

**O ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR E TECIDUAL
NA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA POR MEIO DO MICROSCÓPIO VIRTUAL
(Teaching of cell and tissular biology in distance education through the virtual microscope)**

Joana Cristina Neves de Menezes Faria [biologiajoana@gmail.com]

Especialização em Tecnologias Aplicadas ao Ensino de Biologia,
Instituto de Ciências Biológicas (ICB) / Universidade Federal de Goiás (UFG)

Adriana Maria Antunes [adrianaantunesbio@gmail.com]
ICB/UFG

Mayara Lustosa de Oliveira [mayarabioufg@gmail.com]

Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, Campinas-SP.

Ana Flávia Vigário [afvbioufg@gmail.com]

Depto. Ciências Biológicas do Campus Catalão- UFG, Av. Dr. Lamartine Pinto de Avelar, 1120
Setor Universitário CEP: 75704-020, Catalão-GO,

Simone Maria Teixeira de Sabóia-Morais [simonesaboias@gmail.com]

Depto. de Morfologia. ICB, UFG, Goiânia-GO 74001-970, Campus II, ICB IV.

Resumo

As tecnologias educacionais vêm sendo utilizadas em diversas áreas do conhecimento e tem como principal finalidade enriquecer e propiciar um aprendizado mais prazeroso e dinâmico. Nesse sentido, o presente trabalho relata a criação e uso do Microscópio simulado em Realidade virtual Aumentada (MiRA) desenvolvido para o curso de Especialização em Tecnologias Aplicadas ao Ensino de Biologia (ETAEB). O MiRA possui recursos didáticos que permitiram aos pós-graduandos o conhecimento do aparelho, seus constituintes e suas respectivas funções, bem como, a análise de lâminas histológicas de diferentes tecidos animais e vegetais visualizados virtualmente, tendo em vista o fato de que os estudantes não podem se deslocar à universidade. A pesquisa foi direcionada aos discentes do curso de pós-graduação (ETAEB) durante a disciplina de Fundamentos de Biologia Celular e Tecidual para o Ensino. A coleta de dados foi feita por meio do uso de questionários com perguntas fechadas dicotômicas. Avaliamos a evolução das concepções dos estudantes sobre ensino, conteúdo, metodologia e a funcionalidade do Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) com utilização especificamente do MiRA. O resultado do presente estudo nos permitiu verificar que todos os pós-graduandos consideraram importante o uso do recurso midiático no ensino de Biologia celular e Tecidual na Educação à Distância (EaD). Além disso, o total dos estudantes participantes desta pesquisa achou importante e possível ensinar e aprender por meio do MiRA. Também foi observado que, de fato, a prática pedagógica alternativa, dinâmica e tecnológica traz como consequência a satisfação e rendimento no processo de ensino aprendizagem de Biologia celular e tecidual para alunos da EaD. Assim, entende-se que novas pesquisas devem ser realizadas a fim de enriquecer e desenvolver alternativas de ensino mais eficazes baseadas no contexto em que o aluno encontra-se, seja ele presencial ou à distância.

Palavras-chave: MiRA; novas tecnologias de ensino; ambiente virtual de aprendizagem; processo de ensino-aprendizagem; TICs.

Abstract

Educational technologies have been used in several areas of knowledge and their main purpose is to enrich and provide a more enjoyable and dynamic learning. In that sense, this paper describes the creation and use of the Microscope in a simulated virtual Augmented Reality (MIAR) developed for the Specialization Course in Applied Technologies to Teaching Biology (SATTB). The MIAR has teaching resources that allowed the graduate students the knowledge of the device, its components and their functions, as well as the analysis of histological slides of various animal and plant tissues viewed virtually, in view of the fact that students can not go to the university. The

research was directed at post graduate students in Applied Technologies to Teaching Biology during the discipline of Cell Biology and Tissular Foundations for Teaching. Data collection was done through the use of questionnaires with closed dichotomous questions. We evaluated the evolution of students' conceptions about teaching, content, methodology and functionality of the Virtual Learning Environment (VLE) specifically using MIAR. The result of this study allowed us to verify that all post graduate students considered the use of the media resources in teaching Cell and Tissular Biology in Distance Education (DE) important. In addition, 100% of students considered it were important and plausible to teach and learn through MIAR. It was also observed that, indeed, the dynamic and technological alternative pedagogical practice, results in satisfaction and better performance in the teaching and learning process of Cellular Tissular Biology and to students of DE. Therefore, it is understood that further research should be conducted to enrich and develop alternatives for more effective teaching based on the context of student, whether he or she is in person or in DE.

Keywords: MIAR; new teaching technologies; learning virtual environment; teaching-learning process; TICs.

Introdução

Na construção do conhecimento no universo educacional, as novas tecnologias têm evoluído com muita rapidez e desempenham um papel preponderante como elemento transformador do modo de acessar e organizar informações (Dowbor, 2001). Nesse sentido, os antigos paradigmas que orientavam os processos de ensino aprendizagem, que consideravam o professor como transmissor dos conhecimentos e o aluno como mero receptor, estão sendo rompidos e novas metodologias educativas têm sido intensamente desenvolvidas. Na busca por propostas inovadoras, a informática vem ganhando destaque como estratégia pedagógica alternativa à construção do conhecimento por parte dos estudantes (Valente, 1999, p.81-82).

De acordo com Valente (1993), várias instituições de ensino vêm inserindo aulas de informática em seu currículo visando modernizar suas práticas pedagógicas, no entanto qualquer assunto pode ser ensinado e aprendido por meio do computador. Almeida (2000, p.79), define o computador como uma máquina que “possibilita testar ideias ou hipóteses, que levam à criação de um mundo abstrato” e que pode propiciar interação. Rocha (2008) considera o computador como um poderoso recurso de suporte à aprendizagem e que fornece possibilidade para o desenvolvimento de várias propostas pedagógicas. Dentre as Tecnologias de informação e comunicação (TIC's) o computador desponta como uma das principais ferramentas, visto que é capaz de criar um ambiente virtual, imersivo, gráfico e sonoro e atua como controlador e executor de diversas regras que regem uma determinada atividade lúdica.

Os avanços das TIC's possibilitam o surgimento de novas formas de ensino, dentre elas destacam-se os “ambientes virtuais de aprendizagem” (AVA). Os AVA são softwares desenvolvidos para permitir o ensino aprendido por meio da interação on-line entre professores e estudantes (Carvalho, 2006). De acordo com o autor citado:

O AVA propicia a consolidação do espaço virtual para interação a distância, o que possibilita a troca de informações, a construção do conhecimento e a criação de comunidades virtuais que interagem por meio de redes e ferramentas de comunicação. (Carvalho, 2006)

O uso do AVA na educação propicia muitas vantagens para o processo de ensino-aprendizagem. Nestes ambientes virtuais o estudante interage constantemente com o professor, e esta participação ativa dos educandos no processo de ensino é valorizada por Freire (1987) que afirma que a educação deve ser um ato criador, sendo os aprendentes sujeitos ativos, capazes de conhecer e interagir. Além disso, no AVA os estudantes podem controlar o seu ritmo de

aprendizagem, bem como a sequência e o tempo, sendo assim sujeitos que constroem o próprio conhecimento.

A interação entre professores e estudantes desenvolvida no AVA contribui para a o surgimento de um novo paradigma de educação, que se baseia na construção do conhecimento por meio da colaboração entre os indivíduos envolvidos no processo educativo. O professor assume então o papel de facilitador da construção do conhecimento, auxiliando os estudantes a desenvolver os seus talentos (Valente, 1999).

O uso do computador no “Ensino a Distância” (EaD) possibilita não só a exploração do potencial educativo dos AVA, como também o desenvolvimento e utilização de outros *softwares* educativos dentro deste espaço. *Softwares* educativos, segundo Lucena (1992), são todos os programas desenvolvidos em computador que possam ser usados para algum objetivo educacional, pedagogicamente defensável, por professores e alunos, qualquer que seja a natureza ou finalidade para o qual tenha sido criado. Dessa forma, os *softwares* educativos podem ser utilizados, por exemplo, como alternativas para o desenvolvimento de experimentos ou análises na ausência de equipamentos laboratoriais, e este foi o foco do presente trabalho.

São variados os objetivos que se pretendem atingir com a realização de trabalhos experimentais (Sweeney & Paradis, 2004); dentre eles podemos citar a familiarização dos alunos com a metodologia da Ciência e ainda com a relação Ciência Tecnologia Sociedade & Ambiente (CTSA), além de levantar concepções alternativas e promover o conflito cognitivo com vista à sua mudança conceitual. Porém, na ausência de equipamentos e condições necessárias para o desenvolvimento de experimentos em geral, surgem como opção às simulações experimentais computacionais, que também atuam desenvolvendo no aluno o gosto pela Ciência, assim como capacidades psicomotoras, com vista à eficácia de execução e rigor técnico nas atividades realizadas.

Segundo Hodson (1998) as atividades práticas também podem ser feitas através de trabalhos de campo, computadores e estudos em museus. Muitas vezes a própria sala de aula torna-se um ambiente de prática, através do deslocamento de materiais, do uso de atividades práticas como dinâmicas, observações, jogos e vídeos.

Sendo assim, as aulas podem acontecer em outros ambientes e até mesmo em ambientes virtuais, dependendo da capacidade de interação criada, e não precisam necessariamente contemplar experimentos no laboratório. Muitos dos componentes que os estudantes julgam ser importantes nesse local (como microscópios, lupas e outros recursos laboratoriais) não precisam estar fundamentalmente nesse recinto.

De acordo com Boyle (1997) as simulações computacionais podem constituir-se como um importante complemento ao contato direto com os fenômenos naturais e ao trabalho experimental. Percebe-se atualmente, que *softwares* e *hardwares* se tornam cada vez mais sofisticados e, à medida que esse progresso ocorre às simulações computacionais também evoluem, adquirindo um caráter mais realista, com variadas opções para o utilizador controlar a dinâmica do fenômeno representado (Mintzes *et al.*, 1998). As desvantagens dessa metodologia são mínimas, visto que o aluno pode verificar o desenvolvimento das etapas da análise de forma semelhante ao real, constatando a validade das suas hipóteses relativamente às situações que surgem no ambiente simulado.

No caso em particular, foi desenvolvido um microscópio, de modo a permitir que, mesmo no ensino a distância, os estudantes pudessem observar lâminas em variados aumentos, não somente clicando em imagens disponíveis, mas interagindo com o equipamento, semelhantemente a uma atividade laboratorial de exame de uma caixa de lâminas.

O *software* foi denominado MiRA - Microscópio Simulado em Realidade Aumentada - e tem como finalidade fornecer aos estudantes da EaD conhecimentos que antes seriam viáveis apenas presencialmente em um laboratório, de modo que o estudante com acesso ao microscópio simulado pode conhecer o funcionamento de um aparelho real, ainda que virtualmente, e realizar a leitura de lâminas por meio de um banco de dados contido no *software*.

A Realidade Aumentada (RA) é uma interface avançada para aplicações computacionais, em que o usuário pode navegar e interagir, em tempo real, em um ambiente tridimensional gerado pelo computador, usando dispositivos multissensoriais (Kirner & Siscoutto, 2007). Na RA, portanto, o usuário não estará mais em frente ao monitor, mas sim, sentir-se-á dentro da interface; visto que, com dispositivos especiais, a RA busca captar os movimentos do corpo do usuário (em geral braços, pernas, cabeça e olhos) e, a partir destes dados, realizar a interação homem-máquina (Pinho & Kirner, 2006).

Muitas vantagens são aferidas ao uso de ambientes virtuais na educação (Meiguins, 1999; Kubo, 1999), dentre elas podemos destacar que:

- Fornece a oportunidade para melhorar a compreensão do objeto de estudo, mesmo na ausência do mesmo;
- Amplia a motivação do estudante;
- O poder de ilustração da realidade virtual para alguns processos e objetos é muito maior que outras mídias;
- Permite que o aprendiz proceda no seu próprio ritmo de aprendizagem,
- Não restringe o prosseguimento das experiências ao período da aula regular;
- Oferece a possibilidade de aprendizado de novas tecnologias;
- Requer interação, ou seja, encoraja a participação ativa do estudante em detrimento do atual molde educacional que mantém a passividade, apesar de intentar o contrário;
- Permite que pessoas portadoras de deficiências realizem tarefas que de outra forma não seriam possíveis.

Dessa forma, o MiRA foi desenvolvido com objetivo precípua de envolver o estudantes na atividade desenvolvida, de modo que eles tivessem que realizar movimentos, selecionar 'lâminas' e observar os resultados semelhantemente ao que realiza-se num laboratório de aulas práticas.

Objetivo geral

Analisar as experiências de ensino-aprendizagem de Biologia Celular e Tecidual, proporcionadas aos discentes da pós-graduação em *lato sensu*, na modalidade à distância por meio do uso dos microscópios real e virtual.

Objetivos específicos

Ambiente virtual

- Fornecer aos discentes da EaD conhecimentos que lhes permitam manipular um microscópio virtual, semelhantemente ao método que usariam na manipulação e um microscópio real.
- Conhecer o manual de instruções para manuseio do instrumento, bem como seus constituintes e suas respectivas funções.

- Proporcionar o aprendizado com atividades educativas que antes só seriam viáveis em laboratório.
- Manusear o aparelho e realizar a leitura de lâminas histológicas em ambiente virtual.
- Visualizar células e tecidos do banco de dados do programa e analisá-las como se estivessem diante de um microscópio real.

Ambiente presencial

- Proporcionar aos pós-graduandos da EaD a oportunidade de manipulação do microscópio real, a fim de comparar as experiências de aprendizado.
- Realizar uma aula expositiva e em seguida propor como atividade a visualização de lâminas histológicas em condições reais.
- Fazer a relação das imagens a serem analisadas com os temas trabalhados no decorrer da disciplina de Fundamentos de Biologia Celular e Tecidual para o ensino.
- Estimular a discussão sobre as duas atividades aplicadas no manuseio dos microscópios, virtual e real, através do relato de experiências dos educandos.

Metodologia

1. Apresentação da atividade proposta

A atividade educativa aplicada iniciou-se com a construção de um microscópio virtual criado a partir de um projeto que nasceu da necessidade de professores da modalidade EaD de proporcionar aos pós-graduandos acesso a um equipamento fundamental para análises celulares e teciduais. Essa iniciativa foi idealizada durante o planejamento da disciplina de Fundamentos de Biologia Celular e Tecidual para o ensino pela professora autora e formadora da disciplina.

O conteúdo apresentado pelo software foi escolhido, contemplando uma das unidades a ser trabalhado cujo tema é “Integração das células nos tecidos”. Para isso foram selecionados os conteúdos dos tecidos epiteliais de revestimento e glandular, tecido nervoso, tecido conjuntivo propriamente dito e alguns casos especiais como osso e cartilagem e ainda o tecido muscular nos representantes animais. Para os vegetais, foram selecionados os tecidos de revestimento, de sustentação e de vascularização. Dentro desse contexto, foram obtidas fotomicrografias pelas objetivas de 10x, 20x e 40x para os tecidos animais e 4x, 10x e 20x para os vegetais, através de um microscópio fotônico (LEICA DMLB - USA) acoplado ao sistema de captura de imagens programa Image Pro-Plus 6.0 (Microsoft® Window 32-bit systems Window® XP Professional).

Durante a vigência do módulo II do curso acima citado, nos meses de agosto e setembro, a partir da disciplina de “Fundamentos de Biologia Celular e Tecidual para o Ensino” os alunos foram estimulados a utilizar o material virtual pela plataforma moodle que foi disponibilizado ao aluno em um CD-ROM facilmente executável em qualquer computador. Tais assuntos possuíam relação direta com o texto didático, facilitando a interação entre os diferentes recursos pedagógicos. Em outro momento foi proporcionado aos discentes o manuseio real do microscópio fotônico no laboratório de histologia (ICB III) da Universidade Federal de Goiás na data do encontro presencial do módulo II que contemplava a disciplina em vigência. A partir dessas duas experiências de uso dos microscópios virtual e real foi concretizada a iniciativa desse estudo.

2. Participantes

A pesquisa em vigência foi direcionada ao público de 119 alunos do curso de pós-graduação em *lato sensu* de diferentes localidades (Anápolis-GO, Inhumas- GO, Iporá- GO,

Goianésia- GO, Formosa- GO e Alexênia- GO e Votuporanga-SP) e formações acadêmicas (Biólogos, Pedagogos, Físicos e Matemáticos). A maioria desses educandos são profissionais da educação nas redes municipal e estadual de ensino básico com faixa etária entre 21 e 57 anos.

3. Descrição do MiRA

O Microscópio Simulado em Realidade Virtual Aumentada (MiRA) foi desenvolvido por meio de uma parceria entre o Centro Integrado de Aprendizagem em Rede (CIAR) e o Instituto de Ciências Biológicas (ICB) da Universidade Federal de Goiás. O MiRA (Fig. 01) possui recursos didáticos que orientam o estudante e permite ao mesmo tempo conhecer o aparelho e realizar a leitura de lâminas ainda que virtualmente. Assim sendo, os pós-graduandos podem visualizar células e tecidos do banco de dados do programa e analisá-las como se estivessem diante de um microscópio real. Além disso, o MiRA dispõe de uma tecnologia de marcadores de realidade aumentada que se assemelha a fichas ou cartões contendo imagens que a *webcam* do aluno decodifica e projeta na tela do computador.

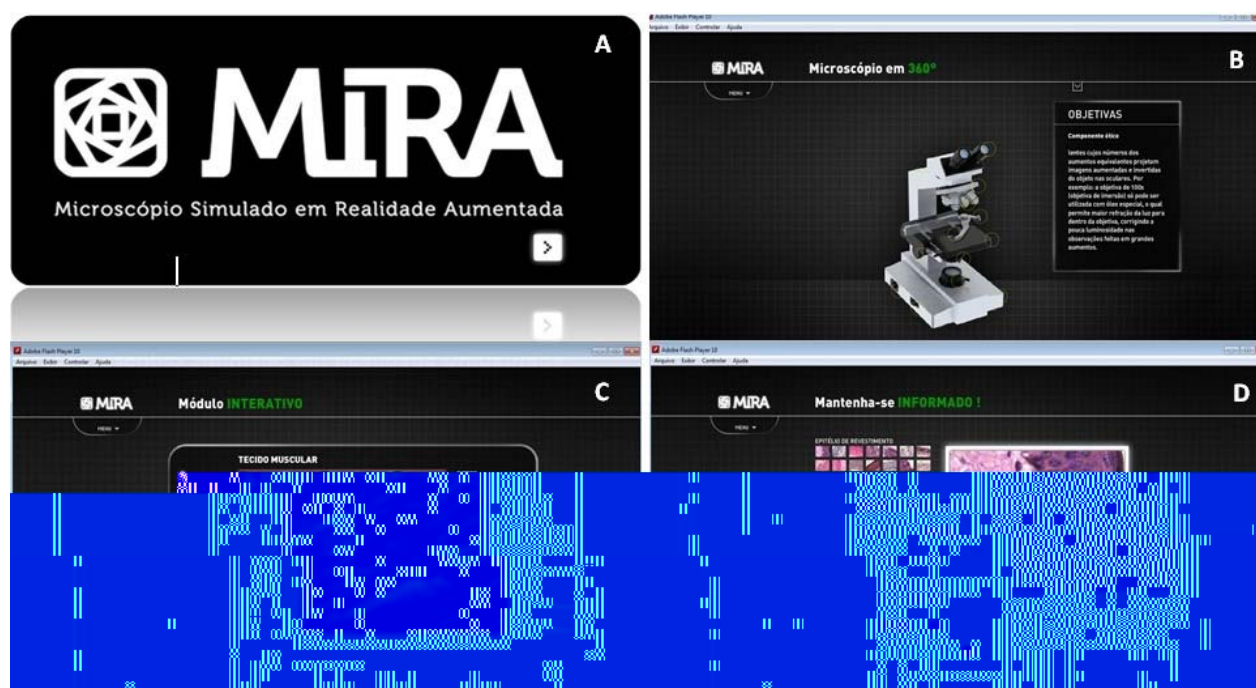


Figura 01. A. Tela de apresentação do Mira; B. Microscópio virtual – identificação das objetivas e suas funções; C. Visualização de lâmina histológica pelo Mira; D. Banco de imagens com legenda informativas.

4. Elaboração dos questionários

A coleta de dados foi feita por meio do uso de questionários do tipo “Estruturado não disfarçado” onde o respondente sabe qual é o objetivo da pesquisa, e o questionário é padronizado, usando principalmente questões fechadas. Para essa pesquisa optou-se por perguntas fechadas dicotômicas, ou seja, com duas alternativas, “1- Sim” e “2- Não”, baseando-se na literatura de Marconi & Lakatos, 1996. Segundo Mattar (1996) esse tipo de perguntas tem vantagens, pois elas são de rápido preenchimento, fácil tabulação e análise dos dados.

Nesse sentido foi construído um questionário com 12 perguntas específicas e 6 perguntas gerais, totalizando 18. Neste questionário foi possível abordar a atividade na plataforma moodle, ou seja, o manuseio do microscópio virtual e a atividade presencial com uso do microscópio real.

Através dos dados obtidos foi possível avaliar qual atividade prática foi mais produtiva na prática pedagógica da disciplina de Fundamentos de Biologia Celular e tecidual para o ensino.

5. Análise dos dados

A presente pesquisa classifica-se como quantitativa-descritiva conforme descrição de Marconi & Lakatos, 1996 e foi avaliada com uso de uma ferramenta denominada *Google docs* interligada ao ambiente virtual de aprendizagem (AVA) por meio de um questionário disponibilizado nas salas específicas de cada pólo. Dessa maneira, entende-se a importância do processo avaliativo para as diferentes metodologias que podem ser aplicadas em diferentes instituições de ensino. Para isso, fizemos a análise dos dados a partir de alguns critérios investigativos, conforme descrição abaixo:

- Aplicabilidade do MiRA na EaD;
- Qualidade do software;
- Inserção e comparação do MiRA como ferramenta de estudo;
- Metodologia de ensino para EaD;
- Produtividade do discente na modalidade EaD.

A avaliação dos itens citados basicamente foi feita pelo estudo quantitativo com dados percentuais conforme o registro de cada participante. Esses dados foram apresentados em tabelas e posteriormente transportados para gráficos explicativos em colunas e circular.

Resultados

O uso do Mira permitiu verificar o conhecimento prévio dos pós-graduandos sobre o estudo da Biologia Celular e Tecidual. Ao serem questionados sobre o domínio de conteúdo em Biologia Celular antes da utilização do Mira notou-se que grande parte dos educandos (80%) possuía boa noção dos assuntos abordados nessa temática (Gráfico 01). Porém, foi perceptível que uma parcela pequena possuía um nível de conhecimento bem reduzido, isso pode ser justificado pelas diversas formações superiores dos estudantes que cursavam a especialização.

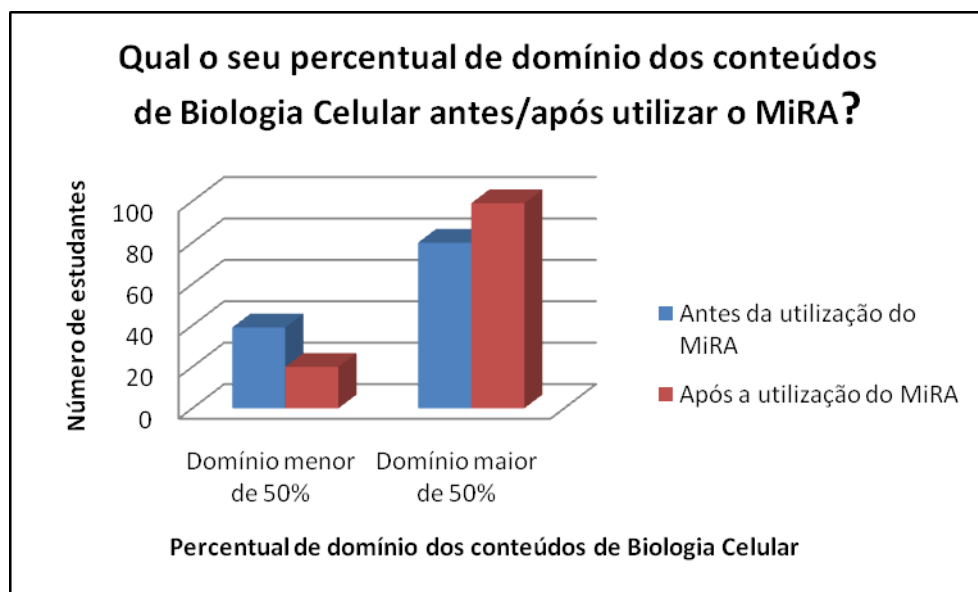


Gráfico 01. Percentual do nível de conhecimentos dos pós-graduandos antes e após utilizarem o MiRA

A investigação desse dado foi realizada por meio da auto avaliação pelo próprio educando e nesse sentido obtiveram-se as seguintes percentagens: 39 estudantes (33%) afirmaram saber menos de 50% dos conteúdos, enquanto 80 estudantes (67%) afirmaram saber mais de 50% dos conteúdos antes da utilização do MiRA. Após o uso do Mira 10 estudantes (17%) afirmaram saber menos de 50% dos conteúdos e 109 estudantes (83%) afirmaram saber mais de 50% dos conteúdos.

Em relação ao aproveitamento em termos de conteúdo após utilização da tecnologia 80% dos estudantes apresentaram respostas positivas. Entretanto, notou-se a princípio certa dificuldade no manuseio do MiRA, mesmo com a presença de diversas instruções apresentadas logo no início da execução do software.

Com o MiRA 96% dos estudantes conseguiram identificar constituintes celulares e teciduais (Gráfico 02). Dentre esses, 83% fizeram citação de estruturas conforme registros abaixo:

E1: “*Epitélios com diferentes tipos celulares e camadas.*”

E2: “*Tecido vegetal: epiderme e parênquima clorofiliano.*”

E3: “*Tecido ósseo: canais de Havers, canais de Volkman.*”



Gráfico 02. Percentagem de pós-graduandos que identificaram constituintes celulares pelo Mira.

Esses resultados tiveram relação com a visualização das imagens em diferentes aumentos. Além de reconhecer estruturas celulares e teciduais, a maioria dos discentes (88%) foi capaz de diferenciar as fotomicrografias de células animais e vegetais. Vale ressaltar que 97% dos estudantes mostraram-se satisfeitos com essa inovadora ferramenta disponibilizada pelos educadores.

A tecnologia MiRA foi considerada clara e objetiva por 97% dos participantes (Gráfico 03) e dentre esses 67% consideraram o MiRA mais eficiente para o estudo do que o Microscópio Real (MR). Também 89% avaliaram que o aproveitamento para o estudo pelo MiRA é similar ao MR e 65% registraram que a aprendizagem foi maior pelo uso MiRA mediante os objetivos da disciplina trabalhada.

De maneira geral o uso do recurso virtual foi 100% satisfatório pelo público em EaD, além disso, 98% dos discentes mostraram maior interesse pela temática abordada e grande motivação em aprender Biologia celular e tecidual pelo MiRA.

Sobre a aplicabilidade no contexto profissional 98% dos estudantes conseguiram relacionar o uso desta tecnologia com sua prática pedagógica. Já em relação à aplicabilidade pessoal 89% deles entenderam que manusear uma nova tecnologia pode favorecê-los também, visto que facilita a familiarização com o MiRA, mesmo na ausência desse equipamento ou da estrutura laboratorial.



Gráfico 03. Percentagem de pós-graduandos que identificaram clareza e objetividade na tecnologia Mira.

Discussão

A educação formal e informal tem buscado novas possibilidades de ação, intervenção e implementação de diversificados meios e metodologias. Nesta perspectiva, a educação à distância (EaD) teve início por volta de 1850 em vários países da Europa. A Universidade de Londres, em 1858, já oferecia programas, para cursos superiores, de aprendizagem a distância no formato de cursos por correspondência (Litto, 2010). O lema de levar a educação àqueles que não pudessem ir à escola, ou universidade, já vigorava.

Contudo, foi com o surgimento e expansão do uso do computador, e da internet, que a EaD pode extrapolar muros e dar um salto em qualidade e alcance que não era imaginável anteriormente. De acordo com Litto (2010, p. 31), “no mundo da aprendizagem a distância, o computador é importante porque combina numa única tecnologia todos os meios antes usados para aprender – textos, sons e imagens – possibilitando alterar o tem

Deve-se entender que a EaD e o Ensino Presencial são forças complementares e não antagônicas, e que a excelência do ensino reside nas instituições educativas e em seus aprendizes, e não na utilização de novas tecnologias de educação. A eficácia está na interatividade, no interesse e no esforço pessoal, seja no Curso Presencial ou à distância (Hermida e Bonfim, 2006, p. 167).

Como relatado anteriormente, com o intuito de utilizar uma metodologia diferenciada para o ensino de Biologia Celular, o Microscópio simulado em Realidade Virtual Aumentada (MiRA) foi criado e desenvolvido por uma equipe multidisciplinar que transpôs para a tecnologia virtual a experiência de manuseio de um microscópio real. O objetivo maior da criação do MiRA foi disponibilizar aos alunos do curso em questão o contato com o microscópio e, a partir dele, possibilitar o estudo da morfologia das células e tecidos animais e vegetais. A partir da aplicação desta tecnologia, constatou-se que os próprios alunos chegaram à conclusão que o microscópio virtual possibilitou maior clareza e objetividade, tornando-o uma ferramenta didática eficiente. Moran *et al.* (2000) discute que novas dimensões de significação são descobertas quando vivenciamos, relacionamos e sentimos, isto é, a aprendizagem se consolida a partir da identificação dos elementos presentes na proposta ou objeto de aprendizagem – tais como a definição de objetivos e a clareza destes – que tornam a informação significativa e, portanto, consoma o processo de aprendizagem.

O MiRA utilizou da tecnologia de Realidade Aumentada (RA) para levar os recursos de um microscópio de luz ao alcance de todas as pessoas que quiserem manipular e ter a possibilidade de visualizar componentes celulares microscópicos em diferentes aumentos. Assim, a aplicação da RA na educação é definida por Tori (2010) trazendo a justificativa mais plausível para a exploração desta tecnologia.

Integrar informações virtuais e reais em um mesmo ambiente é uma forma bastante eficiente de colocar o aluno diante de conteúdos ou pessoas distantes ou inacessíveis, sem retirar-lhes as percepções relativas ao ambiente real que o envolve. Com isso é possível unir as vantagens da Realidade Virtual (RV) com a máxima sensação da presença propiciada pelas atividades locais. É bastante estimulante para educadores e estudantes o potencial dessa união (Tori, 2010, p.169).

As potencialidades da Realidade Aumentada são inumeráveis e suas contribuições para o campo do ensino são relevantes e consistentes, prova disso, é seu funcionamento que pode ser descrito de forma genérica no esquema abaixo (Figura 2), que demonstra sua natureza cíclica envolvendo o usuário, periféricos de entrada e saída e um ambiente de simulação. Vale ressaltar que, mecanismos de acompanhamento e avaliação do desempenho do estudante no ambiente virtual e do próprio ambiente devem ser acrescentados ao processo, (Meiguins, 1999) como realizado no presente trabalho. Dentro desta perspectiva, constatamos que os alunos indicaram haver similaridade entre o uso da tecnologia do MiRA e o uso do MR, comprovando que a função do design instrucional da tecnologia avaliada – responsável pelas soluções educacionais nos cursos à distância, caracterizando o conteúdo e a proposta educativa – foi implementada e mostrou-se eficaz.

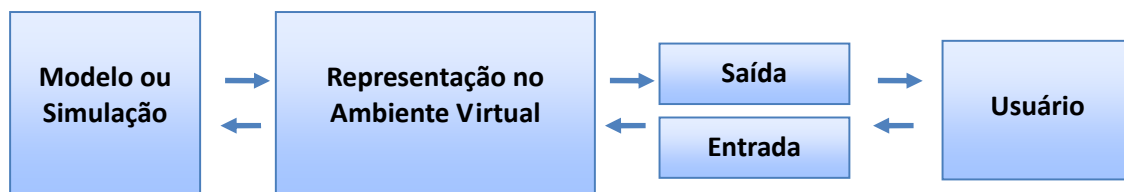


Figura 2. Modelo de um ambiente virtual educacional adaptado de Meiguins, 1999.

Também podemos definir o MiRA como um “objeto de aprendizagem”, devido ao seu caráter de repositório de conteúdos, que pode ser reconstruído com a finalidade de inserir

informações atualizadas, identificado como um recurso digital que possa ser reutilizado em apoio à aprendizagem (Cortelazzo, 2009; Gibbons e Nelson, 2000; Litto, 2010; Tori, 2010). Podemos considerar o MiRA como um recurso educacional que facilita a aprendizagem de conteúdos de Biologia celular e tecidual uma vez que grande parte dos estudantes afirmaram aprender a identificar as estruturas celulares e a diferenciar células animais e vegetais por meio do uso desta tecnologia de ensino.

A tecnologia MiRA, considerada suporte de aprendizagem, teve maior aceitação dos pós-graduandos quando comparada ao MR, isso porque os estudantes tinham indicações sobre a forma como utilizar o equipamento por meio do *software*, e dessa forma, poderiam consultar e tirar suas dúvidas sem a necessidade de um instrutor, que no caso da aula presencial pode estar ocupado auxiliando outros estudantes. Além disso, existe certo receio por parte de alguns alunos em lidar com equipamentos de alto custo, visto que, caso aconteça algum dano ao material, os prejuízos são grandes, sendo assim o MiRA apresenta-se como uma vantagem permitindo ao estudante investigar e desvendar as diversas formas de uso do microscópio sem receios ou inseguranças, já que o equipamento virtual simula exatamente a forma e o funcionamento do microscópio real sem os riscos de danos ao mesmo.

Por meio do MiRA observou-se que o desenvolvimento de recursos tecnológicos diferenciados geram interesse por parte dos estudantes para a análise dos conteúdos curriculares, contribuindo assim nos processos de ensino aprendizagem. De acordo com Barreto (2003) o uso de tecnologias na educação instaura mudanças qualitativas nas práticas pedagógicas.

Na presente pesquisa, constatou-se que os alunos apresentaram maior motivação, interesse e tiveram maior aprendizagem com o uso do MiRA. Isto comprova os estudos de outros autores (Cortelazzo, 2009; Litto, 2010; Tori, 2010) que indicam a EaD como fator eficiente quando aplicado corretamente ao processo de ensino, uma vez que o material é produzido por uma equipe de especialistas com visão multidisciplinar, atentos ao *design* instrucional para obter o êxito objetivado. Pode ser incluída nesta discussão a proposta de interatividade e colaboração entre os alunos, construindo a aprendizagem a partir da integração entre tutores e alunos.

Litto (2010, p. 33) também afirma que:

Pensando bem, não deve ser uma surpresa quando as pesquisas mostram que quem estuda a distância pode obter melhores resultados na aprendizagem que aqueles que estudaram presencialmente: EaD não depende unicamente da inspiração de um professor – é consequência do trabalho integrado de uma equipe de profissionais.

Além disso, pode-se ainda imbricar e dar ênfase à participação do aluno na delimitação de sua dedicação aos estudos, definição de horário de estudo e o documento. Referenciais de qualidade para cursos à distância (Brasil, 2003, p.9) discorre que “o aluno é sempre o foco de um programa educacional e um dos pilares para garantir a qualidade de um curso a distância é a comunicação entre professores e alunos, hoje enormemente facilitada pelo avanço das TICs”.

Entretanto, temos na EaD mais que uma oportunidade real de desvencilhar a rigidez do processo de ensino-aprendizagem e torná-lo mais dinâmico, utilizando a continuidade deste como eixo de transformações de suas amarras. A EaD é um processo sistemático de viabilização de contato que extrapola a frieza das máquinas e chega aos seus atores, alunos e professores, em uma variedade de recursos para aumentar e facilitar o contato entre si. Portanto, constituindo-se como objetivo, estabelece vínculos, quebra as barreiras de tempo e espaço e se efetiva como uma modalidade eficaz de aprendizagem que pode ser potencializada com o uso de ferramentas adequadas e condizentes à teoria que se deseja ensinar.

Dentre essas ferramentas, o MiRA apresenta-se como uma alternativa que demonstrou ser motivadora, interessante, de fácil aplicabilidade e eficaz na facilitação do processo de ensino-aprendizagem, possibilitando aos estudantes de EaD desenvolver habilidades, assim como aquelas desenvolvidas em aulas presenciais com microscópio real.

Considerações finais

O MiRA trouxe o emprego da Realidade Aumentada na manipulação de um microscópio de luz, de modo a proporcionar aos alunos à distância aulas semelhantes àquelas que alunos presenciais tem nas universidades. A comparação entre o uso do microscópio real e virtual realizada pelos estudantes mostrou que o MiRA foi avaliado positivamente pelos pós-graduandos. Percebeu-se claramente pelos resultados expostos no presente artigo, que as contribuições do MiRA foram relevantes, uma vez que esta tecnologia educacional trouxe motivação para os processos de ensino aprendizagem e facilitou a construção dos conhecimentos tanto relativos ao manuseio de um microscópio real quanto relacionados aos conteúdos da disciplina de Biologia Celular e Tecidual. Assim pode-se inferir que o MiRA contribui nos processos educacionais, e que novas propostas devem ser desenvolvidas a fim de ampliar e potencializar as metodologias de ensino utilizadas na EaD.

Referências

- Almeida, M E de. (2000). *Informática e formação de professores*. Brasília: Ministério da Educação.
- Barreto, R.G & Leher, R. (2003). *Trabalho docente e as reformas neoliberais*. In: Oliveira, D.A. (2003) Org. *Reformas educacionais na América Latina e os trabalhadores docentes*. Belo Horizonte: Autêntica, p. 39-60.
- Boyle, T. (1997). *Design for multimedia learning*. New Jersey: Prentice Hall Europe.
- Brasil. Ministério da Educação. Secretaria de Educação a Distância. (2003) *Referenciais de qualidade para cursos a distância*. Disponível em <<http://www2.ufscar.br/ead/documentos/referenciaisdeEAD.pdf>>. Acesso em 15/05/2011.
- Carvalho, A. B. (2006). *A Educação a Distância e a Democratização do Conhecimento*. In: Carvalho, A. B. (Org.). *Educação a Distância*. 22 ed. Campina Grande: UEPB, v. 1, p. 47-58.
- Carvalho, F.C.A. & Ivanoff, G.B. (2010). *Tecnologias que Educam: ensinar e aprender com as tecnologias de informação e comunicação*. São Paulo: Pearson Prentice Hall.
- Costa, C.K. e Faria, G.G. (2008). *Ead – sua origem histórica, evolução e atualidade brasileira face ao paradigma da educação presencial*. Disponível em <<http://www.abed.org.br/congresso2008/tc/552008104927AM.pdf>> Acesso em 15/05/2011.
- Cortelazzo, I.B.C. (2009). *Prática pedagógica, aprendizagem e avaliação em Ead*. Curitiba: IbpeX.
- Dowbor L.(2001). *Tecnologias do conhecimento: os desafios da educação*. Petrópolis: Vozes.
- Freire, P. (1987). *Pedagogia do Oprimido*. 17ª ed. Rio de Janeiro. Paz e Terra.
- Gibbons, A.S. e Nelson, J. *The nature of origin of instructional objects*. In: Wiley, D.A. *The instructional use of learning objects*. 2000. Disponível em <<http://reusability.org/read/chapter/gibbons.doc>> Acesso em 17/05/2011.
- Hermida, J.F. & Bonfim, C.R.S. (2006). *A educação a distância: história, concepções e perspectivas*. HISTEDBR. On-line, n. especial, p.166–181.

- Hodson, D. (1998). *Mini-special issue: taking practical work beyond the laboratory*. International Journal of Science Education, v 20 n 6, p. 629-632.
- Kirner, C. Siscoutto, R. (2007). *Realidade virtual e aumentada: Conceitos e aplicações*. Petrópolis: IX Symposium on Virtual and Augmented Reality.
- Kubo, M. M.; Vicentin, V.; Deriggi, F.; Kirner, C.; (1999). *Educação e Treinamento à Distância Baseado na Tecnologia de Realidade Virtual*. In anais do XIX da SBPC, Rio de Janeiro /RJ. pp 670-680.
- Litto, F. M. (2010). *Aprendizagem a distância*. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo.
- Lucena, M. A (1992). *Gente é uma Pesquisa: Desenvolvimento Cooperativo da Escrita Apoiado pelo Computador*; Dissertação de Mestrado; Departamento de Educação, PUC-Rio; Rio de Janeiro.
- Meiguins, B. S. (1999). *Uso de Realidade Virtual em Ensino a Distância Mediado por Computador*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Computação. Pontifícia Universidade Católica. Campinas/SP.
- Mintzes, J.; Wandersee, J. & Novak, J. (1998). *Teaching Science For Understanding*. San Diego: Academic Press.
- Pinho, M. S. & Kirner, C. *Uma introdução à Realidade Virtual*. Livro do Mini-curso, X Simpósio Brasileiro de Computação Gráfica e Processamento de Imagens. 14 a 17 de outubro de 1997, Campos do Jordão, SP. Disponível em: <<http://www.ckirner.com/download/tutoriais/rv-sibgrapi97/tutrv.htm>> Acesso em 03/08/2011.
- Valente, J. A. (1999). *O computador na sociedade do conhecimento*. Campinas, Unicamp. 156 p
- Valente, J. A. (1993). *Computadores e conhecimento: repensando a educação*. Campinas: UNICAMP.
- Rocha, S.S.D. (2008). *O uso do Computador na Educação: a Informática Educativa*. Revista Espaço Acadêmico, nº 85, ano VIII. Disponível em <<http://www.espacoacademico.com.br/085/85rocha.htm>> Acesso em 03/08/2011.
- Sweeney, A. & Paradis, J. (2004). *Developing a laboratory model for the professional preparation of future science teachers: a situated cognition perspective*. Research in Science Education, v 34, p. 195-219.
- Tori, R. (2010). *Educação sem distância: as tecnologias interativas na redução de distâncias em ensino e aprendizagem*. São Paulo: Editora SENAC São Paulo.

Recebido em: 04.08.11

Aceito em: 08.12.11