UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos
Área de Nutrição Experimental

**Desenvolvimento de material educativo digital para divulgação
científica da nutrigenômica**

Roberta Saraiva Giroto Patrício

Dissertação para obtenção do grau de
MESTRE

Orientador:
Prof. Dr. Thomas Prates Ong

São Paulo
2010
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos
Área de Nutrição Experimental

**Desenvolvimento de material educativo digital para divulgação
científica da nutrigenômica**

Roberta Saraiva Giroto Patrício

Dissertação para obtenção do grau de
MESTRE

Orientador:
Prof. Dr. Thomas Prates Ong

São Paulo
2010

Roberta Saraiva Giroto Patrício

**Desenvolvimento de material educativo digital para divulgação científica da
nutrigenômica**

Comissão Julgadora
da
Dissertação para obtenção do grau de Mestre

Prof. Dr. Thomas Prates Ong
orientador/presidente

1o. examinador

2o. examinador

São Paulo, _____ de _____.

À Deus, aos meus pais João e Solange, ao meu marido Eduardo e minha filha Maria Eduarda e ao meu filho que ainda está por vir.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela força que tem me concedido durante esse período para enfrentar todos os desafios.

Aos meus pais, João e Solange, pessoas que um dia sonharam com este momento e que hoje podem compartilhá-lo comigo.

Aos meus irmãos Luiz Henrique e Simone pelo companheirismo e incentivo.

Ao meu querido marido Eduardo, que desde o início deste desafio esteve bravamente ao meu lado, agradeço pela paciência, companheirismo e incentivo em meus estudos. Sem você este sonho não seria possível.

Ao amor da minha vida, minha filha Maria Eduarda que tanto me acompanhou e incentivou em meus estudos. Desculpe-me pelos momentos de ausência.

Ao meu filho que ainda está por vir, meu companheiro da etapa final do mestrado.

“Amor da minha vida daqui até a eternidade nossos
destinos foram traçados na maternidade”
(Cazuza)

Ao Professor Doutor Thomas Prates Ong a minha eterna gratidão por ter acreditado em mim e por ter aceitado me orientar neste trabalho que foi um grande desafio.

Ao Professor Fernando Salvador Moreno pelas contribuições em meu trabalho.

Aos professores Bayardo Torres, Célia Colli e Elizabeth Nascimento pelas contribuições no exame de qualificação.

Aos colegas de laboratório Fábria, Letícia, Luciana, Suzana, Eduardo, Renato, Mônica, Aline, Carlos, Alessandra, Bruna, Aderuza, Clarissa e Rodrigo.

Aos funcionários do Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental pela dedicação a todos os alunos.

Ao CNPq pela bolsa de mestrado.

RESUMO

PATRICIO, R.S.G. **Desenvolvimento de material educativo digital para divulgação científica da nutrigenômica**. 2010. 79f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

Nutrigenômica representa disciplina científica recente que surgiu na era do pós-genoma humano, sendo seu foco de estudo a interação gene – nutriente. Profissionais com educação universitária que atuam na área da alimentação e nutrição e da saúde relatam ter dificuldades no entendimento dos princípios dessa disciplina. Recursos digitais como animações representam ferramentas interessantes para o processo de ensino-aprendizagem da nutrigenômica. Dessa forma o objetivo do presente trabalho foi o de desenvolver material educativo digital intitulado “Fundamentos da Nutrigenômica”, baseado nas animações “Modulação da expressão gênica por nutrientes e compostos bioativos dos alimentos” e “Nutrigenômica e redução do risco de câncer”, para divulgação científica da nutrigenômica para profissionais da área da alimentação e nutrição e da saúde. Para desenvolver o material educativo digital, utilizou-se esquema que se divide nas seguintes etapas: análise e planejamento; modelagem; implementação; avaliação e manutenção. As animações foram produzidas nos programas PowerPoint 2007 e E.M PowerPoint Vídeo Converter. Avaliou-se o material educativo digital por meio de questionário junto a 20 profissionais (nutricionistas, farmacêuticos, engenheiros de alimentos, biólogos, químico, dentista e zootecnista) matriculados ou não em Programas de Pós-Graduação da Universidade de São Paulo nas áreas da alimentação e nutrição e da saúde. Mais de 80% dos participantes concordaram fortemente ou concordaram com as seguintes afirmações: “O material educativo digital é de fácil manuseio”; “A utilização desse tipo de recurso tem vantagens sobre textos”; “O material educativo digital trouxe conhecimentos novos sobre Nutrigenômica”; “Os conceitos estão expostos de forma clara”; “Meus conhecimentos anteriores foram suficientes para aprender com o material educativo digital”; “Os textos estão redigidos com clareza”; “As animações auxiliam a compreender os fenômenos exibidos”; “Apreendi bastante sobre os fundamentos da nutrigenômica com o material educativo digital”. Conclui-se que o material educativo digital “Fundamentos da nutrigenômica” representa ferramenta útil para divulgação científica da nutrigenômica junto a profissionais da área da alimentação e nutrição e da saúde.

Palavras-chave: Nutrigenômica. Divulgação científica. Profissionais. Material educativo digital. Animação.

ABSTRACT

PATRICIO, R.S.G. **Development of digital learning material for scientific dissemination of nutrigenomics**. 2010. Thesis (MA) - Faculty of Pharmaceutical Sciences, University of São Paulo, São Paulo, 2010.

Nutrigenomics represents recent scientific discipline that has emerged in the post-human genome era, with focus on gene – nutrient interaction. Professionals with university education working in the field of food and nutrition and health report having difficulties in understanding the principles of this discipline. Digital resources such as animations represent interesting tools for the teaching and learning of nutrigenomics. Thus the objective of this study was to develop digital learning material entitled "Fundamentals of Nutrigenomics", based on the animations "Modulation of gene expression by nutrients and bioactive food compounds" and "Nutrigenomics and risk reduction of cancer," for scientific dissemination of nutrigenomics for professionals in the food and nutrition and health areas. To develop the digital learning material, we used the scheme that is comprised by the following steps: analysis and planning, modeling, implementation, evaluation and maintenance. The animations were produced with the PowerPoint 2007 and EM Video Converter softwares. We evaluated the digital educational materials through a questionnaire provided to 20 professionals (nutritionists, pharmacists, food engineers, biologists, chemist, dentist and zootechnist) registered or not in Graduate Programs from University of Sao Paulo in the areas of food and nutrition and health. Over 80% of participants strongly agreed or agreed with the following statements: "The digital educational material is easy to handle", "The use of this resource type presents advantages over text", "The digital learning material brought new knowledge on Nutrigenomics" , "The concepts are clearly exposed", "My previous knowledge was sufficient to learn from the digital learning material", "The texts are written with clarity", "The animations help to understand the exhibited phenomena", "I learned a lot about nutrigenomics fundamentals with the digital learning materials". We conclude that the digital learning material “Fundamentals of Nutrigenomics” represents a useful tool for scientific dissemination of nutrigenomics for professionals in the field of food and nutrition and health.

Keywords: Nutrigenomics. Scientific dissemination. Professionals. Digital learning material. Animation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Tela de abertura do material educativo digital “Fundamentos da Nutrigenômica”..	30
Figura 2: Tela do item “O que é nutrigenômica?”.....	30
Figura 3: Tela do item como nosso genoma funciona?	31
Figura 4: Tela do item como nosso genoma funciona?	31
Figura 5: Tela do item a alimentação afeta o funcionamento do genoma.	32
Figura 6: Tela do item nutrigenômica e redução do risco de câncer.	32
Figura 7: Tela do item nutrigenômica e redução do risco de câncer.	33
Figura 8: Tela do item nutrigenômica e redução do risco de câncer.	33
Figura 9: Sites recomendados.....	34
Figura 10: Storyboard da animação ”modulação da expressão gênica por nutrientes e compostos bioativos dos alimentos”.....	35
Figura 11: Slide da tela de abertura da animação “modulação da expressão gênica por nutrientes e compostos bioativos dos alimentos”.....	35
Figura 12: Slide mostra o núcleo e o citoplasma celular.....	36
Figura 13: Slide que informa que humanos apresentam normalmente 22 pares de cromossomos autossomos e 1 sexual.	36
Figura 14: Slide que destaca um cromossomo.	37
Figura 15: Slide que informa que nos cromossomos estão distribuídos os cerca de 25 mil genes que compõem o genoma humano.	37
Figura 16: Slide que apresenta a localização da região promotora e codificadora de um gene.	38
Figura 17: Slide que apresenta a etapa de transcrição do processo de expressão gênica.	38
Figura 18: Slide que apresenta a ativação da região promotora por um fator de transcrição (FT), com transcrição da região codificadora do DNA em RNA, pela ação da enzima RNA polimerase (RNAPol).	39
Figura 19: Slide que ilustra que a etapa de tradução do RNA em proteína envolve a leitura dos códons nos ribossomos.	39
Figura 20: Slide que ilustra a produção de proteína na etapa de tradução.	40
Figura 21: Slide que ilustra composto bioativo (representado por um triângulo vermelho) fornecido por diferentes alimentos de origem vegetal.....	40

Figura 22: Slide que ilustra ativação direta de fator de transcrição (FT) por composto bioativo dos alimentos (representado por um triângulo vermelho).	41
Figura 23: Slide que ilustra ativação indireta de fator de transcrição (FT) por composto bioativo dos alimentos (representado por um triângulo vermelho). Nesse exemplo, o composto bioativo exerce sua ação interferindo em vias de sinalização celular.	41
Figura 24: Slide que ilustra a ativação indireta de fator de transcrição (FT) (representado por um círculo verde) pelo composto bioativo dos alimentos.	42
Figura 25: Slide que ilustra a ligação do composto bioativo do alimento na região promotora do gene.	42
Figura 26: Slide que ilustra a transcrição do gene através da ligação da enzima RNA pol na região codificadora do gene.	43
Figura 27: Slide que ilustra a etapa de tradução do gene.	43
Figura 28: Slide que ilustra a etapa de tradução em proteína.	44
Figura 29: “Storyboard” da animação “nutrigenômica e redução do risco de câncer”.	45
Figura 30: Slide da tela de abertura da animação “Nutrigenômica e redução do risco de câncer”.	46
Figura 31: Slide que apresenta fator de risco de natureza física (raios UV proveniente do sol) para o câncer.	46
Figura 32: Slide que apresenta fator de risco de natureza biológica (vírus) para o câncer.	47
Figura 33: Slide que apresenta fator de risco de natureza química (carcinógenos) para o câncer.	47
Figura 34: Slide que apresenta fontes em que o carcinógeno benzo[a]pireno pode ser encontrado.	48
Figura 35: Slide que mostra o benzo[a]pireno promovendo mutação no DNA.	48
Figura 36: Slide que mostra o benzo[a]pireno promovendo a troca da base do DNA A (adenina) por T (timina).	49
Figura 37: Slide que ilustra a ligação da enzima RNA polimerase (RNAPol) ao gene mutado.	49
Figura 38: Slide que ilustra a transcrição do DNA mutado.	50
Figura 39: Slide que mostra a leitura do códon com alteração em uma base, na etapa de tradução.	50
Figura 40: Slide que mostra que a alteração na sequência de aminoácidos gera proteína com função alterada, que pode induzir a proliferação celular descontrolada e, com isso, o desenvolvimento tumoral.	51

Figura 41: Slide que mostra o desenvolvimento do câncer.	51
Figura 42: Slide que mostra que frutas, verduras e legumes apresentam compostos bioativos capazes de estimular a expressão de genes importantes para a redução do risco de câncer. ...	52
Figura 43: Slide que destaca o sulforafano, composto bioativo oriundo do brócolis.....	52
Figura 45: Slide que ilustra a cascata de ativação indireta do fator de transcrição NRF-2 pelo sulforafano.	53
Figura 46: Slide que ilustra o fator de transcrição NRF2 ativo ligado à região promotora do gene.....	54
Figura 47: Slide que ilustra a ativação da transcrição pelo fator de transcrição NRF2.....	54
Figura 48: Slide que ilustra que a ativação do fator de transcrição NRF2 pelo sulforafano resulta na indução da expressão do gene para a enzima glutathione-S-transferase.....	55
Figura 49: Slide que ilustra que a glutathione S-transferase conjugua molécula de glutathione à molécula de benzo(a)pireno.	55
Figura 50: Slide que informa que a conjugação com molécula de glutathione torna o benzo(a)pireno hidrossolúvel, facilitando sua excreção através da urina e fezes.....	56
Figura 51: Slide que informa que detoxificação do benzo(a)pireno é uma forma de se proteger o DNA contra mutações e, com isso, reduzir o risco de desenvolvimento de câncer.	56
Figura 52: Slide que informa que o consumo regular de frutas e hortaliças auxilia na detoxificação de carcinógenos.	57
Figura 53: Distribuição das respostas dos participantes da pesquisa para a questão “Como considera seu conhecimento sobre nutrigenômica?”. IS = Insignificante, DM = Decorrente de informações veiculadas pela mídia, PRC = Proveniente de revistas de divulgação científica, RD = Resultante de disciplina cursadas na universidade, RC = Resultante de cursos de educação continuada, RP = Resultante de palestras e /ou conferencias científicas, OF = Originada de outras fontes de informação.....	59
Figura 54: Distribuição das respostas dos participantes da pesquisa para a afirmação “O material educativo é de fácil manuseio”. CF = Concordo fortemente, C = Concordo, I = Indeciso, D = Discordo, DF =Discordo fortemente.	59
Figura 55: Distribuição das respostas dos participantes da pesquisa para a afirmação “A utilização desse tipo de recurso tem vantagens sobre textos”. CF = Concordo fortemente, C = Concordo, I = Indeciso, D = Discordo, DF =Discordo fortemente.	60
Figura 56: Distribuição das respostas dos participantes da pesquisa para a afirmação “O material educativo digital trouxe conhecimentos novos sobre nutrigenômica”. CF = Concordo fortemente, C = Concordo, I = Indeciso, D = Discordo, DF =Discordo fortemente.....	60

Figura 57: Distribuição das respostas dos participantes da pesquisa para a afirmação “Os conceitos estão expostos de forma clara”. CF = Concordo fortemente, C = Concordo, I = Indeciso, D = Discordo, DF =Discordo fortemente.	61
Figura 58: Distribuição das respostas dos participantes da pesquisa para a afirmação “Meus conhecimentos anteriores foram suficientes para aprender com o material educativo digital”. CF = Concordo fortemente, C = Concordo, I = Indeciso, D = Discordo, DF =Discordo fortemente.....	61
Figura 59: Distribuição das respostas dos participantes da pesquisa para a afirmação “Os textos estão redigidos com clareza”. CF = Concordo fortemente, C = Concordo, I = Indeciso, D = Discordo, DF =Discordo fortemente.	62
Figura 60: Distribuição das respostas dos participantes da pesquisa para a afirmação “Os textos estão redigidos com clareza”. CF = Concordo fortemente, C = Concordo, I = Indeciso, D = Discordo, DF =Discordo fortemente.	62
Figura 61: Distribuição das respostas dos participantes da pesquisa para a afirmação “Apreendi bastante sobre os fundamentos da nutrigenômica com o material educativo digital”. CF = Concordo fortemente, C = Concordo, I = Indeciso, D = Discordo, DF =Discordo fortemente.	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Distribuição dos participantes (n = 20) de acordo com profissão e formação universitária.....	58
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

C	Concordo
CF	Concordo Fortemente
D	Discordo
DF	Discordo Fortemente
DM	Decorrentes de Informações Veiculadas pela Mídia (revistas, jornais, TV).
HAP	Hidrocarboneto Aromático Policíclico
I	Indeciso
IS	Insignificante
OF	Originadas de Outras Fontes de Informações
PGH	Projeto Genoma Humano
PRC	Provenientes de Revistas de Divulgação Científica
RC	Resultantes de Cursos de Educação Continuada
RD	Resultantes de Disciplinas Cursadas na Universidade
RP	Resultantes de Palestras e/ou Conferências Científicas
SNPs	Polimorfismos de Nucleotídeo Único

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Nutrigenômica: disciplina genômica de vertente nutricional	15
1.2 Nutrigenômica e Câncer	17
1.3 Divulgação científica da nutrigenômica	19
1.4 Uso do computador no ensino	20
1.5 O uso das animações na promoção da aprendizagem e divulgação científica	22
2. OBJETIVO	24
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1 Material.....	25
3.2 Métodos	25
3.2.1 Análise e Planejamento	25
3.2.2 Modelagem	26
3.2.3 Implementação.....	26
3.2.4 Avaliação e Manutenção	27
4. RESULTADOS	29
4.1 Desenvolvimento do material educativo digital “Fundamentos da Nutrigenômica”	29
4.1.2 Desenvolvimento do conteúdo estático	29
4.1.3 Desenvolvimento das animações.....	34
4.1.3.1 Animação “Modulação da expressão gênica por nutrientes e compostos bioativos dos alimentos”	34
4.1.3.2 Animação “Nutrigenômica e redução do risco de câncer”	44
4.2 Avaliação do material educativo digital “Fundamentos da Nutrigenômica”	57
5. DISCUSSÃO	66
6. CONCLUSÃO.....	71
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72

1. INTRODUÇÃO

1.1 Nutrigenômica: disciplina genômica de vertente nutricional

Com a conclusão do Projeto Genoma Humano (PGH), cujo objetivo foi sequenciar todo nosso material genético, muitos estudos têm sido realizados com a finalidade de elucidar as funções dos genes e suas interações com o meio ambiente (VENTER *et al.*, 2001; KAPUT, 2008). Os genes podem ser definidos como unidades fundamentais da hereditariedade que contêm informações para a produção das diferentes proteínas necessárias ao funcionamento das células (ORDOVAS; CORELA, 2004; KAUWELL, 2005).

De acordo com os dados obtidos no PGH, estima-se que o genoma humano é composto por cerca de 30 mil genes, que são responsáveis por produzir mais de 100 mil proteínas diferentes (TRUJILLO; DAVIS; MILNER, 2006). O termo genoma refere-se ao conjunto do material genético encontrado nos cromossomos de um organismo. Os seres humanos apresentam normalmente 23 pares de cromossomos, dos quais 22 são autossômicos e 1 é sexual (XX ou XY) (KAUWELL, 2005; BEERY, 2008).

O PGH permitiu ainda identificar os polimorfismos de nucleotídeo único (SNPs), principais formas de variação genética entre os indivíduos (KAPUT; RODRIGUES, 2004). Estes polimorfismos podem implicar na produção de proteínas com funções alteradas, interferindo desse modo no balanço entre saúde e doença. SNPs podem influenciar na resposta individual à alimentação. Dependendo do conjunto de SNPs herdados algumas pessoas podem se tornar mais suscetíveis a certas doenças como, por exemplo, as do coração, câncer, diabetes dentre outras (AFMAN; MULLER, 2006; TRUJILLO; DAVIS; MILNER, 2006).

No contexto da era do pós-genoma, surgiram as diferentes disciplinas “ômicas” (GUTTMACHER; COLLINS, 2002; ORDOVAS; CORELA, 2004; KAUWELL, 2005, MORENO; ONG, 2008; KAPUT, 2008), destacando-se a nutrigenômica, que busca investigar quais são as influências dos nutrientes e compostos bioativos dos alimentos na forma como os genes se expressam e como variações no genoma influenciam a forma pela qual o indivíduo responde à dieta (GILLIES, 2003; GERMAN, 2005).

Segundo Kaput e Rodrigues (2004), os conceitos da nutrigenômica podem ser resumidos da seguinte forma:

- A dieta age no genoma humano de forma direta ou indireta alterando a estrutura e expressão dos genes;
- Em certas circunstâncias, para alguns indivíduos a dieta pode ser um sério fator de risco para diferentes doenças;
- Alguns genes regulados pela dieta podem ter papel na incidência, progressão e na severidade de doenças crônicas;
- O grau com que a dieta influencia o equilíbrio entre saúde e doença pode depender da composição genética;
- Intervenção dietética baseada na compreensão das necessidades nutricionais e no genótipo pode ser usada para prevenir, inibir e mitigar doenças.

Apesar dos seres humanos apresentarem características distintas quanto ao peso, altura, cor da pele e cabelo, ou seja, fenótipos bem variados, o seu DNA tem semelhança de 99,9%. Assim essa pequena variação de 0,1% na sequência dos genes tem papel importante na diferenciação de uma pessoa para outra e na suscetibilidade a doenças (KAPUT; RODRIGUES, 2004). Neste contexto os nutrientes podem desencadear efeitos moleculares benéficos ou não, sendo estas ações dependentes da composição genética individual e de quais genes apresentam sua atividade alterada (HIRSCH; EVANS, 2005).

Além dos polimorfismos, outros fatores como os ambientais também exercem influências na expressão dos genes como, por exemplo, medicamentos, poluentes, estresse e inclusive a alimentação (ORDOVAS; CORELA, 2004). Considerando que os alimentos representam o fator ambiental ao qual estamos constantemente expostos, destaca-se que são os hábitos alimentares os principais responsáveis pela alteração na expressão dos genes (ORDOVAS; CORELA, 2004; FERGUSON *et al.*, 2007).

As recomendações nutricionais futuras com base no genótipo de cada pessoa deverão ser ótimas para a redução do risco dessas doenças e promoção da saúde (ORDOVAS; CORELA, 2004). Nesse contexto, diferentes organizações têm elaborado recomendações nutricionais visando a redução do risco de doenças como as cardiovasculares, câncer e diabetes (ORDOVAS; CORELA, 2004). Entretanto, destaca-se que nem todos se beneficiariam da mesma forma de tais recomendações, uma vez que seu estabelecimento não

levou em conta as profundas diferenças que os indivíduos apresentam na resposta à dieta (ORDOVAS; CORELA, 2004; KAPUT, 2008).

Dessa forma o objetivo da nutrigenômica é estabelecer no futuro dietas personalizadas com base no genótipo, para promover a saúde e reduzir o risco de doenças crônicas não transmissíveis (FERGUSON *et al.*, 2007; FIALHO; MORENO; ONG, 2008; KAPUT, 2008; DEBUSK, 2009).

1.2 Nutrigenômica e Câncer

O câncer pode ser definido como uma doença provocada por alterações genéticas que favorecem a perda de controle e funções celulares, permitindo o crescimento descontrolado e desordenado das células (PAUL, 2005; BÉLIVEAU; GINGRAS, 2007). Isso ocorre devido a mutações somáticas em genes que controlam o ciclo de proliferação celular como os protooncogenes, que estimulam o processo de divisão celular, e nos genes supressores de tumor que inibe o processo de divisão celular (CHESSON; COLLINS, 1997; RIVOIRE *et al.*, 2001; WARD, 2002). Os protooncogenes, quando sofrem mutações, tornam-se oncogenes e causam multiplicação celular excessiva, enquanto os genes supressores contribuem para o desenvolvimento do câncer quando são inativados (RIVOIRE *et al.*, 2001).

Muitos estudos apontam o fator ambiental como principal causador de danos no DNA, destacando-se os hábitos alimentares e estilo de vida como um dos principais fatores (FOGG-JOHNSON; KAPUT, 2003; JOHNSON, 2004; HSU *et al.*, 2009). Vida sedentária, tabagismo, poluição, consumo de álcool em excesso, vírus, alimentação com baixo consumo de frutas, verduras e legumes estão associados a diversos tipos de câncer (NEPOMUCENO, 2005).

Alimentação rica em gorduras e açúcares e pobres em fibras e vegetais está associada, por exemplo, ao câncer de cólon (ILIAS, 2006). Com a introdução da industrialização houve muitas mudanças na forma de disponibilização dos alimentos; as farinhas, por exemplo, para fazer pães e massas são extremamente refinadas e suas fibras são removidas (BÉLIVEAU, GINGRAS, 2007). A iniciação do câncer de cólon pode ser evitada por ingestão adequada de frutas, legumes e verduras frescas, bem como de grãos integrais (HAAS *et al.*, 2007). Já dieta rica em sal e alimentos que contém conservantes como nitrito e nitrato está associada ao câncer de estômago (ABREU, 1997; HSU *et al.*, 2009).

Outro fator de risco para o desenvolvimento do câncer é a exposição aos hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP), como o benzo[a]pireno, que podem ser encontrados na poluição ambiental, fumaça do cigarro e em carnes com superfície chamuscadas ou queimadas como, por exemplo, durante preparo de hambúrguer e churrascos (RIBARREN *et al.*, 1999; KAZEROUNI *et al.*, 2001; GUO *et al.*, 2009). Os HAP podem provocar danos no DNA, favorecendo o desencadeamento de diversos tipos de câncer como, por exemplo, o de pulmão, mama e inclusive de fígado (SILVA *et al.*, 2007; GUO *et al.*, 2009).

Em determinados alimentos são encontrados importantes compostos que auxiliam na destoxificação dos componentes cancerígenos (ZHANG; THAG; GONZALES, 2003). Os alimentos que merecem destaque nesse sentido são os da família das crucíferas, que compreende o brócolis, couve de bruxelas, couve flor e repolho (CLARKE *et al.*, 2008).

Durante o processo de mastigação do brócolis, pela ação da mirosinase, a glicorafanina presente neste legume se transforma em sulforafano, uma importante molécula anticarcinogênica (SHAPIRO *et al.*, 2001; BÉLIVEAU; GINGRAS, 2007). O sulforafano favorece a eliminação de toxicantes como o benzo[a]pireno (BÉLIVEAU; GINGRAS, 2007).

Mais precisamente o sulforafano atuaria ativando a quinase JNK, que passaria a fosforilar o fator de transcrição NRF2 que se encontra associado a proteína KEAP1 no citoplasma. Após a fosforilação de NRF2, este se desliga da proteína KEAP1 e se transloca para o núcleo induzindo a expressão do gene para enzima glutathione *S*-transferase (ALBENA *et al.*, 2007; LAMPE, 2009). Glutathione *S*-transferases consistem em enzimas produzidas por diferentes classes de genes, como α , ρ , μ e τ que apresentam capacidade de eliminar componentes que causam danos no DNA, como por exemplo, os HAP contribuindo dessa forma para proteção contra agentes que poderiam induzir o desenvolvimento do câncer (GUEMBAROVSKI; CÓLUS, 2001).

Algumas pessoas parecem ter risco aumentado para o desenvolvimento do câncer, por apresentarem polimorfismos em genes que codificam a enzima glutathione *S*-transferase, provocando acúmulo de agentes que induzem danos no DNA (NEBERT, 1991; RAUNIO *et al.*, 1995). Para essas pessoas o consumo de crucíferas aumentaria o poder de indução dessas enzimas inibindo o processo de ativação dos carcinógenos (YOUNG-SAM; WHO-SHIK; KONG, 2004).

1.3 Divulgação científica da nutrigenômica

Por ser a nutrigenômica uma disciplina científica relativamente recente - a primeira menção do termo na literatura ocorreu apenas em 1999, em publicação do periódico *Science* (DELLAPENNA, 1999) - observa-se ser ainda limitado entre a população, inclusive entre profissionais com formação universitária, o conhecimento a respeito de seus princípios, benefícios potenciais e limitações (SLAMET-LOEDIN ; JENIE, 2007).

No caso específico de profissionais da área da alimentação e nutrição e da saúde, apesar de terem tido acesso ao ensino universitário, esses relatam dificuldades para compreender os princípios da nutrigenômica (ROSEN *et al.*, 2006). Isso pode estar relacionado a fatores como ausência do tema em grades curriculares, falta de docentes com formação na área e, além disso, percepção de que a nutrigenômica represente disciplina complexa (MCCARTHY *et al.*, 2008). Faz-se necessário que tais profissionais adquiram conhecimentos a respeito da nutrigenômica, de modo a incorporar aspectos genéticos e genômicos da nutrição na prática clínica, educacional e de pesquisa (ENGLER, 2009). Entretanto, o ensino de nutrigenômica para profissionais apresenta desafios uma vez que o conhecimento a respeito de nutrição e genética varia amplamente entre diferentes grupos (MORIN, 2009).

Estudo a respeito do conhecimento de profissionais canadenses da área da saúde sobre nutrigenômica revelou que nutricionistas, médicos e farmacêuticos consideravam seu conhecimento limitado e ressaltavam a necessidade de material educativo sobre o tema (MORIN, 2009). Os livros-texto disponíveis sobre nutrigenômica consistem em sua maioria de contribuições de diversos autores da área e têm como público-alvo pesquisadores. Seu uso como material de referência introdutório ao tema é, nesse sentido, limitado (BUSSTRA *et al.*, 2007).

Dentre as diferentes alternativas para ampliar o conhecimento de profissionais a respeito dos aspectos genômicos da nutrição, destaca-se o uso de ferramentas tutoriais, cuja distribuição online possibilitaria acesso de número amplo de usuários (MCCARTHY *et al.*, 2008). O desenvolvimento de material educativo digital tem sido recomendado para ensino da nutrigenômica para grupos heterogêneos (BUSSTRA *et al.*, 2007). São considerados complexos conceitos moleculares e genéticos necessários à compreensão da nutrigenômica. Neste caso o uso do computador mediado por diferentes mídias poderia favorecer a

compreensão, por exemplo, dos aspectos moleculares envolvidos na relação nutrição e câncer (KOHLMEIER *et al.*, 2000).

1.4 Uso do computador no ensino

Com a introdução do computador na educação ocorreram mudanças na maneira de ensinar e aprender (VALENTE, 2000). O computador passou a ser um meio de ensino muito importante e tem acelerado o desenvolvimento do aprendizado possibilitando a utilização de conteúdos didáticos estruturados e mais organizados (GAZZONI; CANAL; FALKEMBACH, 2006). Escolas e universidades têm utilizado o computador como ferramenta pedagógica com objetivo de facilitar a compreensão dos alunos sobre assuntos considerados complexos como o câncer (BOKHOLT; WEST, 2003).

O ensino através do computador pode ser visto segundo Galembeck (1999), através de duas visões: uma é a utilização do computador como ferramenta de ensino, proporcionando o aprendizado. Na outra visão do ensinar através do computador, este deveria ser um elemento do cotidiano dos estudantes trazidos para a sala de aula, aproximando os professores e alunos através da mediação da informática.

Valente (2008) relata que o uso inteligente do computador é fundamental para provocar mudanças na abordagem pedagógica e para tornar mais eficiente o processo de transmissão de conhecimento e divulgação científica de conteúdos novos. Diversas alternativas para a aprendizagem surgiram com a utilização do computador na educação como, por exemplo, a consulta de informações distribuídas pela internet e o uso de materiais educativos (EICHLER; PINO, 2000).

A internet é uma ferramenta que pode ser utilizada na educação com finalidade de complementar os conteúdos realizados em sala de aula tornando o aprendizado mais ativo (NUNES, 2006). Na internet encontram-se diversos tipos de aplicações educacionais como por exemplo as atividades de apoio ao ensino (VALENTE, 2002; CANABARRO; RAMOS, 2003; MORAN, 1997; MORAN, 2000; MORAN, 2008). O professor pode ministrar sua aula e a partir do conhecimento estruturado pelo professor o aluno pode recorrer a recursos da internet para aprofundar seus conhecimentos e trazer temas de novas abordagens para ser discutido em sala de aula (MORAN, 2008). As informações chegam até os alunos, de forma muitas vezes acelerada e devido a essas mudanças na educação o professor teve que

desenvolver estratégias para ministrar sua aula com finalidade de suprir a demanda de informações (ALMEIDA, 2008).

Uma tese de Settin (2004) sobre elaboração, aplicação e avaliação de um curso a distância para pré-vestibulandos com ênfase em ensino de biologia, mostra que a educação através do apoio da internet pode complementar os estudos dos alunos de forma positiva. Nesse caso, Settin introduziu, paralelamente ao currículo tradicional em uma escola da cidade de Campinas, assuntos relacionados a gene e genoma, temas que estavam em evidência na mídia e que eram importantes para os alunos que iriam prestar vestibulares. A introdução da tecnologia teve como um dos objetivos complementar o ensino convencional oferecendo ao aluno uma grande variedade de informação contribuindo para a construção da autonomia.

Outra forma de complementar o ensino e aprendizagens dos estudantes são os materiais educativos que segundo Canabarro e Ramos (2003) é todo aquele programa que pode ser usado com objetivo educacional. Vale lembrar que material educativo, software educacional, aplicativos educacionais, material educacional, material didático na forma eletrônica, material didático digital são sinônimos (FALKEMBACH, 2005). Para que o material educativo desempenhe seu papel educacional é necessário que sua qualidade e pertinência pedagógica sejam previamente avaliadas de modo que atenda as áreas de aplicação (CANABARRO; RAMOS, 2003; JUCÁ, 2006).

Canabarro e Ramos (2003) ressaltam que professores poderiam passar de meros utilizadores de materiais educativos a produtores; dessa forma poderiam atender as necessidades de seus alunos de forma mais eficiente. Para criação do material educativo não se faz necessário a utilização de laboratórios de última geração, softwares de difícil manipulação e profissionais de alta competência tecnológica para manipular os softwares (CANABARRO; RAMOS, 2003). O programa Microsoft PowerPoint é um exemplo de software de fácil manipulação que pode ser utilizado para construir material educativo utilizando diferentes mídias presentes no software (CANABARRO; RAMOS, 2003; FALKEMBACH, 2005).

1.5 O uso das animações na promoção da aprendizagem e divulgação científica

As novas tecnologias como os vídeos são ferramentas que estão sendo muito utilizadas nos dias atuais na educação e para divulgação científica de temas novos, por apresentarem um grande poder na comunicação, e como facilitadores na compreensão de conteúdos onde as informações foram obtidas inicialmente por meio de textos (AMARAL; SOUZA, 2008).

O vídeo ajuda o professor a atrair o seu aluno sem modificar a relação pedagógica. Para os alunos o uso do vídeo significa momento de descanso e lazer, modificando a postura diante do modo de aprendizado (MORAN, 1995). O vídeo transmite de forma mais ágil as informações que estão presentes nos textos (AMARAL; SOUZA, 2008). Através das ilustrações presentes nos vídeos consegue-se melhorar a percepção de conteúdos que foram obtidos em sala de aula e compor cenários que não foram eventualmente entendidos pelos alunos (MORAN, 1995). A interação com diferentes mídias (sons, imagens e vídeos) permite que as informações fiquem armazenadas na memória através de vivências que vão sendo incorporadas (KENSK, 2005).

Falkembach e Caetano (2008) mencionam que os vídeos podem estimular a pesquisa, incentivar o compartilhamento de experiências, desenvolver competências individuais e possibilitar o trabalho em grupo. Segundo Moran (1995) o vídeo tem uma dimensão moderna e lúdica. Uma dimensão moderna, pois é um meio de comunicação que integra várias linguagens. Lúdica, pois permite brincar com a realidade, e mostrá-la onde quer que seja necessário ou desejável.

De acordo com Amaral; Souza; Colombo (2006), o vídeo deveria ser incorporado no currículo escolar e para que aconteça esta incorporação é necessário que haja uma superação da comunidade que ainda apresenta resistência na utilização dessa nova tecnologia como meio de complementação e reforços dos conteúdos ministrados em sala de aula.

Animações representam especificamente recursos pedagógicos cujo uso tem sido estimulado (STITH, 2004), especialmente para o ensino de conteúdos da área de genômica (CHATTOPADHYAY, 2005). Essa ferramenta permite maior eficácia para o ensino de eventos dinâmicos, quando comparadas a imagens estáticas. A visualização de animações auxilia o aluno na compreensão de processos complexos, ao permitir que conceitos abstratos sejam convertidos em objetos visuais específicos, que podem ser manipulados (MCLEAN *et al.*, 2005). A integração de diferentes mídias (som, texto, imagem e animações) permite promover situações estimulantes para o usuário, não apenas despertando sua atenção, mas

mantendo-a ao longo de sua interação com o material educativo digital (TEIXEIRA; BRANDÃO, 2003; O'DAY, 2006). Além disso, a disponibilização das animações livremente na internet permite maior acesso ao material educativo digital.

2. OBJETIVO

Desenvolvimento de material educativo digital intitulado “Fundamentos da Nutrigenômica”, baseado nas animações “modulação da expressão gênica por nutrientes e compostos bioativos dos alimentos” e “nutrigenômica e redução do risco de câncer, para divulgação científica da nutrigenômica para profissionais da área da alimentação e nutrição e da saúde.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

As animações foram produzidas em computador tipo “desktop”, utilizando-se os programas PowerPoint 2007 (Microsoft® Office Standard 2007) e o E.M PowerPoint Vídeo Converter (EffectMatrix Inc).

3.2 Métodos

Para desenvolver o material educativo digital, foi utilizado esquema proposto por Falkembach (2005), que se divide nas seguintes etapas: Análise e Planejamento; Modelagem; Implementação; Avaliação e Manutenção; Distribuição.

3.2.1 Análise e Planejamento

Nessa fase do desenvolvimento do material educativo digital foi considerado o produto a ser desenvolvido. Mais especificamente, foram definidos os temas e avaliados aplicações similares e os recursos disponíveis. Além disso, estabeleceram-se os objetivos, público alvo, bem como a forma, local e momento em que o material será utilizado.

3.2.2 Modelagem

Nessa etapa foi criado o modelo conceitual e de interface da aplicação hipermídia (animações, sons e imagens). O modelo conceitual contemplou aspectos como o conteúdo em si e forma de sua disponibilização.

Foi detalhada a distribuição do conteúdo em unidades e definidas as formas pela quais as unidades serão exibidas. Além disso, foram estabelecidas as mídias a serem utilizadas e a forma pela qual o usuário irá interagir com o material educativo digital.

A sequência de eventos nas animações foi definida por meio de “storyboards”. Os storyboards são ferramentas utilizadas no desenvolvimento de quadros que compõem uma animação representando o esboço do modelo de uma aplicação, que podem ser criados utilizando o PowerPoint ou simplesmente por meio de desenho feito a mão (FALKEMBACH, 2005). Os procedimentos para delineamento dos “storyboards” e produção das animações foram baseados nas recomendações de O’Day 2006 e Falkembach, 2005. O conteúdo das animações inclui, por exemplo, temas “modulação da expressão gênica por nutrientes e compostos bioativos dos alimentos” e “nutrigenômica e redução do risco de câncer”.

3.2.3 Implementação

Nessa etapa, foram produzidas e digitalizadas as mídias. Com base nos esquemas do modelo de navegação (conteúdo estático) e “storyboards” das animações “modulação da expressão gênica por nutrientes e compostos bioativos dos alimentos” e “nutrigenômica e redução do risco de câncer”, foram produzidos os slides no programa de autoria PowerPoint 2007. Após a conclusão dessa etapa, os slides referentes às 2 animações foram então exportados para o programa E.M PowerPoint Vídeo Converter e convertidos em arquivos de vídeo (AVI), dando origem às animações, que podem ser visualizadas no programa Windows Media Player (Microsoft). O arquivo PowerPoint contendo o conteúdo estático (Fundamentos_da_Nutrigenômica.ppt) e os arquivos contendo as 2 animações (Expressão_gênica_nutrientes.ppt e Nutrigenômica_redução_risco_cancer.ppt) foram gravados em CD-ROM (Anexo A).

3.2.4 Avaliação e Manutenção

Para avaliação do material educativo digital foram convidados a utilizar e avaliar o material educativo digital profissionais de ambos os sexos, com idade mínima de 18 anos, matriculados ou não em Programas de Pós-Graduação da Universidade de São Paulo das áreas da Alimentação e Nutrição e da Saúde. Os critérios de não-inclusão foram idade menor que 18 anos e já ter cursado a disciplina NHA5705 – “Fundamentos da biologia molecular aplicados à nutrição humana” oferecida no âmbito dos Programas de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos (FCF-USP) e Interunidades em Nutrição Humana Aplicada (FCF, FEA e FSP-USP).

Dentre os 20 participantes do estudo, 9 encontravam-se matriculados na disciplina NHA5705 – “Fundamentos da biologia molecular aplicados à nutrição humana”. Esses foram devidamente informados de que a participação ou não da pesquisa não implicaria em qualquer impacto na nota final na disciplina. Independentemente de aceitar participar da avaliação do material educativo digital, todos os alunos receberam o CD-ROM (ANEXO A) contendo o mesmo. O CD-ROM foi entregue aos alunos no 1º dia de aula da disciplina. Esses puderam utilizar o material educativo digital livremente durante 5 dias, de acordo com sua conveniência. Os demais participantes puderam utilizar o material durante período de 1 semana, também de acordo com sua conveniência. Todos os participantes foram informados do objetivo do estudo e instruídos quanto à utilização do material educativo digital. Mais especificamente, foram informados de que deveriam iniciar o uso do material por meio de arquivo PowerPoint contendo o conteúdo estático (Fundamentos_da_Nutrigenômica.ppt). Foram, ainda, informados de que a indicação para uso dos dois arquivos de vídeo (Expressão_gênica_nutrientes.ppt e Nutrigenômica_redução_risco_cancer.ppt) estaria sinalizada em dois slides desse arquivo PowerPoint. Além disso, a dispensa de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para o estudo em questão pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da USP foi, também, devidamente informada (Protocolo CEP, 546; ANEXO B).

Após a utilização do material, todos participantes entregaram questionário (ANEXO C), baseado em um previamente utilizado por Yokaichiya *et al.* (2000) para avaliação de software educacional sobre radicais livres junto a alunos de graduação. Os participantes forneceram no presente estudo informações referentes a sua formação universitária, curso de Pós-Graduação e idade. Foram indagados se suas informações sobre nutrigenômica eram:

Insignificantes, Decorrentes de informações veiculadas pela mídia (revistas, jornais, TV), provenientes de revistas de divulgação científica, Resultantes de disciplinas cursadas na Universidade, Resultantes de cursos de educação continuada, Resultantes de palestras e/ou conferências científicas, ou Originadas de outras fontes de informação. Além disso, responderam às seguintes afirmações: (1) O material educativo digital é de fácil manuseio (2) A utilização desse tipo de recurso tem vantagens sobre textos (3) O material educativo digital trouxe conhecimentos novos sobre Nutrigenômica, (4) Os conceitos estão expostos de forma clara, (5) Meus conhecimentos anteriores foram suficientes para aprender com o material educativo digital, (6) Os textos estão redigidos com clareza, (7) As animações auxiliam a compreender os fenômenos exibidos, (8) Aprendi bastante sobre os fundamentos da Nutrigenômica com o material educativo digital. As respostas possíveis para cada afirmação eram as seguintes: “Concordo fortemente”, “Concordo”, “Indeciso”, “Discordo” ou “Discordo Fortemente”. Além disso, caso o participante tivesse interesse, poderia registrar em campo específico do formulário suas críticas e sugestões a respeito do material educativo digital.

4. RESULTADOS

4.1 Desenvolvimento do material educativo digital “Fundamentos da Nutrigenômica”

O material educativo “Fundamentos da Nutrigenômica” foi desenvolvido utilizando-se texto, som, imagem e animação (ANEXO A, encontra-se no CD-ROM). Esse é composto por um arquivo PowerPoint que contém o conteúdo estático, bem como por duas animações em arquivos (AVI).

4.1.2 Desenvolvimento do conteúdo estático

O conteúdo estático do material educativo digital foi desenvolvido no programa PowerPoint 2007 e se encontra apresentado em slides. A Figura 1 apresenta a tela de abertura do material educativo digital. Após a tela de abertura do material educativo digital, seguem-se slides com os seguintes conteúdos: “O que é nutrigenômica” (Figura 2), “Como nosso genoma funciona” (Figuras 3 e 4), “A alimentação afeta o funcionamento do genoma (Figura 5)”, “Nutrigenômica e redução do risco de câncer (Figuras 6-8)” e “Sites de nutrigenômica recomendados (Figura 9)”.

Figura 1: Tela de abertura do material educativo digital “Fundamentos da Nutrigenômica”.

Figura 2: Tela do item “O que é nutrigenômica?”

Fundamentos da nutrigenômica

Como o nosso genoma funciona?

O Projeto Genoma Humano, concluído em 2003, identificou a presença de cerca de 25.000 genes em nosso genoma.

Parte desse genes contem a informação para a produção de proteínas como enzimas, transportadores de nutrientes, hormônios, receptores, citocinas, entre outras, necessárias para diferentes processos como:

- digestão, absorção e metabolismo de nutrientes.
- crescimento
- divisão celular
- função imune

Figura 3: Tela do item como nosso genoma funciona?

Fundamentos da nutrigenômica

Como o nosso genoma funciona?

Nossas proteínas são produzidas a partir de processo denominado expressão gênica.

Para se manter o estado de saúde, é necessário o funcionamento adequado do genoma, ou seja, o processo de expressão gênica deve ser muito bem regulado.

Fatores ambientais, como, por exemplo, poluição, tabagismo, medicamentos, atividade física e a alimentação podem afetar nosso risco de desenvolver doenças ao interferir com o processo de expressão gênica.

Figura 4: Tela do item como nosso genoma funciona?

Fundamentos da nutrigenômica

A alimentação afeta o funcionamento do genoma

Além de macronutrientes (carboidratos, lipídios e proteínas) e micronutrientes (vitaminas e minerais), os alimentos contêm milhares de compostos bioativos.

Exemplos de compostos bioativos de frutas e hortaliças são os carotenóides, flavonóides e compostos sulfurados.

Tanto nutrientes como compostos bioativos dos alimentos podem afetar o processo de expressão gênica de forma variada e complexa.

No futuro, a escolha de alimentos deverá levar em conta quais genes são estimulados ou inibidos pelos seus nutrientes e compostos bioativos.

!!! - Caso tenha interesse, veja a animação "Modulação da expressão gênica por nutrientes e compostos bioativos dos alimentos", em anexo.

Figura 5: Tela do item a alimentação afeta o funcionamento do genoma.

Fundamentos da nutrigenômica

Nutrigenômica e redução do risco de câncer

O câncer é um dos principais problemas de saúde pública em diversos países, inclusive no Brasil, onde representa a 2ª principal causa de morte por doenças.

O termo "câncer" refere-se a mais de 100 doenças diferentes, que tem como aspecto comum a proliferação celular descontrolada.

De forma geral, o câncer é uma doença que se desenvolve lentamente, levando muitas vezes décadas para o aparecimento do tumor. Isso indica que é possível e recomendado adotar hábitos de vida que reduzam o risco de desenvolvimento da doença.

Figura 6: Tela do item nutrigenômica e redução do risco de câncer.

Fundamentos da nutrigenômica

Nutrigenômica e redução do risco de câncer

É uma doença de origem multifatorial, que pode-ser causada pelos seguintes fatores ambientais:

- Radiações, como as solares
- Infecção com vírus (hepatite B e C; HPV)
- Poluição
- Cigarro
- Sedentarismo
- Alimentação inadequada

Figura 7: Tela do item nutrigenômica e redução do risco de câncer.

Fundamentos da nutrigenômica

Nutrigenômica e redução do risco de câncer

Estudos epidemiológicos mostram que pessoas que consomem mais frutas, legumes e verduras apresentam menor mortalidade por câncer.

Sugere-se que o efeito benéfico desses alimentos se deva à presença de diferentes compostos bioativos, que teriam ações protetoras contra o câncer influenciando a expressão gênica.

Um composto bioativo que parece ter ações anticarcinogênicas é o sulforafano, um composto sulfurado presente no brócolis.

!!! Caso tenha interesse, veja a animação “Nutrigenômica e redução do risco de câncer”, em anexo.

Figura 8: Tela do item nutrigenômica e redução do risco de câncer.

Figura 9: Sites recomendados.

4.1.3 Desenvolvimento das animações

4.1.3.1 Animação “Modulação da expressão gênica por nutrientes e compostos bioativos dos alimentos”

A animação “modulação da expressão gênica por nutrientes e compostos bioativos dos alimentos” apresenta aspectos básicos do processo de expressão gênica, ilustrando componentes do processo como cromossomos, genes, transcrição, tradução, regiões regulatórias (promotores) e codificadores no DNA, fatores de transcrição, RNA, códon, ribossomos e proteínas (KAUWELL, 2005). Além disso, apresenta também a forma pela qual nutrientes e compostos bioativos dos alimentos afetam de forma direta ou indireta a transcrição do DNA em RNA (KAPUT; RODRIGUEZ, 2004). O “storyboard” no qual essa animação se baseou encontra-se apresentado na Figura 10. Exemplos de “slides”, gerados a partir desse “storyboard” e utilizados para a produção dessa animação, encontram-se apresentados nas Figuras 11-23.

Figura 10: Storyboard da animação "modulação da expressão gênica por nutrientes e compostos bioativos dos alimentos".

Animação
Modulação da expressão gênica por
nutrientes e compostos bioativos dos
alimentos

Autores:

Roberta Saraiva Giroto Patrício
 Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos
 da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da USP

Prof. Dr. Thomas Prates Ong
 Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da
 Faculdade de Ciências Farmacêuticas da USP

Figura 11: Slide da tela de abertura da animação "modulação da expressão gênica por nutrientes e compostos bioativos dos alimentos".

Figura 12: Slide mostra o núcleo e o citoplasma celular.

Figura 13: Slide que informa que humanos apresentam normalmente 22 pares de cromossomos autossomos e 1 sexual.

Figura 14: Slide que destaca um cromossomo.

Figura 15: Slide que informa que nos cromossomos estão distribuídos os cerca de 25 mil genes que compõem o genoma humano.

Figura 16: Slide que apresenta a localização da região promotora e codificadora de um gene.

Figura 17: Slide que apresenta a etapa de transcrição do processo de expressão gênica.

Figura 18: Slide que apresenta a ativação da região promotora por um fator de transcrição (FT), com transcrição da região codificadora do DNA em RNA, pela ação da enzima RNA polimerase (RNAPol).

Figura 19: Slide que ilustra que a etapa de tradução do RNA em proteína envolve a leitura dos códons nos ribossomos.

Figura 20: Slide que ilustra a produção de proteína na etapa de tradução.

Figura 21: Slide que ilustra composto bioativo (representado por um triângulo vermelho) fornecido por diferentes alimentos de origem vegetal.

Figura 22: Slide que ilustra ativação direta de fator de transcrição (FT) por composto bioativo dos alimentos (representado por um triângulo vermelho).

Figura 23: Slide que ilustra ativação indireta de fator de transcrição (FT) por composto bioativo dos alimentos (representado por um triângulo vermelho). Nesse exemplo, o composto bioativo exerce sua ação interferindo em vias de sinalização celular.

Figura 24: Slide que ilustra a ativação indireta de fator de transcrição (FT) (representado por um círculo verde) pelo composto bioativo dos alimentos.

Figura 25: Slide que ilustra a ligação do composto bioativo do alimento na região promotora do gene.

Figura 26: Slide que ilustra a transcrição do gene através da ligação da enzima RNA pol na região codificadora do gene.

Figura 27: Slide que ilustra a etapa de tradução do gene.

Figura 28: Slide que ilustra a etapa de tradução em proteína.

A partir da sequência de slide que incluem aqueles apresentados nas Figuras (11-28), produziu-se o arquivo de vídeo contendo a animação “**Modulação da expressão gênica por nutrientes e compostos bioativos dos alimentos**” (Anexo A, encontra-se no CD-ROM)

4.1.3.2 Animação “Nutrigenômica e redução do risco de câncer”

A animação “Nutrigenômica e redução do risco de câncer” apresenta fatores de risco para o câncer, como radiação solar, vírus e carcinógenos químicos. Destaca-se nesse sentido carcinógeno químico representado pelo benzo[a]pireno, presente na fumaça do cigarro, poluição ambiental e carnes submetidas a altas temperaturas (hambúrgueres), que pode induzir mutações nos genes, resultando na produção de proteínas alteradas que promovem o crescimento descontrolado das células e contribuindo para o desenvolvimento do câncer (BÉLIVEAL; GINGRAS, 2007). Além disso, destaca-se a importância do consumo de alimentos como frutas, legumes e verduras para a redução do risco de câncer (NEPOMUCENO, 2005). Nesse sentido, apresenta-se o exemplo do sulforafano composto bioativo oriundo do brócolis, que pode contribuir para inibição do desenvolvimento do câncer

através da produção da enzima glutathione *S*-transferase (CHEN; KONG, 2005). Essa enzima tem como função eliminar do organismo os compostos considerados carcinogênicos como, por exemplo, o benzo[a]pireno encontrados na poluição ambiental, fumaça do cigarro e carnes submetidas a altas temperaturas. Na animação, ilustra-se a forma, no caso indireta, pela qual o sulforafano induz a expressão do gene para essa enzima de destoxificação (ALBENA *et al.*, 2007; LAMPE, 2009). O “storyboard” no qual essa animação se baseou encontra-se apresentado na Figura 29. Exemplos de “slides”, gerados a partir desse “storyboard” e utilizados para a produção dessa animação, encontram-se apresentados nas Figuras 30-52.

Figura 29: “Storyboard” da animação “nutrigenômica e redução do risco de câncer”.

Figura 30: Slide da tela de abertura da animação “Nutrigenômica e redução do risco de câncer”.

Figura 31: Slide que apresenta fator de risco de natureza física (raios UV proveniente do sol) para o câncer.

Figura 32: Slide que apresenta fator de risco de natureza biológica (vírus) para o câncer.

Figura 33: Slide que apresenta fator de risco de natureza química (carcinógenos) para o câncer.

Figura 34: Slide que apresenta fontes em que o carcinógeno benzo[a]pireno pode ser encontrado.

Figura 35: Slide que mostra o benzo[a]pireno promovendo mutação no DNA.

Figura 36: Slide que mostra o benzo[a]pireno promovendo a troca da base do DNA A (adenina) por T (timina).

Figura 37: Slide que ilustra a ligação da enzima RNA polimerase (RNAPol) ao gene mutado.

Figura 38: Slide que ilustra a transcrição do DNA mutado.

Figura 39: Slide que mostra a leitura do códon com alteração em uma base, na etapa de tradução.

Figura 40: Slide que mostra que a alteração na sequência de aminoácidos gera proteína com função alterada, que pode induzir a proliferação celular descontrolada e, com isso, o desenvolvimento tumoral.

Figura 41: Slide que mostra o desenvolvimento do câncer.

Figura 42: Slide que mostra que frutas, verduras e legumes apresentam compostos bioativos capazes de estimular a expressão de genes importantes para a redução do risco de câncer.

Figura 43: Slide que destaca o sulforafano, composto bioativo oriundo do brócolis.

Figura 44: Slide que ilustra a iniciação da ativação indireta de fator de transcrição pelo sulforafano

Figura 45: Slide que ilustra a cascata de ativação indireta do fator de transcrição NRF-2 pelo sulforafano.

Figura 46: Slide que ilustra o fator de transcrição NRF2 ativo ligado à região promotora do gene.

Figura 47: Slide que ilustra a ativação da transcrição pelo fator de transcrição NRF2.

Figura 48: Slide que ilustra que a ativação do fator de transcrição NRF2 pelo sulforafano resulta na indução da expressão do gene para a enzima glutathione-S-transferase.

Figura 49: Slide que ilustra que a glutathione S-transferase conjuga molécula de glutathione à molécula de benzo(a)pireno.

Figura 50: Slide que informa que a conjugação com molécula de glutathione torna o benzopireno hidrossolúvel, facilitando sua excreção através da urina e fezes.

Figura 51: Slide que informa que destoxificação do benzopireno é uma forma de se proteger o DNA contra mutações e, com isso, reduzir o risco de desenvolvimento de câncer.

Figura 52: Slide que informa que o consumo regular de frutas e hortaliças auxilia na destoxificação de carcinógenos.

A partir dessa seqüência de slides, produziu-se o arquivo de vídeo contendo a animação “**Nutrigenômica e redução do risco de câncer**” (Anexo A, encontra-se no CD-ROM).

4.2 Avaliação do material educativo digital “Fundamentos da Nutrigenômica”

A Tabela 1 apresenta informações a respeito da profissão e formação universitária dos participantes do estudo. Observa-se que participaram da avaliação do material educativo digital profissionais da área da alimentação e nutrição e da saúde, sendo a maioria de nutricionistas. Além disso, a maior parte dos participantes cursava o mestrado e estava vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos da FCF-USP. Os resultados da avaliação encontram-se apresentados nas Figuras (53-56).

Tabela 1: Distribuição dos participantes (n = 20) de acordo com profissão e formação universitária.

Participantes do estudo	n	%
Profissão		
Nutricionista	10	50
Farmacêutico	3	15
Engenheiro de alimentos	2	10
Biólogo	2	10
Odontologista	1	5
Químico	1	5
Zootecnista	1	5
Formação universitária		
Somente curso de graduação	2	10
Cursando mestrado	14	70
Cursando doutorado	3	15
Realizando estágio de Pós-doutorado	1	5
Vínculo com Programas de Pós-graduação		
Ciência dos Alimentos (FCF-USP)	8	47
Interunidades em Nutrição Humana Aplicada (FCF, FEA, FSP – USP)	3	17,6
Nutrição em Saúde Pública (FSP – USP)	2	11,8
Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica (FCF-USP)	2	11,8
Microbiologia Agrícola (UFRGS)	1	5,9
Odontologia (FO-USP)	1	5,9

Figura 53: Distribuição das respostas dos participantes da pesquisa para a questão “Como considera seu conhecimento sobre nutrigenômica?”. IS = Insignificante, DM = Decorrente de informações veiculadas pela mídia, PRC = Proveniente de revistas de divulgação científica, RD = Resultante de disciplina cursadas na universidade, RC = Resultante de cursos de educação continuada, RP = Resultante de palestras e /ou conferências científicas, OF = Originada de outras fontes de informação.

De acordo com a Figura 53, a maior parte dos participantes informou que seus conhecimentos sobre nutrigenômica eram provenientes de revistas de divulgação científica, de disciplina cursada na universidade e palestras e/ou conferência científica. Além disso, uma minoria relatou considerar insignificante seu conhecimento sobre a área.

Figura 54: Distribuição das respostas dos participantes da pesquisa para a afirmação “O material educativo é de fácil manuseio”. CF = Concordo fortemente, C = Concordo, I = Indeciso, D = Discordo, DF = Discordo fortemente.

Figura 55: Distribuição das respostas dos participantes da pesquisa para a afirmação “A utilização desse tipo de recurso tem vantagens sobre textos”. CF = Concordo fortemente, C = Concordo, I = Indeciso, D = Discordo, DF = Discordo fortemente.

Figura 56: Distribuição das respostas dos participantes da pesquisa para a afirmação “O material educativo digital trouxe conhecimentos novos sobre nutrigenômica”. CF = Concordo fortemente, C = Concordo, I = Indeciso, D = Discordo, DF = Discordo fortemente.

Figura 57: Distribuição das respostas dos participantes da pesquisa para a afirmação “Os conceitos estão expostos de forma clara”. CF = Concordo fortemente, C = Concordo, I = Indeciso, D = Discordo, DF = Discordo fortemente.

Figura 58: Distribuição das respostas dos participantes da pesquisa para a afirmação “Meus conhecimentos anteriores foram suficientes para aprender com o material educativo digital”. CF = Concordo fortemente, C = Concordo, I = Indeciso, D = Discordo, DF = Discordo fortemente.

Figura 59: Distribuição das respostas dos participantes da pesquisa para a afirmação “Os textos estão redigidos com clareza”. CF = Concordo fortemente, C = Concordo, I = Indeciso, D = Discordo, DF = Discordo fortemente.

Figura 60: Distribuição das respostas dos participantes da pesquisa para a afirmação “Os textos estão redigidos com clareza”. CF = Concordo fortemente, C = Concordo, I = Indeciso, D = Discordo, DF = Discordo fortemente.

Figura 61: Distribuição das respostas dos participantes da pesquisa para a afirmação “Aprendi bastante sobre os fundamentos da nutrigenômica com o material educativo digital”. CF = Concordo fortemente, C = Concordo, I = Indeciso, D = Discordo, DF = Discordo fortemente.

De acordo com as Figuras 54-61, mais de 80% dos participantes assinalaram as respostas “concordo fortemente” ou “concordo” para todas as afirmações realizadas em relação ao material educativo digital. Em relação às respostas “indeciso” e “discordo”, essas foram assinaladas por menos de 10% dos participantes e ocorreram apenas para as afirmações que se referiam à vantagem do material educativo digital sobre textos e o fornecimento de conhecimentos novos sobre nutrigenômica. Além disso, os participantes também puderam manifestar, de forma espontânea, críticas comentários e/ou sugestões a respeito do material educativo digital. Exemplos nesse sentido incluem:

1. *“Gostei muito do material”.*

2. *“Achei o material muito interessante e muito elaborado, apesar de desconhecer um pouco a biologia molecular. Após assistir os vídeos consegui assimilar conceitos e aprendi os princípios da nutrigenômica. Achei extremamente interessante o vídeo sobre o câncer e me despertou interesse de me aprofundar mais no assunto. Parabéns pelo trabalho!”.*

3. *“Seria interessante aumentar o nível de interatividade com o aluno, pois da forma como esta o aluno apenas assiste o vídeo e lê os slides, não existe interação. Ele não tem autonomia para escolher um assunto ao qual gostaria de se aprofundar”.*

4. *“Gostei muito do material educativo digital e o considero de grande importância pois facilita o aprendizado por meio das ilustrações e também fixa muito o aprendizado. Achei que o material foi montado de uma forma simples, com pouco texto, não muitas imagens, explicações bem direcionadas e ótimos exemplos e isso tudo prende a atenção do aluno”.*

5. *“Seria interessante inserir um hyperlink para que a pessoa pudesse acessar os vídeos apenas clicando sobre os mesmos para facilitar o processo e instigar ainda mais o leitor. Essa mesma atitude poderia ser tomada para os sites citados. O material está adequado para introduzir os conceitos da nutrigenômica. Sugere-se continuidade no trabalho, aprofundando os conceitos e explorando a ação de CBAs na transcrição de genes que estão relacionados às doenças crônicas não transmissíveis”.*

6. *“Se o conteúdo fosse maior aprenderia mais. Gostei bastante do material, acho importantíssimo ter material desse tipo feito no Brasil e pela USP”.*

7. *“O espaço de tempo entre as frases (explicações) principalmente as iniciais, poderia ser um pouco menor”.*

8. *“O recurso atende o objetivo de informar de forma geral o conceito de nutrigenômica, no entanto, alguns termos podem atrapalhar o entendimento, se o público não tiver o conhecimento prévio (proteína quinase; sinalização celular). As animações são bem claras, mas podem ser melhor elaboradas. Os dois vídeos são um tanto lentos”.*

9. *“Em relação ao texto do PowerPoint achei que poderiam ser melhorados para poder ter mais conexão entre eles (textos do mesmo slide)”.*

10. *“Achei muito didático, podendo apenas ser um pouco mais dinâmico, uma vez que o material educativo digital possui uma tendência de substituir ou reforçar uma aula”.*

11. *“A locutora poderia falar ao mesmo tempo em que a animação ocorre, pois ficaria mais dinâmico. Considerando ser um vídeo de apresentação geral sobre nutrigenômica, acho que deva estar completo, mas não que substitua totalmente um texto.*

Elas poderiam aparecer de forma mais lúdica, pensando na apresentação a um público leigo, pois prenderia mais a atenção”.

5. DISCUSSÃO

Nutrigenômica representa disciplina científica relativamente recente que traz como perspectiva revolucionar a forma como as recomendações nutricionais são estabelecidas. Mais especificamente, essas deixariam de ser generalizadas e passariam a ser específicas, com base no DNA de cada indivíduo. Um dos aspectos a ser considerado para tanto é a forma pela qual variações genéticas influenciam a forma pela qual os indivíduos respondem à alimentação; o outro é a forma pela qual os componentes dos alimentos influenciam o funcionamento do genoma e, com isso, o fenótipo. Essa interação gene-nutriente é motivo de estudo da nutrigenômica (KAPUT; RODRIGUES, 2004).

Para que a nutrição personalizada possa vir a ser aplicada no futuro, faz-se necessário que profissionais que atuam na área da alimentação e nutrição e da saúde desenvolvam competências e adquiram conhecimentos estruturados relacionados às interações entre alimentação e o genoma (WHELAN, 2008). Por ser uma área de interface entre nutrição e genômica, seu entendimento é considerado complexo mesmo por profissionais graduados que atuam na área de alimentação e nutrição e da saúde (BUSSTRA *et al.*, 2006; ROSEN *et al.*, 2006). Assim, por exemplo, realizou-se no Reino Unido pesquisa para avaliar o conhecimento de nutricionistas a respeito de genética e nutrigenômica (WHELAN, 2008). Nesse caso, questionário contendo 11 questões foi enviado pelo correio para 600 profissionais. Verificou-se, por exemplo, que metade dos participantes não soube definir o significado de polimorfismo e que houve poucos acertos para questões relacionadas à interação gene-nutriente, indicando que para muitos nutricionistas conceitos e termos básicos da área não são bem compreendidos.

Inquérito realizado com cerca de 1.000 nutricionistas norte-americanos revelou amplo interesse desses profissionais em aprofundar seus conhecimentos a respeito da nutrigenômica e que os principais conteúdos necessários do ponto de vista de educação continuada se referiram aos fundamentos da nutrigenômica, sua aplicação clínica e divulgação científica junto ao público leigo (ROSEN *et al.*, 2006). Profissionais canadenses como nutricionistas, médicos e farmacêuticos consideraram limitado seus conhecimentos a respeito da nutrigenômica e ressaltaram a importância de materiais educativos que deveriam ser, inclusive, disponibilizados na web (MORIN, 2009). Dessa forma, ênfase tem sido dada para a necessidade de se desenvolver recursos educacionais de alta qualidade para ensino da

nutrigenômica (DEBUSK *et al.*, 2005; ENGLER, 2009). Exemplos de opções nesse sentido incluem educação à distância e educação online (MCCARTHY *et al.*, 2008). Uma das poucas iniciativas em relação à produção de material educativo digital sobre nutrigenômica foi relatada por Busstra *et al.* (2006). Nesse caso, os autores desenvolveram material interativo que abordava os tópicos de nutrição personalizada e obesidade e cujo uso era previsto no contexto de disciplina de Pós-graduação na Universidade de Wageningen (Holanda) para alunos com formação heterogênea.

No Brasil, não se encontraram informações publicadas a respeito do conhecimento e interesse pela nutrigenômica por parte de profissionais da área de alimentação e nutrição e da saúde. Algumas iniciativas para ensino da nutrigenômica em nível de Pós-graduação na USP incluem as disciplinas “Fundamentos da Biologia Molecular Aplicados à Nutrição Humana” (Programa de Pós-Graduação Interunidades em Nutrição Humana Aplicada, FCF, FEA, FSP-USP), Tópicos avançados em nutrigenômica – FBA5901 e Nutrição do Câncer-FBA5897 (Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, FCF-USP), Nutrigenômica no contexto das doenças crônicas não-transmissíveis-HNT5759 (Programa de Pós-Graduação em Nutrição em Saúde Pública, FSP-USP) e Nutrigenômica básica e aplicada-RCM5852 (Programa de Pós-Graduação em Medicina da FMRP-USP) (<https://sistemas.usp.br/fenixweb/>).

Entretanto, do ponto de vista da educação continuada são limitadas iniciativas para divulgação científica da área, podendo-se destacar o site da Rede brasileira de nutrigenômica (<http://www.nutrigenomicabrasil.org/>). Nesse contexto considerou-se ser importante a produção de material educativo para divulgação científica da nutrigenômica para profissionais da área de alimentação e nutrição e da saúde. Mais especificamente produziu-se material educativo digital intitulado “Fundamentos da nutrigenômica”, baseado nas animações “modulação da expressão gênica por nutrientes e compostos bioativos dos alimentos” e “nutrigenômica e redução do risco de câncer”, para ser utilizado como recurso introdutório ao tema. Animações foram escolhidas como recurso digital devido à facilidade proporcionada por essa tecnologia para visualização de eventos de difícil compreensão, ao permitir que conceitos abstratos sejam convertidos em objetos visuais específicos (MCCLEAN *et al.*, 2005) e à possibilidade de sua distribuição livremente pela internet (HUANG, 2005).

Considerando-se que a modulação da expressão gênica por nutrientes e compostos bioativos dos alimentos é um dos aspectos fundamentais da interação gene-nutriente, optou-se por abordar esse tópico no material educativo digital. Nesse sentido, na animação “modulação da expressão gênica por nutrientes e compostos bioativos dos alimentos” são apresentados

conceitos básicos à respeito de genoma, cromossomos, genes, região promotora e codificadora dos genes, fatores de transcrição e expressão gênica (KAUWELL, 2005). Além disso, apesar de componentes dos alimentos modularem a expressão gênica de formas bastante complexas e variadas, tanto em nível transcricional como pós-transcricional (KAPUT; RODRIGUEZ, 2004), optou-se por restringir os exemplos às interferências tanto diretas como indiretas, em nível transcricional, por parte dessas substâncias.

Com o objetivo de apresentar contexto em que se vislumbra aplicação futura da nutrigenômica, optou-se por também produzir animação intitulada “Nutrigenômica e redução do risco de câncer”. O câncer é um importante problema de saúde pública que tem origem multi-fatorial e é influenciada pela alimentação. Na animação em questão são inicialmente apresentados aspectos básicos relacionados a sua etiologia, destacando-se o papel de fatores ambientais como os físicos, biológicos e químicos (FOGG-JOHNSON; KAPUT, 2003; JOHNSON, 2004; HSU *et al.*, 2009). É dada ênfase ao papel do benzo[a]pireno, carcinógeno presente em diferentes fontes às quais os seres humanos se encontram expostos, tais como poluição ambiental, fumaça do cigarro e mesmo carnes submetidas à altas temperaturas como hambúrgueres (RIBARREN *et al.*, 1999; KAZEROUNI *et al.*, 2001; GUO *et al.*, 2009). Nesse caso, a animação apresenta um dos mecanismos de ação desse carcinógeno que se relaciona à indução de mutação no genoma. Por outro lado, também se ilustra na animação em questão a importância de um composto bioativo dos alimentos, no caso, o sulforafano, oriundo do brócolis, para a redução do risco de câncer. Mais especificamente, apresenta-se a ativação pelo isotiocianato da via do fator de transcrição NRF-2 necessária para indução da expressão do gene para a enzima de destoxificação de carcinógenos glutathione-S-transferase (SHAPIRO *et al.*, 2001; ALBENA *et al.*, 2007; BÉLIVEAU; GINGRAS, 2007; LAMPE, 2009).

Um aspecto a ser considerado no desenvolvimento de material educativo digital se refere à sua avaliação (BUSSTRA *et al.*, 2006; MCCARTHY *et al.*, 2008). Dessa forma, optou-se por realizar uma 1ª avaliação do material educativo digital “Fundamentos da Nutrigenômica” junto a 20 profissionais matriculados ou não em Programas de Pós-Graduação da Universidade de São Paulo nas áreas da alimentação e nutrição e da saúde. O questionário utilizado nesse caso foi baseado naquele empregado por Yokaichiya *et al.* (2000) para avaliar software educacional sobre radicais livres de oxigênio junto a alunos de graduação com formação heterogênea. No caso do material educativo digital sobre nutrigenômica desenvolvido por Busstra *et al.* (2006), a avaliação também foi realizada utilizando-se questionário em que os alunos de Pós-graduação (n = 15-22) deveriam concordar ou não com

diferentes afirmações, como, por exemplo, “Aprendi bastante com o material”; “As questões e atividades aumentaram minha motivação para estudar”; “Os aspectos visuais do material me ajudaram a compreender conceitos importantes”, utilizando escala de 1 (ruim) a 5 (excelente) em suas respostas.

De acordo com os resultados da avaliação, verificou-se que a maior parte dos participantes (mais que 80%) concordou fortemente ou concordou com as diferentes afirmações quanto às qualidades do material educativo digital. Esses dados indicam que animações representem recurso pedagógico digital útil para divulgação científica da nutrigenômica. No presente projeto, os participantes puderam relatar suas impressões sobre o material educativo digital, sugerindo, inclusive, melhoramentos a serem introduzidos. De forma geral, constatou-se boa aceitação do material educativo pelos usuários. Em relação às críticas, um participante ressaltou a importância de introdução de hiperlink para acesso mais fácil às animações a partir do arquivo PowerPoint. Outros destacaram a necessidade de maior interatividade e dinamismo do material. Essas demandas se referem a importantes aspectos a serem considerados no desenvolvimento de material educativo digital, inclusive sobre nutrigenômica (BUSSTRA *et al.*, 2006). Apesar de a proposta inicial ter sido o desenvolvimento de ferramenta tutorial, entende-se que a partir do material educativo digital produzido seria interessante e desejável a introdução de aspectos de interatividade no material. Uma possibilidade nesse sentido seria a produção de módulo em que o usuário pudesse simular a condução de um experimento laboratorial simples na área de nutrigenômica. Isso proporcionaria aos usuários do material educativo digital, no caso profissionais da área de alimentação e nutrição e da saúde, uma visão inicial de como são gerados os dados em estudos nutrigenômicos. Além disso, outro aspecto que também pode vir a enriquecer o material educativo digital é a introdução de módulos com perguntas e respostas, inclusive com explicações para o caso de respostas erradas.

No material educativo digital “Fundamentos da Nutrigenômica” foram contemplados aspectos genômicos da interação gene-nutriente, principalmente relacionados ao contexto do câncer. Vale destacar que alguns participantes da avaliação mencionaram a necessidade de se aumentar o conteúdo do material educativo. Considerando-se que o impacto de variações genéticas também devem ser considerados do ponto de vista da interação gene-nutriente (KAPUT; RODRIGUEZ, 2004), seria interessante complementar o material educativo com módulo sobre os aspectos fundamentais de polimorfismos no contexto da nutrigenômica. Um tema que tem vínculo inclusive com a animação “Nutrigenômica e redução do risco do câncer” é o do impacto de deleções no gene para a glutathione-S-transferase. Descreve-se que

indivíduos com esse tipo de polimorfismo teriam maior risco para diferentes tipos de câncer e poderiam, eventualmente, se beneficiar de maior consumo de crucíferas (NEBERT, 1991; RAUNIO *et al.*, 1995). Além disso, outras doenças crônicas não-transmissíveis poderiam ser ainda contempladas. Um exemplo são as doenças cardiovasculares que tem origem multifatorial (CORELLA, ORDOVAS, 2004). Existem polimorfismos presentes no gene APOA1, principal apoproteína da lipoproteína de alta-densidade (HDL), fator de proteção contra essas doenças, que influenciam a forma pela qual indivíduos respondem à alimentação. No caso, verificou-se que em mulheres sem os polimorfismos, o consumo de maior quantidade ácido graxos poliinsaturados diminui as concentrações plasmáticas de colesterol-HDL, enquanto que em mulheres com o polimorfismo, o efeito foi o oposto (DEBUSK *et al.*, 2005).

Vale ressaltar que a avaliação do material educativo digital foi realizada junto a profissionais cuja maioria estava cursando o mestrado e já tinha conhecimento sobre nutrigenômica. Nesse sentido, a constatação de que a maior parte dos participantes concordou fortemente ou concordou com a afirmação de que o material educativo trouxe novos conhecimentos sobre nutrigenômica indica que ele possa ser útil para divulgação científica da área para profissionais que não necessariamente estejam vinculados a programas de pós-graduação e à pesquisa. Nesse sentido, torna-se relevante avaliar o material em questão junto a maior número de profissionais da área da alimentação e nutrição e da saúde, inclusive fora do contexto universitário. Uma possibilidade nesse sentido seria o estabelecimento de colaborações com entidades de classes e com sociedades científicas.

Com o avanço das pesquisas em nutrigenômica, prevê-se que testes genéticos poderão ser solicitados no futuro para conhecer a real necessidade nutricional do paciente e desta forma oferecer dietas mais individualizadas (MORIN, 2009). Ressalta-se nesse contexto, a importância de profissionais da área da alimentação e nutrição e da saúde aprimorar não somente seus conhecimentos a respeito da interação gene-nutriente, mas também promover reflexão sobre benefícios, riscos e questões éticas relacionados à essa disciplina genômica de vertente nutricional (GILLIES, 2003; CASTLE; RIES, 2007). Nesse sentido, o material educativo digital “Fundamentos da nutrigenômica” oferece possibilidade para divulgação científica da nutrigenômica para tais profissionais.

6. CONCLUSÃO

O material educativo digital “Fundamentos da nutrigenômica” representa ferramenta útil para divulgação científica da nutrigenômica junto a profissionais da área da alimentação e nutrição e da saúde.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, E. A prevenção primária e a detecção do câncer de estômago. **Rev Cad Saúde**. v. 1, n. 13, p.1085-108, 1997.

AFMAN, L; MÜLLER, M. Nutrigenomics: from molecular nutrition to prevention of disease. **J Am Diet Assoc**. v. 4, n. 106, p. 569-576, 2006.

ALBENA, A. L et al. Induction of the phase 2 response in mouse and human skin by sulforafane-containing broccoli sprout extracts. **Cancer Epidemiol Biomarkers**. v. 16, p. 847-851, 2007.

ALMEIDA, N. R. A atuação do educador e as tecnologias: uma relação possível?.Disponível em: http://www.leiturasnaescola.org/textos/oficinas/textos_completos/a_atuacao_do_educador.pdf. Acesso em 14/12/2008.

AMARAL, S. F; SOUZA, K. I; COLOMBO, M. Desenvolvimento de um ambiente mediatizado para uso de vídeos Interativos na educação. Virtual Educa 2006. Disponível em <http://ihm.ccadet.unam.mx/virtualeduca2006/pdf/88-SA.pdf>. Acesso em 15/12/2008.

BEERY T. A. Genetics in critical care: a toolbox. **Crit Care Nurs Clin N Am**. V. 20, p. 139-148, 2008.

BÉLIVEAL R; GINGRAS D. Os alimentos contra o câncer: a prevenção e o tratamento do câncer pela alimentação. Petrópolis: Vozes, 2007.

BOCKHOLT S, M; WEST, J. P; BOLLENBACHER, W. E. Cancer cell biology: a student-centered instructional module exploring the use of multimedia to enrich interactive, constructivist learning of science. **Cell Biology Education**.v. 2, p. 35-50, 2003.

BUSSTRA, M. C et al. Design guidelines for the development of digital nutrigenomics learning material for heterogeneous target groups. **Advances in Physiology Education**. v. 31, p. 67-75, 2007.

CASTLE D; RIES N. M. Ethical, legal and social issue in nutrigenomics: the challenges of regulating service delivery and building health professional capacity. **Mutation Research**. v. 622, p. 138-143, 2007.

CANABARRO, T. A; RAMOS, B. E. J. software educacional: o difícil começo. **Novas Tecnologias na Educação** v. 1, n.1, p. 1-7, 2003.

CARVALHO P.G.B et al. Hortaliças como alimentos funcionais. **HORT BRAS**. V. 24, N. 4, 2006.

CORELLA. D; ORDOVAS. J. M. Single nucleotide polymorphisms that influence lipid metabolism: interaction with dietary factors. **Rev Nutr**. v.90, p. 341-390, 2005.

CENTER OF EXCELLENCE FOR NUTRITIONAL GENOMICS. Disponível em: <http://nutrigenomics.ucdavis.edu/nutrigenomics/>. Acesso em 03/06/2009.

CHATTOPADHYAY A. Understanding of genetic information in higher secondary students in northeast India and the implications for genetics education. **Cell Biol Educ**. v. 4, p.97-104, 2005.

CHEN, C; KONG, A. N. Dietary cancer-chemopreventive compounds: from signaling and gene expression to pharmacological effects. **Trends Pharmacol Sci**. n. 26, p. 318-6, 2005.

CHESSON, A; COLLINS, A. Assessment of the role of diet in cancer prevention. **Cancer Letters**. v. 114, p. 237-245, 1997.

CLARKE, J. D; DASHWOOD, R. H; HO, E. Multi-targeted prevention of cancer by sulforaphane. **Cancer letters**. v. 269, p. 291-304, 2008.

DAVIS, C. D; MILNER, J. Frontiers in nutrigenomics, proteomics, metabolomics and cancer prevention. **Mutation Research**. v. 551, p. 51-64, 2004.

DEBUSK, R. M Diet-related disease, nutritional genomics, and food and nutrition professionals. **American Dietetic Association**. v. 109, p. 410-413, 2009.

DEBUSK, R. M. Nutritional genomics in practice: where do we begin?. **J Am Diet Assoc.** v4, n. 105, p. 589-598, 2005.

DELLAPENNA D. Nutritional genomics: manipulating plant micronutrients to improve human health. **Science**, v. 285, p. 375-9, 1999.

EICHLER, M; DEL PINO, J. C. Computadores em educação química: estrutura atômica e tabela periódica. **Química Nova.** v.6, n 23, p. 835- 840, 2000.

ENGLER MB. **Nutrigenomics** in cardiovascular disease: implications for the future. *Prog. Cardiovasc Nurs.* V. 24, p. 190-195, 2009.

FAIRWEATHER-TAIT, S. J. Human nutrition and food research: opportunities and challenges in the post-genomic era. **Phil Trans S Royal Lond B.** v. 358, p. 1709-27, 2003.

FALKEMBACH, G. A. M. Concepção e desenvolvimento de material educativo digital. **Novas Tecnologias na Educação.** n. 3, p. 1-15, 2005.

FALKEMBACH, G. A. M; CAETANO, S.V.N. You tube: uma opção para uso do vídeo na EAD Disponível em <http://www.cinted.ufrgs.br/ciclo9/artigos/3aSaulo.pdf>. Acesso em 20/11/2008.

FERGUSON, L. R et al. Nutrigenomics and gut health. **Mutation Research.** v. 622, p. 1-6, 2007.

FIALHO, E; MORENO, F. S; ONG, T. P. Nutrição no pós-genoma: fundamentos e aplicações de ferramentas ômicas. **Rev.Nutr**, v. 6, n. 21, p. 757-799, 2008.

FOGG-JOHNSON, N; KAPUT, J. Nutrigenômics: an Emerging scientific discipline. **Foodtechnology.** v. 57, n. 4, p. 60-67, 2003.

GAZZONI, A; CANAL, A. P; FALKEMBACH, G. A. M. Proporcionalidade e semelhança: aprendizagem via objetos de aprendizagem. **Novas Tecnologias na Educação.** v. 4, n. 2, 2006.

GALEMBECK, E. Desenvolvimento de Software para ensino de bioquímica. 11-135. 1999. 137 f. Dissertação (Doutorado em Ciências). Universidade Estadual de Campinas.

GERMAN, J. B. Genetics dietetics: nutrigenomics and the future of dietetics practice. **American Dietetic Association**. p. 530-531, 2005.

GUEMBAROVSKI, R. L; CÓLUS, I. I. M. S. Glutathione S- Transferase M1 (GSTM-1): distribuição étnica e relação com câncer. **Seminário: Ci. Biol. Saúde**. v. 22, p. 3-9, 2001.

GILLIES, P. J. Nutrigenomics: the rubicon of molecular nutrition. **Journal of the American Dietetic Association**. v. 103, p. 50-54, 2003.

GUO, N. L; TOSUN, K; HORN, K. Impact and interactions between smoking and traditional prognostic factors in lung cancer progression. **Lung Cancer**. v. 02, n. 012, 2009.

GUTTMACHER, A. E; COLLINS, F. S. Genomic medicine-a primer. **N Engl J Med**. v. 347, p.1512-20, 2002.

HAAS, P; ANTON, A; FRANCISCO, A. Câncer colo retal no Brasil: consumo de grãos integrais como prevenção. **RBAC**. v. 39, n. 3, p. 231-235, 2007.

HIRSCH, J. B; EVANS, D. Beyond the impact of food on gene. **Food technol**. v. 59, n. 7, p. 24-33, 2005.

HSU, J; ARCOT, J; LEE, N. A. Nitrate and nitrite quantification from cured meat and vegetables and their estimated dietary intake in Australians. **Food Chemistry**. v. 115, p. 334-339, 2009.

HUANG, C. Designing high-quality interactive multimedia learning modules. **Computerized Medical Imaging and Graphics**. V. 29, p. 223-233, 2005.

ILIAS, E. J. Hábitos alimentares e câncer digestivo. **Rev Assoc Med Bras**, v. 5, n. 52, p. 281-91, 2006.

JOHNSON, I. T. New approaches to the role of diet in the prevention of cancer of the alimentary tract. **Mutation Research**. v.551, p. 9-28, 2004.

JUCÁ, S. C. S. A relevância dos softwares educativos na educação do profissional. **Ciências & Cognição**. v. 8, p. 22-28, 2006.

KAPUT, J; RODRIGUES, R. L. Nutritional genomics: the next frontier in the postgenomic era. **Physiol Genomics**. v.16, p.166-177, 2004.

KAPUT, J. Nutrigenomics research for personalized nutrition and medicine. **Food Biotechnology**. v. 19, p. 110-120, 2008.

KAUWELL, G. P. A. Emerging concepts in nutrigenomics: a preview of what is to come. **Nutri Clin Pract**. v. 20, n.1, p. 75-87, 2005.

KAZEROUNI, N et al. Analyses of 200 food items for benzo [a] pyrene and estimation of its intake in an epidemiologic study. **Food and Chemical Toxicological**. v. 39, p. 423-436, 2001.

KENSK, V. M. Das salas de aula aos ambientes virtuais de aprendizagem. 2005. Disponível em: <http://www.abed.org.br/congresso2005/por/pdf/030tcc5.pdf>. Acesso 7/9/2009.

KOHLMEIER, M. et al. Introducing cancer nutrition to medical students: effectiveness of computer-based instruction. **Am J Clin Nutr**. v.71, p. 873-7, 2000.

LAMPE, J. W. Sulforaphane: from chemoprevention to pancreatic cancer treatment. **Gut**. v. 58, p. 900-902, 2009.

KOHLMEIER, M et al. Introducing cancer nutrition to medical students: effectiveness of computer-based instruction. **Am J Clin Nutr**. v.71, p. 873-877, 2000.

McCLEAN, P et al. Molecular and cellular biology animations: development and impact on student learning. **Cell Biology**. V.4, p. 169-179, 2005.

MORAN, J. M. Como Utilizar a Internet na Educação. **Revista Ciência da Informação**. v.26, n.2, p. 146-153, 1997.

MORAN, J. M. Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias. **Revista Ciência da Informação**. v.3, n.1, p.137-144, 2000.

MORAN, J. M. O vídeo na sala de aula. Comunicação & Educação, 1995. Disponível em: <<http://www.eca.usp.br/prof/moran/vidsal.htm>>. Acesso em: 19/11/2008.

MORIN K. Knowledge and attitudes of Canadian consumers and health care professionals regarding nutritional genomics. **Omics**, v. 13, p. 37-41, 2009.

MCCARTHY S, PUFULETE M, WHELAN K. Factors associated with knowledge of genetics and nutritional genomics among dietitians. **J Hum Nutr Diet**. v. 21, p.547-54, 2008.

NEBERT, D. W. Role of genetics and drug metabolism in human câncer risk. **Mutation Research**. v. 247, p. 267-281, 1991.

NEPOMUCENO, J. C. Dieta e câncer: vitaminas antioxidantes. **Biosci. J**. v. 21, n. 1 p. 141-146, 2005.

NUGO THE EUROPEAN NUTRIGENOMICS ORGANIZATION> Disponível em: <http://www.nugo.org/everyone>. Acesso em 03/06/2009.

NUNES, S. C. Análise pedagógica de portais educacionais conforme a teoria da aprendizagem significativa. **Novas Tecnologias na Educação**. v. 4, n. 1. 2006.

NUNES, F. M. F, et al. Genética no ensino médio: uma prática que se constrói. **Genética na escola**. v.01, n.01, p. 19-24, 2006.

ORDOVAS, J. M; CORELLA D. Nutritotal genomics. **Annu Rev Genomics Hum Genet**. v. 5, p. 71-118, 2004.

O'DAY, D. H. Animated Cell Biology: A quick and easy method for making effective, high-quality teaching animations. **CBE—Life Sciences Education**. v. 5, p. 255–263, 2006.

OMMEN B. V. Nutrigenomics: exploiting systems biology in the nutrition and health arena. **Food Biotechnology**. v. 13, p.517-521, 2002.

PAUL, A. G. NF-kB: A Novel Therapeutic Target for Cancer. **Eukaryon**. v.1, p.4-5, 2005.

RAUNIO, H et al. Diagnosis of polimorfismo in carcinogen-activating enzymes and cancer. **Seceptibility-a review. Gene**. v.159, p. 113-121, 1995.

RIBARREN, C. et al. Efect of cigar smoking on the risk of cardiovascular disease, chronic obstructive pulmonary disease, and cancer in men. **N Engl J Med**. v. 340, n. 23, p. 1773-1780, 1999.

RIVOIRE, W. A et al. Bases biomoleculares da oncogênese cervical. **Rev Brasileira de Cancerologia**. v. 2, n. 47, p. 179-184, 2001.

ROSEN R, EARTHMAN C, MARQUART L, REICKS M. Continuing education needs of registered dietitians regarding nutrigenomics. **J Am Diet Assoc**. v. 106, p.1242-1245, 2006.

SETTIN, I C. Elaboração, aplicação e avaliação de um curso a distância para pré-vestibulandos com ênfase no ensino de biologia. 2004. 182f. Dissertação de (mestrado em biologia funcional e molecular). Universidade Estadual de Campinas.

SHAPIRO, T. A et al. Chemoprotective glucosinolates and isothiocyanates of broccoli sprouts: Metabolism and excretion in humans. **Cancer Epidemiology**. v.10, p. 501-508, 2001.

SILVA, B. A. K et al. Experimental model of pulmonary carcinogenesis in Wistar rats1. **Acta Cirurgica Brasileira**. v. 22, p. 16-20, 2007.

SLAMET-LOEDIN IH, JENIE IA. Nutrition: ethics and social implications. **Forum Nutr**, v. 60, p. 66-79, 2007.

TRAKA, M; GASPER, A. V; SMITH JA; HAWKEY CJ; BAO Y; MITHEN RF. Transcriptome analysis of human colon Caco-2 cells exposed to sulforaphane. **J Nutr**. v.135, p. 1865-72, 2005.

TEIXEIRA AC, BRANDÃO EJR. Software educacional: o difícil começo. **Novas Tecnologias na Educação**. v. 1, p.1-7, 2003.

TRUJILLO, E. M. S; DAVIS, C; MILNER, J. Nutrigenomics, proteomics, metabolomics, and the Practice of dietetics. **J Am Diet Assoc.** v.106, p. 403-413, 2006.

VALENTE, J. A. O uso inteligente do computador na educação. Disponível em: http://www.unidavi.edu.br/~afischer/content/2002-Sep-27_19-57-37.pdf.: Acesso em 11/12/2008.

VALENTE, J. A. Uso da internet em sala de aula. **Educar.** n. 19, p. 131-146. 2002.

VELÁSQUEZ-ITURBIDE J. A. et al. Approach to effortless construction of program animation. **Computer & Education.** v. 50,p. 179-192, 2008.

VENTER, J. C et al. The sequence of the human genome. **Science.** v.291, p. 1304-51, 2001.

WARD, L. S. Entendendo o processo molecular da tumorigênese. **Arq Bras Endocrinol Metab.** v. 46, n. 4, p. 351-360, 2002.

YOKAICHIYA D. K et al. Radicais livres de oxigênio: Um software introdutório. **Nova Química.** V. 23, n. 2, p.267-269, 2000.

YOUNG-SAM, K; WOO-SIK, J; KONG T. Chimoprevention by isothiocyanates and underlying molecular signaling mechanisms. **Mutation Research.** v.555, p. 191-202, 2004.

ZHANG, Y; TANG, L; GONZALES, V. Selected isothiocyanates rapidly induce growth inhibition of cancer cells. **Mol Cancer Ther.** v.2, p.1045-1052, 2003.

8. ANEXOS

ANEXO A - CD-ROM: Material educativo digital “Fundamentos da Nutrigenômica”.

ANEXO B – Protocolo CEP

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
Comitê de Ética em Pesquisa

Ofício CEP/FCF/44/2010

São Paulo, 30 de março de 2010.

Ilmo(a). Sr(a).
Prof. Dr. Thomas Prates Ong
FBA

Senhor(a) Pesquisador(a),

O Comitê de Ética em Pesquisa da FCF/USP, em reunião realizada em 29 de março de 2010, analisou o projeto intitulado "Desenvolvimento de material educativo digital para divulgação científica da nutrigenômica" (Protocolo CEP nº 546) e chegou a conclusão de que o mesmo não se enquadra como projeto de pesquisa, tal como previsto na Resolução CNS/196/96, mas sim como projeto de difusão de informação científica, não necessitando, portanto, da apreciação por parte deste Comitê.

Atenciosamente,

Prof. Dra. Elvira Maria Guerra Shinohara
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa
FCF/USP

ANEXO C - Questionário para avaliação do material educativo digital “Fundamentos da nutrigenômica”

1) Como o Sr.(a) considera seu conhecimento sobre nutrigenômica? Assinale a(s) alternativa(s) que melhor represente(m) sua resposta.

- ☐ Insignificante.
- ☐ Decorrente de informações veiculadas pela mídia (revistas, jornais, TV).
- ☐ Proveniente de revistas de divulgação científica.
- ☐ Resultante de disciplinas cursadas na Universidade.
- ☐ Resultante de cursos de educação continuada.
- ☐ Resultante de palestras e/ou conferências científicas.
- ☐ Originada de outras fontes de informação.

2) Em relação ao material educativo digital “Fundamentos da nutrigenômica”, assinale uma das alternativas para cada afirmação:

2.1 O material educativo digital é de fácil manuseio.

- ☐ Concordo fortemente ☐ Concordo ☐ Indeciso ☐ Discordo ☐ Discordo Fortemente

2.2 A utilização desse tipo de recurso tem vantagens sobre textos.

- ☐ Concordo fortemente ☐ Concordo ☐ Indeciso ☐ Discordo ☐ Discordo Fortemente

2.3 O material educativo digital trouxe conhecimentos novos sobre Nutrigenômica.

- ☐ Concordo fortemente ☐ Concordo ☐ Indeciso ☐ Discordo ☐ Discordo Fortemente

2.4 Os conceitos estão expostos de forma clara.

- ☐ Concordo fortemente ☐ Concordo ☐ Indeciso ☐ Discordo ☐ Discordo Fortemente

2.5 Meus conhecimentos anteriores foram suficientes para aprender com o material educativo digital.

- ☐ Concordo fortemente ☐ Concordo ☐ Indeciso ☐ Discordo ☐ Discordo Fortemente

2.6 Os textos estão redigidos com clareza.

() Concordo fortemente () Concordo () Indeciso () Discordo () Discordo Fortemente

2.7 As animações auxiliam a compreender os fenômenos exibidos.

() Concordo fortemente () Concordo () Indeciso () Discordo () Discordo Fortemente

2.8 Aprendi bastante sobre os fundamentos da Nutrigenômica com o material educativo digital.

() Concordo fortemente () Concordo () Indeciso () Discordo () Discordo Fortemente

9. ANEXOS OBRIGATÓRIOS

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Faculdade de Ciências Farmacêuticas

Secretaria de Pós-Graduação

**Informações para os Membros de Bancas Julgadoras de
Mestrado/Doutorado**

1. O candidato fará uma apresentação oral do seu trabalho, com duração máxima de trinta minutos.

2. Os membros da banca farão a arguição oral. Cada examinador disporá, no máximo, de trinta minutos para arguir o candidato, exclusivamente sobre o tema do trabalho apresentado, e o candidato disporá de trinta minutos para sua resposta.

2.1 Com a devida anuência das partes (examinador e candidato), é facultada a arguição na forma de diálogo em até sessenta minutos por examinador.

2.2 Tempo máximo total de arguição: 3 horas para o mestrado e 5 horas para o doutorado.

3. Não serão permitidas correções na dissertação/tese. Assim, havendo extrema necessidade, poderá ser incluída uma errata.

4. A sessão de defesa será aberta ao público.

5. Terminada a arguição por todos os membros da banca, a mesma se reunirá reservadamente e expressará na ata (relatório de defesa) a aprovação ou reprovação do candidato, baseando-se no trabalho escrito e na arguição.

5.1 Será considerado aprovado o aluno que obtiver aprovação por unanimidade ou pela maioria da banca.

5.2 Caso algum membro da banca reprove o candidato, a Comissão Julgadora deverá emitir um parecer a ser escrito em campo exclusivamente indicado na ata.

6. Dúvidas poderão ser esclarecidas junto à Secretaria de Pós-Graduação: pgfarma@usp.br, (11) 3091 3621.

São Paulo, 11 de dezembro de 2009.

Profa. Dra. Bernadette D. G. M. Franco
Presidente da CPG/FCF/USP

Currículo Lattes

Roberta Saraiva Giroto Patrício

Possui graduação em Nutrição pelo Centro Universitário Nove de Julho. Atualmente cursando mestrado em Ciência dos Alimentos pela Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, no laboratório de Dieta Nutrição e Câncer, sob supervisão do prof. Dr. Thomas Prates Ong. Tendo como tema de pesquisa: Desenvolvimento de material educativo digital para divulgação científica da nutrigenômica.
(Texto informado pelo autor)

Última atualização do currículo em 13/11/2009

Endereço para acessar este CV:

<http://lattes.cnpq.br/0636779930298755>

Dados pessoais

Nome **Roberta Saraiva Giroto Patrício**

Nome em citações bibliográficas **PATRÍCIO, R. S. G.**

Sexo **Feminino**

Endereço profissional **Universidade de São Paulo.
Professor Lineu Prestes, 580. Bl.14
Butantã
05508-900 - Sao Paulo, SP - Brasil
Telefone: (11) 30913630 begin_of_the_skype_highlighting (11)
30913630 end_of_the_skype_highlighting**

Formação acadêmica/Titulação

2008 **Mestrado em andamento em Ciências dos Alimentos (Conceito CAPES 7) .
Universidade de São Paulo, USP, Brasil.
Título: Desenvolvimento de Material Educativo Digital para Divulgação Científica da Nutrigenômica, Orientador: Thomas Prates Ong.
Bolsista do(a): Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, , .
Grande área: Ciências da Saúde / Área: Nutrição.**

2002 - 2006 **Graduação em Nutrição .
Centro Universitário Nove de Julho.**

Atuação profissional

Universidade de São Paulo, USP, Brasil.

Vínculo institucional

2008 - Atual Vínculo: Mestrado, Enquadramento Funcional: Bolsista, Carga horária: 40, Regime: Dedicação exclusiva.

Johnson & Johnson, JOHNSON & JOHNSO, Brasil.

Vínculo institucional

2006 - 2006 Vínculo: Estágio, Enquadramento Funcional: Estagiária de Nutrição

Outras informações Gerenciamento de equipes e administração de mão de obra, elaboração do cardápio para mensalistas e executivos, controle de medidas de segurança alimentar, aplicação dos procedimentos operacionais padronizados (POPS) e análise de perdas de produtos. Instrução e supervisão de higienização, controle do estoque, pedido de compras, supervisão da distribuição das refeições, planejamento e execução de eventos e datas comemorativas.

Hospital Panamericano, HOSPITAL PANAMER, Brasil.

Vínculo institucional

2006 - 2006 Vínculo: Estágio, Enquadramento Funcional: Estagiária de Nutrição, Carga horária: 30

Outras informações Acompanhamento nutricional de pacientes hospitalizados em unidade de terapia intensiva (UTI), avaliação antropométrica de pacientes hospitalizados. Acompanhamento da evolução clínica do paciente, participação em reuniões e avaliação do perfil nutricional.

Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia, IDPC, Brasil.

Vínculo institucional

2006 - 2006 Vínculo: Estágio, Enquadramento Funcional: Estagiária de Nutrição, Carga horária: 30

Outras informações Atendimento nutricional de pacientes em ambulatório, orientação de acordo com as patologias. Acompanhamento semanal de atletas com supervisão da evolução clínica, cálculo de treinos, suplementação e elaboração de dietas.

Áreas de atuação

1. **Grande área:** Ciências da Saúde / **Área:** Nutrição.

Idiomas

Inglês Compreende Razoavelmente Lê Razoavelmente.
Espanhol Compreende Razoavelmente Lê Razoavelmente.

Eventos

Participação em eventos

1. 10 Congresso Nacional da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição-SBAN. 2009. (Congresso).
2. Perspectivas em Nutrição na Era Pós-Genoma. 2009. (Simpósio).
3. I Simpósio de Pesquisa e Ensino em Nutrigenômica. 2007. (Seminário).
4. Workshop de Soja na Doença Cardiovascular. 2007. (Seminário).
5. I Feira da Saúde para População Negra , na Qualidade de Orientadora Nutricional. 2007. (Oficina).
6. XIX Congresso Brasileiro de Nutrição. 2006. (Congresso).
7. 1º Congresso Latino Americano de Gastronomia e Nutrição. 2005. (Congresso).

Ficha do aluno

Janus - Sistema Administrativo da Pós-Graduação

Universidade de São Paulo
Faculdade de Ciências Farmacêuticas
Documento sem validade oficial

FICHA DO ALUNO

9132 - 6013579/2 - Roberta Saraiva Giroto Patricio

Email: ropatricio@usp.br

Data de Nascimento: 07/01/1981

Cédula de Identidade: RG - 33.511.782-X - SP

Local de Nascimento:

Nacionalidade:

Graduação: Bacharel em Nutrição - Centro Universitário Nove de Julho - São Paulo - Brasil - 2007

Curso:	Mestrado
Programa:	Ciência dos Alimentos
Área:	Nutrição Experimental
Data de Matrícula:	06/03/2008
Início da Contagem de Prazo:	06/03/2008
Data Limite:	06/09/2010

Orientador: Prof(a). Dr(a). Fernando Salvador Moreno - 06/03/2008 a 12/06/2008 E.Mail: rmoreno@usp.br

Orientador: Prof(a). Dr(a). Thomas Prates Ong - 13/06/2008 até o presente. E.Mail: tong@usp.br

Proficiência em Línguas: Inglês, Aprovado em 06/03/2008

Data de Aprovação no Exame de Qualificação: Aprovado em 14/12/2009

Data do Depósito do Trabalho:

Título do Trabalho:

Data Máxima para Aprovação
da Banca:

Data de Aprovação da Banca:

Data Máxima para Defesa:

Data da Defesa:

Resultado da Defesa:

Histórico de Ocorrências: Ingressou no Mestrado em 06/03/2008

Matrícula de Acompanhamento em 25/07/2010

Última ocorrência: Matrícula de Acompanhamento em 25/07/2010

Impresso em: 27/07/10 18:23:25

Janus - Sistema Administrativo da Pós-Graduação

Universidade de São Paulo
Faculdade de Ciências Farmacêuticas
Documento sem validade oficial

FICHA DO ALUNO

9132 - 6013579/2 - Roberta Saraiva Giroto Patricio

Sigla	Nome da Disciplina	Início	Término	Carga Horária	Cred.	Freq.	Conc.	Exc.	Situação
NHA5705-2/1	Fundamentos da Biologia Molecular Aplicados à Nutrição Humana (Curso Interunidades: Nutrição Humana Aplicada - Universidade de São Paulo)	27/05/2008	30/06/2008	60	4	100	A	N	Concluída
NHA5701-4/1	Fundamentos Biológicos da Nutrição Humana Aplicada (Curso Interunidades: Nutrição Humana Aplicada - Universidade de São Paulo)	04/08/2008	12/10/2008	120	8	100	A	N	Concluída
EDM5053-2/2	Ambientes de Aprendizagem Cooperativa Apoiados em Tecnologias da Internet: Novos Desafios, Novas Competências (Faculdade de	12/08/2008	03/11/2008	120	8	80	A	N	Concluída

EDM5791-5/1	Educação - Universidade de São Paulo) Metodologia do Ensino Superior (Faculdade de Educação - Universidade de São Paulo)	13/08/2008	04/11/2008	120	8	100	A	N	Concluída
-------------	--	------------	------------	-----	---	-----	---	---	-----------

	Créditos mínimos exigidos		Créditos obtidos
	Para exame de qualificação	Para depósito da dissertação	
Disciplinas:	25	25	28
Atividades Programadas:			
Seminários:			
Estágios:			
Total:	25	25	28

Créditos Atribuídos à Dissertação: 71

Conceito a partir de 02/01/1997:

A - Excelente, com direito a crédito; B - Bom, com direito a crédito; C - Regular, com direito a crédito; R - Reprovado; T - Transferência.

Um(1) crédito equivale a 15 horas de atividade programada.