

CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO DE OBJETO DE APRENDIZAGEM PARA O ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR E TECIDUAL

Tatiana Montanari¹

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Departamento de Ciências Morfológicas,
tatianamontanari@gmail.com

Resumo: Objeto de aprendizagem foi desenvolvido para apoiar o ensino de Biologia celular e Histologia nos cursos de graduação das Ciências Biológicas e da Saúde. Sua concepção pedagógica baseou-se na descrição da inteligência naturalista, tipo de processamento de informações fundamentado no reconhecimento e na categorização de espécimes, habilidades importantes para a área morfológica. O recurso educacional foi construído, usando *Macromedia Flash*, como hipertexto, com imagens obtidas em microscopia de luz e eletrônica de células e seus constituintes, tecidos e órgãos. Exercícios criados com o programa *Hotpotatoes* foram incluídos para aumentar a interatividade e motivar a aprendizagem. O atlas digital foi disponibilizado na página da instituição (<http://www.ufrgs.br/atlasbiocel>) e cadastrado no repositório CESTA. Sua aplicabilidade foi avaliada com os alunos da disciplina de Biologia Celular do curso de Biologia Marinha, quando utilizado como apoio didático-pedagógico no estudo extraclasse. A maioria considerou a navegação acessível e as fotografias de ótima qualidade. As imagens e os exercícios favoreceram a compreensão do conteúdo, em especial, a relação entre morfologia e atividade funcional da célula, objetivo cognitivo definido na estratégia pedagógica.

Palavras-chave: *Biologia celular, Morfologia, objeto de aprendizagem, tecnologia educacional, educação à distância.*

Abstract: *A learning object was made to support the teaching of Cell Biology and Histology from Biological and Health Sciences courses. Its pedagogical conception was based on the description of the naturalist intelligence, a kind of information processing based on recognition and categorization of specimens, important capabilities for the morphological field. The learning object was developed using Macromedia Flash as hypertext, with photographs of cells and its constituents, tissues and organs, obtained for light and electron microscopy. Exercises created by Hotpotatoes software were included to improve the interactivity and to stimulate the learning. The digital atlas is available on the University homepage (<http://www.ufrgs.br/atlasbiocel>) and registered in the CESTA repository. Its implementation was tested with the students of the Cell Biology discipline from Marine Biology course, which used the atlas as pedagogical support in extra class study. The most of students considered accessible navigation and excellent photographs. The images and exercises facilitated the understanding of the subject, principally, the relationship between cell morphology and functional activity, cognitive aim defined in educational strategy.*

Keywords: Cell Biology, Histology, learning object, educational technology, E-learning.

1. Introdução

A célula é a unidade estrutural e funcional básica dos seres vivos. As células organizam-se em tecidos, e estes, em órgãos e sistemas. A Biologia Celular preocupa-se com a compreensão da célula quanto aos seus constituintes e à sua atividade funcional, e a Biologia Tecidual (ou Histologia) estuda os tecidos e os sistemas do organismo (Carvalho & Recco-Pimentel, 2013; Montanari, 2013).

A informação visual é de suma importância na Biologia Celular e Tecidual. A maior parte do conhecimento adquirido nessa área (denominada Morfologia) foi obtida através da observação de células isoladas ou em cortes de tecidos ou órgãos. O microscópio de luz, o microscópio eletrônico de transmissão e o microscópio eletrônico de varredura são instrumentos importantes nessa observação. No ensino dessas disciplinas, não há como dissociar o conteúdo teórico das imagens obtidas nesses aparelhos. Tanto que, além das fotomicrografias (imagens obtidas ao microscópio de luz) e das eletromicrografias (obtidas ao microscópio eletrônico) que ilustram as aulas teóricas, geralmente metade da carga horária da disciplina é dedicada para atividades práticas, onde os alunos observam preparados permanentes (lâminas histológicas) ao microscópio de luz.

Tendo isso em vista cada vez mais os livros de Biologia Celular e de Histologia são acompanhados por CD com imagens, vídeos e animações (Alberts et al., 2010; Stith, 2004). Por outro lado, o número de títulos de livros-texto com atlas ainda é pequeno, devido ao custo elevado da publicação em colorido. O valor elevado da obra acarreta outro problema para o estudante: a dificuldade de acesso através da aquisição pessoal ou mesmo pela biblioteca da instituição.

Agravando esse cenário, a maioria das escolas de ensino superior tem reduzido o tempo destinado às disciplinas da área morfológica, em especial à prática laboratorial. Como alternativa à redução da carga horária e dos recursos disponíveis para manutenção de laboratórios de microscopia óptica e ainda com o intuito de melhorar a qualidade do ensino, diversas universidades têm buscado, nas tecnologias da informação e da comunicação, soluções que permitem complementar a educação presencial com ferramentas de educação a distância e possibilitem aos alunos maior aproveitamento do tempo de contato com o estudo da Histologia (Santa-Rosa & Struchiner, 2011).

Nesse caminho, sem pretender substituir ou competir com as fontes bibliográficas tradicionais e tão pouco com as atividades práticas nos laboratórios de microscopia, a proposta de criação desse objeto de aprendizagem é a de oferecer mais uma possibilidade de fonte de estudo, um recurso via *internet*, que possa ser usado extraclasse, na residência do aluno ou na sala de multimídia. Espera-se com o seu desenvolvimento contribuir para a qualificação do ensino de Biologia Celular e Histologia nos cursos de graduação das Ciências Biológicas e da Saúde pela

agregação de tecnologia educacional interativa e apoiar a reflexão sobre as características do processo de ensino-aprendizagem específicos dessa área e sobre os possíveis impactos cognitivos desses recursos na educação.

2. Metodologia

A concepção pedagógica do objeto de aprendizagem em questão foi baseada na teoria das inteligências múltiplas de Howard Gardner, mais precisamente, na inteligência naturalista, descrita como o conjunto de habilidades mentais relacionadas a reconhecimento, classificação e categorização de espécimes (Gardner, 2005; Gardner, 2007).

Pretendia-se contemplar as necessidades dos estudantes das disciplinas de Biologia celular e Histologia em reconhecer, comparar (e distinguir) e classificar as células (os tecidos ou os órgãos) conforme suas características morfológicas, como forma, constituição e coloração. Outro ponto importante é a inferência da atividade funcional da célula, que compõe determinado tecido e/ou órgão, pelo seu aspecto estrutural. Assim, no planejamento do atlas, priorizou-se a oferta de material visual de excelente qualidade, em que essas habilidades pudessem ser exercitadas e, no seu *design*, as imagens foram privilegiadas.

Foram selecionadas fotografias, obtidas em microscopia de luz e em microscopia eletrônica, das células e seus constituintes, dos tecidos e dos órgãos, provenientes do acervo de aulas práticas ou de projetos de pesquisa. Para acompanhá-las foram redigidas legendas com a descrição do material biológico, a técnica (ou coloração) utilizada e, sempre que possível, o aumento. A coleção foi organizada em três grandes tópicos: Célula, Tecidos e Sistemas, sendo subdivididos nos seus constituintes. Para o desenvolvimento do atlas foi usado o programa *Macromedia Flash*, visando oferecer navegação hipertextual amigável e interativa. Uma seção de exercícios criados com o auxílio do *software Hotpotatoes* foi agregada.

Para verificar a aplicabilidade do objeto de aprendizagem, ele foi utilizado como apoio didático-pedagógico no estudo extraclasse na disciplina de Biologia Celular do curso de Biologia Marinha da instituição. O atlas foi indicado no início do semestre letivo, sendo inclusive citado como uma das referências bibliográficas no plano de ensino. Seu endereço foi repetido em outras oportunidades, conforme o andamento da matéria, solicitando o acesso do conteúdo abordado. Os alunos foram informados que, em determinada data, avaliariam o recurso digital. Na data oportuna, os alunos receberam um questionário para avaliação dos seguintes itens: relevância do ambiente virtual de aprendizagem para os objetivos e as necessidades cognitivas da disciplina, facilidade de orientação na navegação, recursos para valorizar as imagens (sinalização das organelas e estruturas com setas, clareza das legendas), contribuição dos exercícios para a aprendizagem e aplicação de conteúdos.

3. Resultados e discussão

A concepção pedagógica do *Atlas de Biologia celular e tecidual* foi baseada na teoria das inteligências múltiplas do neuropsicólogo norte-americano Howard Gardner. Nessa teoria, Gardner propõe que os seres humanos possuem uma série de capacidades cognitivas relativamente autônomas. Essas capacidades diversas de processamento da informação, as quais ele designa como inteligências, foram desenvolvidas para resolver problemas ou criar produtos. Cada inteligência representa uma forma distinta de representação mental (Gardner, 2005; Gardner, 2007).

A *inteligência linguística* possibilita desenvoltura no uso da linguagem falada e escrita e na aprendizagem de línguas estrangeiras. A *inteligência lógico-matemática* permite a análise de problemas com lógica e a resolução de operações matemáticas. A *inteligência musical* envolve facilidade na percepção e na produção da música. A *inteligência espacial* permite criar representações ou imagens mentais espaciais e operar sobre elas. A *inteligência físico-cinestésica* é a habilidade de resolver problemas ou criar produtos usando o corpo ou partes dele. A *inteligência naturalista* envolve a habilidade de fazer discriminações consequenciais, baseia-se em capacidades que detectam padrões. A *inteligência interpessoal* é a capacidade de entender as intenções, as motivações e os desejos do próximo e, conseqüentemente, de trabalhar de modo eficiente com terceiros. A *inteligência intrapessoal* é a capacidade da pessoa se conhecer, de ter um modelo individual de trabalho eficiente e de usar essas informações para tomar decisões sensatas na vida. A *inteligência espiritual/existencial* envolve capacidades de formular e examinar questões sobre o sentido da vida e da morte, sobre a existência e a fé (Gardner, 2001; Gardner, 2005).

As inteligências linguística e lógico-matemática são importantes para a aprendizagem escolar atual com aulas expositivas, leitura, escrita e cálculo (Gardner, 2005). No entanto, na área das Ciências Morfológicas, às quais pertencem as disciplinas de Biologia Celular e Histologia, o conteúdo é bastante visual, e as habilidades de reconhecimento, classificação e categorização são fundamentais para a sua compreensão. Por isso, a construção do ambiente virtual de aprendizagem foi baseada na inteligência naturalista. Pretendia-se possibilitar o exercício do estudante em reconhecer, comparar (e distinguir) e classificar as células (os tecidos ou os órgãos) conforme suas características estruturais e ainda relacionar seu aspecto morfológico com a sua atividade funcional.

A importância da informação visual fez com que as fotomicrografias e eletromicrografias fossem priorizadas no *design* do atlas digital e seu acesso fosse facilitado através da organização em categorias típicas da área. Assim, três grandes tópicos foram propostos no *menu*: Célula, Tecidos e Sistemas. O conteúdo de “Célula” foi dividido em Morfologia celular, Membrana plasmática, Citoesqueleto, Organelas, Ciclo celular e Matriz extracelular, e esses itens, por sua vez, subdivididos, se necessário. O tópico “Tecidos” foi segmentado nos quatro tipos

básicos: Epitelial, Conjuntivo, Muscular e Nervoso, e cada um desses foi ramificado nos tipos específicos. Em “Sistemas”, foram apresentados os Sistemas Circulatório, Linfático, Digestório, Respiratório, Urinário e Tegumentar. O acesso às imagens dá-se por esses tópicos e sub-tópicos do *menu*, o qual está presente na tela inicial e nas demais telas do sistema. Além do *menu* principal, a informação sobre a localização do visitante (em qual seção ele se encontra) está sempre disponível (Figura 1).



Figura 1 – Tela do tópico *Célula*, que exemplifica a estrutura do atlas: o conteúdo é abordado com imagens obtidas em microscopia de luz e eletrônica e legendas descritivas sobre o material biológico, a técnica e, quando possível, o aumento.

Uma seção de jogos foi agregada ao atlas, visando aumentar a interatividade do ambiente virtual e motivar a aprendizagem. Com o auxílio do *software Hotpotatoes*, foram criados exercícios de preencher lacunas, palavras-cruzadas, escolha múltipla (*quiz*) e de associação, inclusive com diagnóstico de imagens (Figuras 2 a 3). Como as fotografias são acompanhadas de legendas sucintas, os exercícios trazem conceitos e detalhamento de informações. Ainda, devido à sua programação, o aluno conhece a sua performance ao final da tarefa e, ciente de eventuais erros conceituais com retroalimentação imediata, pode revisar a matéria, o que envolve memorização e repetição, colaborando para a fixação do conteúdo.

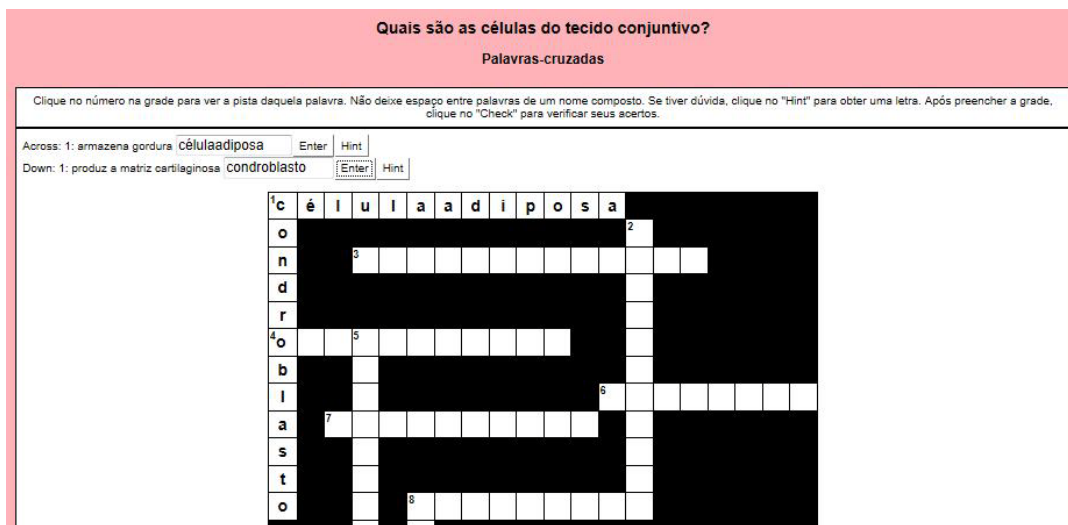
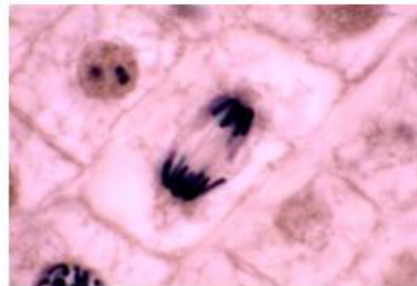


Figura 2 – Uma das telas da seção de jogos, exibindo exercício de palavras-cruzadas.

5. Qual é a fase mitótica mostrada na imagem?



- A. prófase.
B. metáfase.
C. anáfase.
D. telófase.

Figura 3 – Exercício de escolha múltipla com diagnóstico de imagem.

O recurso educacional foi disponibilizado na página da instituição (<http://www.ufrgs.br/atlasbiocel>) e cadastrado no seu repositório CESTA.

O atlas digital foi indicado, no início do semestre letivo, para os alunos da disciplina de Biologia Celular do curso de Biologia Marinha da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e citado como uma das referências bibliográficas no plano de ensino. Seu endereço foi repetido em outras oportunidades, conforme o andamento da matéria, solicitando o acesso do conteúdo abordado na disciplina. Os alunos foram informados que, em determinada data, avaliariam o objeto de aprendizagem.

Os seguintes itens foram considerados na avaliação: relevância do atlas virtual para os objetivos e as necessidades cognitivas da disciplina, facilidade de orientação na navegação, recursos para valorizar as imagens (sinalização das organelas e estruturas com setas, clareza das legendas), jogos e aplicação de conteúdos.

A maioria considerou suas informações relevantes aos objetivos da disciplina (“sim” para 88% e “parcialmente” 12%) e que ele contribuiu para sua motivação para o estudo da Biologia Celular (80%). As imagens facilitaram a identificação de detalhes na morfologia das células (“sim” para 80% e “parcialmente” para 20%), e isso permitiu compreender melhor a relação entre forma e função, ou seja, entre a morfologia e a fisiologia (“sim” para 84% e “parcialmente” para 16%).

Para a maioria, o atlas oferecia fácil localização de informações para estudo e pesquisa do conteúdo (80% responderam “sim”, 16%, “parcialmente” e 4%, “não”) e que o *menu* permitiu fácil navegação pelo conjunto de telas (88% assinalaram “sim” e 12%, “parcialmente”). Entretanto muitos alunos enfrentaram problemas para acessar o conteúdo (sim - 12%; às vezes - 52%; não - 36%). A queixa mais comum (32%) foi demora no tempo para baixar as telas, inclusive nos computadores da sala de multimídia da instituição.

As imagens foram avaliadas como de ótima qualidade de nitidez por 80% dos alunos e consideradas de qualidade regular por 20%. A identificação das organelas e das estruturas através de setas foi suficiente para 64%, pouco suficiente para 32% e insuficiente para 4%. As informações das legendas foram compreendidas com muita facilidade por 84% e com certa dificuldade por 16%, sendo que os motivos foram: 8% por incompreensão do texto, 4% pelo tamanho da letra e 4% por outros fatores.

A maioria entendeu o que os exercícios pediam para fazer (sim - 72%; quase sempre - 20%; sem responder - 8%) e considerou que esse tipo de atividade favorece a compreensão do conteúdo (sim - 72%; quase sempre - 20%). Aqueles que responderam “quase sempre” à questão anterior disseram que os jogos foram mal compreendidos pelos termos utilizados ou pela falta de preparo.

À questão sobre se o atlas virtual constituiria um recurso mais eficiente do que um livro, 72% dos alunos responderam “parcialmente”, 16% afirmaram que “não” e 12% que “sim”. Em defesa do livro, argumentaram que ele possui mais conteúdo explicativo, é mais detalhado e permite destacar os trechos importantes no momento da leitura. Sugestão frequente foi de que o objeto de aprendizagem agrega-se textos sobre as estruturas apresentadas, os processos e as funções das células e dos tecidos mencionados. Por outro lado, a presença de menos conteúdo explicativo também foi ressaltada como um ponto positivo, além da maior interação e da facilidade de acesso, inclusive contribuindo nas situações em que o livro não era disponível.

O objeto *Atlas de Biologia celular e tecidual* não foi elaborado pretendendo-se

substituir o livro como fonte de estudo. Usando as palavras de um aluno, “acredito que o melhor estudo é realizado com a integração de vários veículos de aprendizagem”, opinião que corrobora o argumento do principal autor de suporte cognitivo-pedagógico do trabalho, Howard Gardner (Gardner, 2005), o qual defende a importância de se ofertar múltiplos recursos aos alunos, em vários formatos e linguagens representando o mesmo conteúdo. Esperava-se contribuir para o ensino de Biologia Celular e Tecidual com outro recurso de aprendizagem: um recurso diferente, mais interativo, acessível pela *internet*, cuja prioridade era a linguagem visual (afinal tratava-se de um atlas e não de um livro digital). Estudos mostram a importância dessa linguagem e das atividades multimídia na aprendizagem (Mayer & Gallini, 1990; Heyden, 2004; Stith, 2004; McClean et al., 2005). Assim, desde o planejamento do trabalho, decidiu-se não dissertar sobre nenhum tema, e legendas longas foram evitadas. Por outro lado, os jogos foram criados de modo a trazer conceitos e informações sobre as estruturas apresentadas, os processos e as funções das células e dos tecidos. O aluno constrói esse conhecimento na medida em que interage com o exercício.

Sobre a aplicação do conteúdo do atlas, foi questionado aos alunos se dominavam o conjunto de informações apresentadas para fazer uma avaliação tranquila. Uma pequena parte (20%) acreditava que sim, enquanto a maioria (76%) julgava dominar parcialmente (4% não responderam). Foi perguntado também se consideravam que o conteúdo do atlas seria aplicado a outras disciplinas, obtendo-se resposta positiva (sim - 76%; parcialmente - 24%). Sobre a utilização em outras áreas do curso ou da vida profissional sobre as habilidades de estudo em ambiente virtual exercitadas com o atlas, a maioria respondeu afirmativamente (sim - 72%; parcialmente - 28%).

A observação inicial sobre a aplicabilidade do Atlas, realizada pelos alunos da disciplina de Biologia Celular do curso de Biologia Marinha, indicou boa receptividade e corroborou a relevância do trabalho para enriquecer as atividades de sala de aula e o estudo extraclasse desse conteúdo com elementos motivadores e integradores da nova cultura tecnológica educacional. Espera-se, com o seu desenvolvimento, ter contribuído para a qualificação do ensino de Biologia Celular e Histologia nos cursos de graduação das áreas Biológicas e da Saúde.

4. Conclusões

Foi produzido um recurso de aprendizagem virtual para alunos das disciplinas de Biologia Celular e Histologia dos cursos de graduação nas áreas Biológicas e da Saúde. O objeto de aprendizagem *Atlas de Biologia celular e tecidual* constitui um acervo de fotomicrografias e eletromicrografias da célula e dos seus constituintes, dos tecidos e dos órgãos, obtidas a partir de material de aulas práticas e de pesquisa. Além de servir de apoio didático para as aulas presenciais, o acesso pela *internet* possibilita o estudo extraclasse, a qualquer tempo, tornando o aluno sujeito ativo no processo de aprendizagem. Os exercícios da seção de jogos contribuem para a construção do conhecimento de forma interativa. A avaliação da sua

aplicabilidade, realizada pelos alunos da disciplina de Biologia celular do curso de Biologia marinha, indicou que o objetivo cognitivo de promover a compreensão do conteúdo, em especial, a relação entre morfologia e atividade funcional da célula, foi alcançado.

5. Agradecimentos

A Gabriela Perry pelo desenvolvimento do *design* e da navegação do atlas, Sofia Louise Santin Barilli pela digitalização das imagens, Leonardo Lisbôa da Motta pela publicação das fotografias e das legendas, Eliane de Oliveira Borges pela orientação com o programa *Hotpotatoes* e Raymundo Ferreira pela publicação dos exercícios. Às Prof^{as} Maria Cristina Faccioni Heuser, Matilde Achaval e Fabiana Rigon por várias das eletromicrografias que ilustram o atlas. À Secretaria de Educação à Distância da UFRGS pelo apoio ao desenvolvimento deste recurso digital através de bolsa ao acadêmico Leonardo Lisbôa da Motta em 2007.

Agradecimento póstumo à Dra Maria Isabel Timm (CESUP/UFRGS) pela coordenação do projeto.

Referências bibliográficas

- ALBERTS, B.; JOHNSON, A.; LEWIS, J.; RAFF, M.; ROBERTS, K.; WALTER, P. *Biologia Molecular da Célula*. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 1396 p.
- CARVALHO, H. F.; RECCO-PIMENTEL, S. *A Célula*. 3.ed. Barueri: Manole, 2013. 672 p.
- GARDNER, H. *Inteligência: um conceito reformulado*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001. 347 p.
- GARDNER, H. *Mentes que mudam: a arte e a ciência de mudar as nossas idéias e a dos outros*. Porto Alegre: Artmed/Bookman, 2005. 229 p.
- GARDNER, H. *Cinco mentes para o futuro*. Porto Alegre: Artmed, 2007. 160 p.
- HEYDEN, R. J. Approaches to Cell Biology: developing educational multimedia. *Cell Biology Education*, v. 3, p. 93-98, 2004.
- MAYER, R. E.; GALLINI, J. K. When is an illustration worth ten thousand words? *Journal of Educational Psychology*, v. 82, n. 4, p. 715-726, 1990.
- MCCLEAN, P.; JOHNSON, C.; ROGERS, R.; DANIELS, L.; REBER, J.; SLATOR, B. M.; TERPSTRA, J.; WHITE, A. Molecular and cellular Biology animations: development and impact on student learning. *Cell Biology Education*, v. 4, p. 169-179, 2005.
- MONTANARI, T. *Histologia: texto, atlas e roteiro de aulas práticas*. 2.ed. Porto Alegre: Tatiana Montanari, 2013. 203 p. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/livrodehisto> [acessado em 13 de junho de 2014].

SANTA-ROSA, J. G.; STRUCHINER, M. Tecnologia educacional no contexto do ensino de Histologia: pesquisa e desenvolvimento de um ambiente virtual de ensino e aprendizagem. *Revista Brasileira de Educação Médica*, v. 35, n. 2, p. 289-298, 2011.

STITH, B. J. Use of animation in teaching Cell biology. *Cell Biology Education*, v. 3, p. 181-188, 2004.