ...um distúrbio que é... eu nunca lembro o nome do distúrbio, ou seja, ele nunca vai dentro das regras, ele tem que criar suas próprias regras. Aí ó! Isso aí foi um desafio diferente.(P3)</p>	<p><u>Alunos incompetentes na sala de aula/mas competentes nas oficinas. Desconhecimento da “falha do aluno”</u> Culpabilização do aluno “Ele nunca vai dentro das regras”, mas nas oficinas sim – professora justifica “Aí ó! Isso aí foi um desafio diferente.” Comportamento diferente dos alunos nas oficinas</p>
<p>Competência de produção de texto, de interpretação, você fazer uma leitura... Tem uma questão lá embaixo que a resposta esta bastante explícita no texto, ele tem só que buscar a informação no texto. Ele não consegue. Eu fiz um simulado da <i>Prova Brasil</i> com ele, a maioria tirou 8, 7, 6... Ele tirou 1. E aí eu falei chamei ele para conversar: “Escuta, você não leu, você não estava com vontade ou realmente você não entendeu?” Ele não me dá esse retorno. <i>Não que a prova dê o resultado do que ele é</i>, mas é ali naquele momento que ele está sozinho que eu vejo o que que ele está rendendo. Produção de texto? Nossa! É muito difícil de entender. Ele já é um aluno permanente. [...] é quando repete. Ele repetiu a segunda série. Ele já tem 11... Eu não sei se ele repetiu uma vez só, ou duas. Tenho que olhar a data de nascimento dele. (P5)</p>	<p>As competências e a avaliação - Professoras não sabem o que realmente os alunos rotulados possuem/ Método para classificar os que sabem dos que não sabem questionável / Escola revelada</p>
<p>“Ah! Mas é preguiçoso, né! Nem para procurar no sumário...”(P4)</p>	<p>Também se aprende na escola –</p>

	rótulos/ Escola revelada
Tem alguma criança com deficiência? (E) Sim, uma e mais uma inclusão. Qual o tipo de deficiência? delas? [professora fica em silêncio] {eu falo: mental, motora...} É tudo. Que aqui no caso ele não passou para mim o relatório delas.(P7)	Professoras não sabem o que realmente os alunos rotulados possuem/ Escola revelada
E ele é considerado um aluno difícil por quê? (E) Ele tem uma... um distúrbio que é... eu nunca lembro o nome do tal distúrbio, ou seja, ele nunca vai dentro das regras, ele tem que criar suas próprias regras. Aí ó! Isso aí foi um desafio diferente. (P3)	Professoras não sabem o que realmente os alunos rotulados possuem/ Escola revelada
“Tem um tipo de deficiência mental, mas acompanha bem as atividades” / Não sabe ler/ Tem deficiência visual(P9) – Paulo Freire, Narrativa, olhar que comunica, p. x Professora veio conversar comigo sobre o fato de o aluno cego não ter sido comentado aos monitores. Disse bem baixinho para o monitor. Segundo ela, para o aluno não ouvir porque mesmo tendo essa deficiência e um tipo de deficiência mental ele acompanha bem as atividades. pg.169. – registro do diário de campo (P9)	Professoras não sabem o que realmente os alunos rotulados possuem ou que Professoras que sabem justificar o rótulo/ Escola revelada
“Tenho uma [aluna] que é limítrofe que também é acompanhada pelo CADE. [O que é limítrofe?] Limítrofe é assim, eu também não sabia. Eu estou falando isso por que eu recebi aula. Ela vai até um determinado limite dela, e a partir dali ela já não rende mais. Então é como se fosse assim, ela explicou que é assim, por exemplo, um copo. O copo tem uma margem que está na metade. Ela não chega até a metade. O limite dela é menos do que esse. É como se ela fosse... tivesse uma limitação. Ela sabe ler, ela sabe escrever, mas também ela se limita muito a isso. Aprendeu a ler e a escrever... está muito bom. Já não quer saber de mais nada. Esse é o limítrofe.	Professoras que sabem justificar o rótulo / Escola revelada

7.3.3. Parte da escola revelada nas oficinas - Subcategorias

Unidade de significado	Tema de análise
Eu trabalho dessa forma[com experimentação]. Porque eu acho que a ciência não dá pra ficar em um giz e uma lousa. A ciência é muito ampla. Aliás, você pode até dispensar o giz e a lousa. Você pode só mostrar, conversar, vivenciar... Isso é ciência. Então, eu acho que isso contribui muito para, realmente, para que eles, até, tenham outros campos de interesse. (P2)	Ciência e os centros de interesse da criança/ Currículo/ Exigências Escola revelada Conteúdos e ciências
Porque, de repente, dentro de um currículo sempre se preocupa tanto com matemática, com língua portuguesa, né? Até o próprio vestibular tem um peso enorme nisso. A gente se esquece que ciência, né, é a vida. Ela colori as outras disciplinas.(P2)	Conteúdos x Exigências
Porque tudo de... se a criança não gosta de corpo humano, ela gosta de energia, ela gosta de botânica, ela gosta de zoologia. Não há um campo da ciência que a criança vá falar: “Não. Não gosto de nada”. Ela vai sempre gostar de alguma coisa. (P2)	Ciência e os centros de interesse da criança/ esses compõem os primeiros anéis ou elos que podem ser formados pela observação e pela manipulação – ou seja aquilo que lhe é familiar- Conteúdos - Ciências e os Centros de interesse da criança
Olha, o que que eles aprenderam? Eu acho que a ciência em si, ela vai em cima da curiosidade. Tudo na vida gira em torno da ciência, desde o nascimento aos movimentos, tudo na vida gira em torno do.. do movimento da ciência. Então, eu acho que uma forma maravilhosa de despertar a atenção deles para esse campo,	Ciência e os centros de interesse da criança/ esses compõem os primeiros anéis ou elos que podem

né, e que eles tenham interesse em se aprofundar e aprender coisas diferentes.(P2)	ser formados pela observação e pela manipulação – ou seja aquilo que lhe é familiar /Conteúdos - Ciências e os Centros de interesse da criança - Foto da colher gigante
“Ele [a criança] tem que produzir. Ele tem que interpretar. Ele tem que fazer as quatro operações, ele tem que resolver situação problema. A gente passa muito português e matemática... <i>ainda</i> .” (P5)	Competências <u>exigidas</u> / Conteúdos /Escola revelada
“O projeto [as oficinas] está sendo muito válido. Até eu estou aprendendo muito.” (P16)	Professora e a formação em ciências – Formação/ Escola revelada
Essas experiências são inéditas, as do livro didático são muito “manjadas”. (P16)	Professora – recursos disponíveis/ Escola revelada
“Nós não tivemos a oportunidade que os alunos estão tendo.” (P10)	Professora e a formação em ciências - Escola revelada Formação
“A gente fica com medo de fazer as coisas [experimentos em sala de aula] e não saber explicar para os alunos” (P17)	Professora e a formação em ciências – Formação/ Escola revelada
“Não me perguntem nada porque eu não entendi nada.” (P4) - resposta de a alunos durante as oficinas	Professora e as ciências e a formação em ciências - Formação /Escola revelada
A professora disse para eu <i>não deixar ninguém ver</i> porque o meu ficou legal e se eu deixar os outros verem eles vão copiar. – descrição de diário de campo – aluno que não quis mostrar seu registro à pesquisadora.	Também se aprende na escola – rótulos/ Escola revelada
Eu tenho uma hora para planejar vinte. Então você acaba dando o mesmo conteúdo para todos, você dá mais para aquele aluno que tem dificuldade, mas você fica naquele impasse. Eles vão ampliar a carga horária dos alunos no ano que vem. A gente tem aula das 8 ao meio dia. A gente vai ter aula das 7 ao meio dia. Vai ampliar a carga do professor. para mais três horas. Eu vou trabalhar 60 horas. Eu trabalho, 30h em São Bernardo, 30h aqui. Então você acha que eu vou render? Eu não vou render. Eu não vou render o esperado. Concorda comigo? É um exagero.(F5)	Carga horária/ Escola revelada
“se eu quero fazer uma experiência de ciências dentro da sala de aula. Por exemplo, uma receita. Se eu quero a prática, eu tenho que comprar a farinha, eu tenho que levar liquidificador, eu tenho que.... Entendeu? Não dá. Eu trabalho de moto. Você fica numa situação assim... sem material concreto para trabalhar.” (F5)	Recursos físicos - Infraestrutura da escola/falta de materiais e recursos para aula experimental/ Escola revelada
Tem aluno da quarta série que ainda não está alfabetizado. É uma turma bem difícil de trabalhar. Acho que isso vai dar ânimo. Pesquisadora pergunta: Animo em que sentido? Paula (PA): Até de escrever e tal. Que nem... Tem aluno que não sabe escrever o nome e fala : “Eu não sei, eu não sei”. Eu falo: Eu te ajudo. Calma. Espera aí, vamos devagar. Nesse sentido eu acho que vai ser legal. (P7)	Crianças não alfabetizadas na 4ª série (5º ano)/ Escola revelada
Ele não leu e eu queria que ele lesse para fazer porque eu acho que o exercício tem que estar junto com a alfabetização. Se não, fica o desenho pelo desenho. Ele só copia e... [...]Então, assim, nas ciências ele se deu bem, né. Mas assim, como é que se dá essa relação. Ele se dá bem numa experiência científica, de entender, mas ele não leu para fazer. Então fica um negocio meio estranho assim. (P5)	Crianças não alfabetizadas na 4ª série (5º ano) - comparar com a professora Regiane que explicou porque mesmo os alunos que não sabiam ler conseguiram realizar a atividade/ Escola revelada
Leitura, interpretação, tem que entender o que está escrito. Não adianta só	Crianças não alfabetizadas

<p>decodificar. O que mais?... A questão das ciências, do imã, porque que os pólos se atraem, não atraem.(P5) – Professora respondendo às habilidades necessárias à realização das oficinas</p>	<p>na 4ª série (5º ano)– contradição da professora pois já havia admitido que o aluno não sabia ler. Escola revelada</p>
<p>A AP, assistente pedagógica. AP que a gente fala. São as siglas do município. Ela perguntou: “Quais são as competências que a gente vai ter para passar?” Não somos nós que temos que ter. É a rede que tem que ter. Ele tem que produzir. Ele tem que interpretar. Ele tem que fazer as quatro operações, ele tem que resolver situação problema. A gente passa muito português e matemática... ainda. Assim, ele tem que transformar uma ficha técnica num texto informativo. Essas coisas a criança tem que fazer.</p>	<p>Competências/ Conteúdos/ Escola revelada</p>

ANEXOS

I. Roteiro da Câmara Escura (KLISYS, SCARINCI, FIGUEIREDO NETO, & SONCINI, 2009, p. 107-108).

Passo a passo

Como você deve ter reparado, a nossa câmara rudimentar é composta por duas partes; uma caixa externa e outra interna. Além disso, é possível perceber uma lente na frente da caixa externa. Por dentro... bem, é melhor a gente ir construindo para descobrir o que mais tem nessa engenhoca.

- 1 Iniciaremos a construção da nossa câmara pelas caixas interna e externa. Para isso recorte as duas folhas de cartão de acordo com o desenho impresso. Adotaremos sempre o seguinte procedimento: cortar nas linhas cheias e dobrar nas linhas pontilhadas.

- 2 Após dobrar nas linhas pontilhadas, use cola e fita adesiva para fechar as caixas de acordo com a ilustração abaixo.
- 3 Sobre as abas da caixa interna cole o pedaço de papel vegetal e sobre o orifício da caixa externa cole um disco de papel alumínio.

- 4 Experimente agora se a caixa interna desliza livremente dentro da externa; mas muita atenção! A face da caixa interna com papel vegetal deve ficar para dentro da caixa externa. Então a nossa câmara fotográfica rudimentar deve ter ficado assim:

- 5 Mas... e por onde vai entrar a imagem a ser gravada na câmara escura? Vamos lá! Basta você fazer um furo no disco de papel-alumínio com o prego que acompanha o kit. Cuidado! Desloque a caixa interna para que o prego não fure também o papel-vegetal. É por aí que a imagem deverá entrar. Para observar a imagem é só você olhar pelo orifício oposto ao furo que você fez.

- 6 Você deve ter reparado que o papel-vegetal funcionou como uma espécie de tela onde a imagem que passou pelo furinho foi projetada. Desloque a caixa interna da câmara aproximando e afastando a tela do orifício frontal da câmara; veja se isso altera a qualidade da imagem projetada no papel-vegetal.

Experimente aumentar um pouquinho o diâmetro do furo no disco de alumínio. Veja se a imagem melhorou.

- 7 Depois de repetidas observações, retire totalmente o alumínio da frente da caixa e fixe aí a lente que acompanha o kit. Para isso use fita adesiva.

- 8 Ajuste agora a melhor distância entre o papel-vegetal (tela de projeção da câmara) e a lente. Você deve fazer isso observando uma paisagem bem iluminada. Primeiro empurre a caixa interna deixando o papel-vegetal bem próximo da lente. Em seguida, observando a imagem escolhida, vá puxando lentamente a caixa interna, até encontrar a posição em que a imagem fica bem nítida e bonita.

II. Capa do livro encontrado por Flávia na Biblioteca de sua escola.

III. Jogo da Pescaria