

# Softwares educacionais: o que temos disponível como ferramenta auxiliar do ensino de Imunologia?

Educational software: what do we have available as an auxiliary tool in the teaching of immunology?

FAGGIONI, T.<sup>1</sup>, BERÇOT, F.F.<sup>2</sup>, LOPES, R.M.<sup>3</sup>, ALVES, L.A.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO  
*/tfaggioni@gmail.com*

<sup>2</sup> Instituto Oswaldo Cruz – FIOCRUZ/ *filipebercot@gmail.com*

<sup>3</sup> Instituto Oswaldo Cruz – FIOCRUZ/ *renatoml@fiocruz.br*

<sup>4</sup> Instituto Oswaldo Cruz – FIOCRUZ/ *alveslaa@ioc.fiocruz.br*

## RESUMO

A Imunologia é uma ciência interdisciplinar com impacto em quase todas as áreas do conhecimento biomédico. Apesar dos grandes avanços na área científica, o ensino de Imunologia, na maioria dos cursos de graduação, ainda segue o modelo tradicional em que instaurou-se a “pedagogia da transmissão” ou “bancária”, como dizia Paulo Freire. Desta forma, o desenvolvimento de metodologias ativas e inovadoras associadas a softwares educacionais poderia ajudar a melhorar a qualidade do ensino de Imunologia. O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise sobre os softwares educacionais livres disponíveis na internet que possam ser aplicados de forma a contribuir com o processo de ensino-aprendizagem na área da Imunologia. Nossos resultados indicam claramente uma escassez de softwares educacionais livres com embasamento científico disponíveis nessa área, principalmente, em língua portuguesa.

**Palavras-chave:** softwares educacionais, Imunologia, ensino.

## ABSTRACT

Immunology is an interdisciplinary science with impact in almost all fields of biomedical knowledge. Despite major advances in science, the teaching of immunology, in most undergraduate courses, still follows the traditional model based on "pedagogy of transmission" or "banking education" as Paulo Freire reported. Thus, the development of active and innovative methodologies associated with educational software might help to improve the quality of the teaching of immunology. The aim of this work was to analyze the educational software available free on the Internet that can be applied in order to contribute to the teaching and learning process in the field of immunology. Our results clearly indicate a scarcity of scientifically-based educational free software available in the area of immunology, especially in the Portuguese language.

**Key words:** educational softwares, immunology, teaching.

## INTRODUÇÃO

Doenças e epidemias acometem a humanidade desde os tempos primórdios, causando inúmeras mortes. No início, o desconhecimento e o medo faziam com que as doenças fossem tratadas com magia, apelando-se para divindades como xamãs, curandeiros e poções mágicas, uma vez que suas causas eram, “obviamente”, sobrenaturais (CAMARGO, 2003).

Um dos episódios mais marcantes na história da luta da raça humana contra as doenças foi a Epidemia da Peste Negra ou Bubônica ocorrida no século XIV e que dizimou aproximadamente 30% da população europeia. Infortúnios como esse levaram à adoção de práticas de isolamento de pacientes para tentar restringir o alastramento da doença (HORROX, 1994).

Entretanto, há relatos de doenças que acometeram a humanidade mais remotos do que o episódio da Peste Negra. Hipócrates foi aparentemente o primeiro a observar e documentar uma pandemia de Influenza no ano 412 a.C. Epidemias de “pragas” têm sido registradas na China desde 224 a.C. A maior epidemia causada por uma “praga” ocorreu em 540 d.C no Egito, chegou a Constantinopla em 542 d.C., se espalhando pela Europa e Ásia na década seguinte, e ficou conhecida como a Praga de Justiniano, Imperador Bizantino do período 527 d.C até 565 d.C.(GUARDINO, 2005).

Apesar de a humanidade ter sido por diversas vezes acometida por doenças e pragas que dizimaram um grande número de pessoas, sempre houve indivíduos, que por algum motivo, contraíam a doença, mas conseguiam curar-se e sobreviver à moléstia, tornando-se assim “imunes” à enfermidade.

Segundo historiadores, o conceito de imunidade à doença remonta à Grécia, a pelo menos cinco séculos a.C. Tucídides, um historiador grego, citou a “imunidade” ao observar os indivíduos que se recuperavam da praga que acometia a cidade de Atenas, naquela época. Esses indivíduos então, segundo Tucídides, estariam “imunes” ou “isentos” à doença (SILVERSTEIN, 2009). No entanto, o que se sabe é que a primeira tentativa reconhecida de se induzir a imunidade contra uma doença infecciosa remonta ao século X, na China, onde a varíola era endêmica. O processo de “variolização” envolvia a exposição de pessoas saudáveis em contato com o material retirado das lesões causadas pela doença, seja colocando o material sobre a pele ou como era mais comum, inalando um pó feito a partir das pústulas (SILVERSTEIN, 2009). Este processo de variolização era também conhecido e praticado no Império Otomano e foi introduzido por comerciantes circassianos por volta de 1670 (BARQUET, 1997). Infelizmente, por não haver padronização do procedimento de inoculação, a variolização ocasionalmente resultava em morte ou em desfiguração limitando assim, sua aceitação.

A variolização chegou à Inglaterra e se popularizou principalmente devido aos esforços de Lady Mary Wortley Montagu. Casada com o Lord Edward Wortley Montagu, Embaixador do Sublime Porte do Império Otomano, em Istambul. Enquanto estava em Istambul, Lady Montagu observou a prática de variolização. Após ter sido acometida pela varíola, determinou que sua família não sofreria da moléstia e direcionou o cirurgião da embaixada para aprender a técnica, e em março de 1718 a técnica foi aplicada em seu filho de 5 anos de idade. Após retornar à Inglaterra, Lady Montagu promoveu a técnica e o cirurgião a aplicou em sua outra filha de 4 anos de idade na presença do médico do rei. O cirurgião, Charles Maitland, foi autorizado a fazer o que ficaria conhecido como o Experimento Real, no qual realizou a cirurgia de variolização em seis prisioneiros condenados que sobreviveram ao procedimento. Graças a esse e outros experimentos, a segurança foi estabelecida e dois dos netos do rei

passaram pela técnica. Após isso, a técnica de variolização foi difundida por toda a Inglaterra nos anos de 1740 e em algumas colônias americanas (SILVERSTEIN, 2009).

O termo imunidade é proveniente do latim *immunitas*, palavra que faz referência à proteção legal oferecida aos senadores romanos em exercício na Roma Antiga. Historicamente e em termos científicos, a imunidade tem significado de proteção contra doenças e, mais especificamente, doenças infecciosas. O conjunto de órgãos, células e moléculas responsáveis pela imunidade constituem o sistema imunológico, e suas ações coletivas de resposta na apresentação de substâncias estranhas é chamado de resposta imune (ABBAS, 2008).

A Imunologia moderna é baseada na observação e experimentação e pode ser direcionada para a prevenção e tratamento clínico de doenças (CAO, 2008). A evolução da Imunologia como área de estudo em ciências dependia da capacidade de manipular as funções do sistema imunológico em condições controladas. Historicamente, o primeiro exemplo claro desta manipulação, e que permanece entre os mais surpreendentes já registrados, foi o processo de vacinação contra a varíola, com Edward Jenner. Médico inglês, Jenner, observou que mulheres que ordenhavam vacas e que se recuperavam daquela forma de varíola (cowpox), não contraíam a forma mais grave da doença. Tendo notado isso, realizou um experimento no qual retirou o material (pus) de uma pústula causada pela doença e injetou no braço de um menino de oito anos de idade. Quando este menino foi posteriormente inoculado de forma intencional com varíola, meses depois, a doença não se desenvolveu. Em 1798, esse experimento de Jenner foi publicado e considerado o marco inicial da vacinação (do latim *vaccinus*, de vacas) (WILLIS, 1997). Após esse evento, o método foi largamente aceito para induzir imunidade às doenças infecciosas. Hoje, a vacinação continua a ser o método mais eficaz na prevenção de infecções. Em 1980, a Organização Mundial de Saúde (OMS) anunciou que a varíola foi a primeira doença a ser erradicada mundialmente por um programa de vacinação (FENNER, 1988).

É fato que a ciência Imunologia, desde sua gênese, tem se destacado por suas extraordinárias descobertas, bem como pela contribuição na prevenção e cura de enfermidades em todo o mundo. Hoje em dia, os avanços nos setores de ciência e tecnologia fizeram da Imunologia uma ciência em constante crescimento. Graças a seu caráter interdisciplinar, pode-se dizer que é quase impossível dissociá-la de outras importantes áreas como: Fisiologia, Citologia, Anatomia, Patologia, Genética, Biologia Molecular e Farmacologia.

Devido à importância da Imunologia para a sociedade, não haveria outro caminho que não fosse sua adaptação e inserção como conteúdo disciplinar nas instituições de ensino.

Com o avanço do conhecimento científico, a Imunologia deixou de ser uma área destinada, exclusivamente, ao estudo da resposta do organismo aos agentes infecciosos, e tornou-se de um tema básico a uma ciência mais abrangente, apresentando grandes avanços em vários campos, como na alergia, imunopatologia, imuno-hematologia, imunoquímica e imunofarmacologia, ampliando o universo de sua aplicação clínica.

Nos últimos 20 anos, acompanhando o desenvolvimento tecnológico e em estreita relação com a Biologia Molecular, o campo da Imunologia sofreu alterações radicais. Hoje, a Imunologia é uma ciência multidisciplinar com impacto em quase todas as áreas do conhecimento biomédico, sendo fundamental para a formação de diferentes profissionais da área da saúde (KIPRIYANOV & LE GALL, 2004).

Apesar do crescimento significativo da Imunologia nas últimas décadas, os métodos de ensino, de certa forma, não acompanharam com o mesmo dinamismo os avanços científicos da área.

O ensino de Imunologia, na maioria dos cursos de graduação, ainda segue o modelo tradicional em que instaurou-se a “pedagogia da transmissão”, onde o aluno é um mero memorizador de informações e o professor o emissor destas informações (LIMA, 2003). Em revisão crítica de literatura realizada por Siqueira-Batista *et al* (2009) a Imunologia, como disciplina científica, tem se constituído em torno de um paradigma caracterizável como predominantemente “marcial”, sendo uma das manifestações de idêntica concepção teórica inerente à medicina ocidental.

Historicamente, a formação superior dos profissionais de saúde foi, de modo geral, construída sobre a fragmentação de conteúdos e organizada em torno de relações de poder, as quais conferiram ao professor especialista uma posição de centralidade no processo de ensino-aprendizagem (ALBUQUERQUE, 2009). Hoje, entende-se que o processo de ensino-aprendizagem deve estar centralizado no aluno e que o professor deve atuar como um mediador na construção do conhecimento, deslocando o protagonismo da relação ensino-aprendizagem dos professores para os aprendizes (NOVAK, 2003).

No estudo de ciências é necessário que a compreensão do processo saúde-doença passe por uma abordagem interdisciplinar e, até mesmo, transdisciplinar - na construção dos conhecimentos. Essa abordagem interdisciplinar implica a ultrapassagem das fronteiras entre as disciplinas - espaços de confinamento por excelência - e a articulação dos processos de ensino-aprendizagem de forma mais dinâmica (ALBUQUERQUE *et al.*, 2007).

Com efeito, várias são as estratégias adotadas pelos cursos de graduação na área da saúde visando à transformação de seus currículos: (1) a ruptura com as "grades" disciplinares, (2) a opção por estruturas modulares integradas, (3) o desenvolvimento de atividades transversais, e (4) as experiências de práticas interdisciplinares, dentre outras (REZENDE *et al.*, 2006; DELLAROZA; VANUCCHI, 2005; LIMA, KOMATSU, PADILHA, 2003; FEUERWERKER, 2003).

Dessa forma, a atividade docente é caracterizada pelo desafio permanente dos profissionais da saúde, que procuram desenvolver propostas curriculares mais integradas, valorizando as metodologias problematizadoras (BATISTA, 2005), com o objetivo de produzir conhecimento crítico, transformador, significativo e relevante (BEHRENS, 2006).

No processo de ensino-aprendizagem, e tendo como foco o ensino de Imunologia, vários são os fatores que interferem nos resultados esperados: as condições estruturais da instituição de ensino, as condições de trabalho dos docentes, as condições sociais dos alunos, os recursos disponíveis. Outro fator é que as estratégias de ensino utilizadas pelos docentes devem ser capazes de sensibilizar (motivar) e de envolver os alunos ao ofício do aprendizado, deixando claro o papel que lhe cabe (PIMENTA, 2002; ANASTASIOU, 2004).

Partindo desse princípio, inovar e aperfeiçoar as estratégias de ensino nos cursos de graduação, proporcionando melhor compreensão dos conteúdos tem sido objetivo da disciplina Imunologia. O ineditismo de boa parte de seu conteúdo em função do pouco contato prévio na educação básica; a linguagem imunológica complexa e cheia de especificidade, aliada à pequena carga horária disponibilizada nos currículos dos cursos de graduação têm criado dificuldades no processo de ensino-aprendizagem (ALEKSANDROWICZ, 2006).

Segundo Rotbain (2006), as maiores dificuldades dos alunos para o entendimento de processos moleculares são atribuídas à ênfase nos detalhes abstratos. Para Bachelard (1996),

as dificuldades de abstração a partir dos fenômenos concretos obstruem o pensamento científico. Outro fator que também pode dificultar o aprendizado de Imunologia é o seu caráter interdisciplinar e de íntima relação com outras disciplinas, como a Biologia Celular e Molecular, a Bioquímica e a Fisiologia. Há, portanto, no contexto pedagógico, um desafio a ser vencido para mitigação das dificuldades de aprendizagem dos alunos, que pode ser através da construção de diferentes estratégias e ferramentas de ensino.

Inicialmente, buscando romper com o tradicionalismo do ensino de Imunologia, a relação teoria-prática se coloca como um importante instrumento para alcançar essa meta. A simulação de experiências é uma atividade prática considerada por alguns autores importantíssima e bastante eficaz (GONZALEZ, 2008). Esta eficácia pode ser atribuída ao fato de que, através de um problema, a atividade prática apresenta a vantagem de promover entre os alunos uma interação social mais rica, motivadora, que desperta o interesse e gera discussões, além de fornecer-lhes material de informação (BOTTINO, 2002).

Porém, uma desvantagem relevante é que grande parte das atividades de laboratório no ensino de Imunologia requer o uso de animais; prática esta que confronta com a tendência mundial de proteção aos animais. Assim, ter acesso a novas técnicas de ensino pode ser decisivo na boa formação dos estudantes (DINIZ, 2006).

Vaz & Faria (1993) trazem apontamentos para se pensar em novos modelos de compreensão do sistema imunológico a partir de concepções presentes na literatura desde a década de 1960. O desenvolvimento de metodologias inovadoras vem ao encontro do atendimento das necessidades do aluno, como ser único e singular, que recorre a diferentes estratégias de aprendizagem e exige múltiplas habilidades ao resolver problemas (SENAC, 2003).

Nos últimos anos, tem sido crescente a procura por novas e eficazes metodologias de ensino, que propiciem maior dispersão de informações e ultrapassem os limites físicos das salas de aula, permitindo assim uma maior divulgação do conhecimento gerado nos centros de pesquisa. Todas estas mudanças têm como uma das causas a exponencial evolução da informática. Este conceito é representado pelo ensino por correspondência, universidades virtuais, teleconferências, multimídias, e mais recentemente, pelo uso das tecnologias baseadas na Internet (BIZZOTO, 2000).

O computador na educação tem a finalidade de organizar documentos e tarefas, sistematizar as atividades, ser recurso auxiliar de ensino, como forma de arquivar os recursos utilizados pelo estudante e também como forma de avaliar o aluno (MORAN, 2006).

Ampliando tal perspectiva, consideramos que o computador deve ser utilizado pelo estudante também com a finalidade de construir o próprio conhecimento, transformando e utilizando a máquina como recurso dinâmico e inventivo. O educador pode dirigir seu trabalho de forma que o estudante utilize o computador não só para receber informações, mas sim para pensar e criar (CHAVES, 2004).

O uso de softwares educacionais pode aumentar a motivação dos alunos, a possibilidade de troca de informações e permitir uma maior interação entre os estudantes, além de potencializar a liberdade intelectual, a flexibilidade e a criatividade de navegar por diferentes caminhos e construir seus conhecimentos de forma ativa, respeitando o ritmo próprio de cada indivíduo. Pressupostos estes da educação problematizadora (MORAN, 2006).

Dessa forma, os softwares educacionais podem ser instrumentos poderosos e versáteis na área da educação. Se usados com inteligência e competência podem se tornar excelentes recursos pedagógicos à disposição do professor em sala de aula, melhorando significativamente a qualidade do ensino (CHAVES, 2004).

Neste sentido, os softwares educativos podem ser empregados para facilitar a aprendizagem de conceitos específicos do campo das ciências biológicas e da saúde nos níveis molecular e celular (O'DAY, 2006; SANGER AND BADGER, 2001; WILLIAMSON, 1995).

Com relação à sua aplicabilidade ao ensino de Imunologia, que é o objeto de estudo desta pesquisa, os softwares educacionais podem ser ferramentas auxiliares úteis em diversas etapas do processo de ensino-aprendizagem. Porém, o que há disponível para os professores e aprendizes sobre softwares educacionais na área da Imunologia? Os softwares disponíveis, de acesso livre na internet, são produzidos com embasamento científico por uma equipe multidisciplinar? Os softwares disponíveis passaram por alguma avaliação do processo ensino-aprendizagem?

Baseados na importância do uso de softwares educacionais para o ensino de Imunologia e tendo este estudo como parte de um projeto maior, que tem como uma de suas metas a produção de conhecimentos e tecnologias dirigidas à educação em ciências, a temática norteadora desta pesquisa é analisar a variedade de softwares educacionais livres disponíveis na internet que possam ser aplicados de forma a contribuir com a melhora da qualidade do ensino de Imunologia.

## **METODOLOGIA**

Para avaliar os tipos de softwares educacionais sobre Imunologia disponíveis para uso livre na internet, foram realizadas buscas em sites como Google<sup>®</sup>, Yahoo<sup>®</sup>, Hotmail<sup>®</sup>, Bing<sup>®</sup> e Youtube<sup>®</sup>, assim como pesquisa detalhada em base de dados científicos, entre eles: PubMed, Education Resources Information Center (ERIC) e Scielo.

Para as pesquisas realizadas, as palavras-chaves utilizadas foram: software educacional, Imunologia, ensino, sistema imune, animação, vídeo e jogo, nos seguintes idiomas: português, inglês, espanhol e francês.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Muito já tem se falado sobre o desenvolvimento e avaliação de softwares para a área educacional e pouco se tem verificado de realizações concretas. No momento, algumas empresas oferecem produtos tecnologicamente avançados com som, animação, cores e variados recursos, embora o conteúdo e a prática pedagógica estejam esquecidos.

Segundo Valente (1993), “para a implantação dos recursos tecnológicos de forma eficaz na educação são necessários quatro ingredientes básicos: o computador, o software educativo, o professor capacitado para usar o computador como meio educacional e o aluno”, sendo que nenhum se sobressai ao outro. O autor acentua que, “o computador não é mais o instrumento que ensina o aprendiz, mas a ferramenta com a qual o aluno desenvolve algo e, portanto, o aprendizado ocorre pelo fato de estar executando uma tarefa por intermédio do computador”.

Para minimizar as dificuldades no aprendizado da Imunologia, os livros-texto trazem imagens, esquemas ilustrados dos eventos celulares, além de microfotografias de células. A maioria dos livros-texto recentes de Imunologia traduzidos da língua inglesa são acompanhados de CDs-ROM contendo animações gráficas (JANEWAY, 2010).

O uso do computador, por meio de animações, vídeos, jogos e softwares educativos tem se mostrado uma alternativa eficaz como ferramenta auxiliar no processo de ensino. As animações gráficas têm sido progressivamente incluídas no campo da educação (LOWE, 2003) e as vantagens obtidas por meio da sua utilização são demonstradas em vários estudos envolvendo processos de ensino e aprendizagem (CHRISTEL, 1994; CRAIG, GHOLSON, & DRISCOLL, 2002; POLLOCK, 2002; TVERSKY AND MORRISON, 2001). Porém, estudos realizados, especificamente, no ensino de Biologia Celular e Molecular, incluindo o ensino de Imunologia, não apresentam muitas referências sobre o uso de animações.

Em nossa busca por softwares disponíveis como ferramenta de ensino de Imunologia, não encontramos, com exceção do software Imunologia Virtual, realizado pelo Laboratório de Comunicação Celular do Instituto Oswaldo Cruz - Fiocruz, nenhum outro software educacional que permita a interação do usuário, no caso, o aluno, em atividades práticas de Imunologia. Ainda em relação à interatividade, encontramos o jogo “Immune Attack”, desenvolvido pela FAS (Federação dos Cientistas Americanos), cuja história básica consiste na introdução de um nanorobô no organismo do usuário, que está imunologicamente deficiente, e o robô começa a defendê-lo (simulando respostas imunes) contra diferentes antígenos.

Entre vídeos, animações, jogos, softwares e websites pesquisados, encontramos 112 materiais sobre Imunologia disponíveis para uso livre na internet ou descritos em artigos científicos obtidos em base de dados como Pubmed, Scielo e ERIC, distribuídos da seguinte forma: 69 animações em site não científico (Youtube) na língua inglesa e 16 na língua portuguesa; 1 jogo na língua inglesa (“Immune Attack”); 20 websites com animações em Imunologia (8 na língua inglesa, 8 na língua portuguesa, 2 na língua francesa e 2 na língua espanhola); 2 softwares na língua inglesa com simulações de eventos imunológicos, porém sem interação do navegador; 2 softwares, também na língua inglesa, para análise e armazenamento de dados biológicos e o nosso software com simulação de eventos imunológicos e interação do usuário em atividades práticas de Imunologia, na língua portuguesa (“Imunologia Virtual”) (Quadro 1).

Se considerarmos apenas sites institucionais de pesquisa e ensino, além de material disponível em sites de empresas que desenvolvem material educativo, não encontramos nenhum recurso multimídia brasileiro na área de Imunologia, com exceção do “Imunologia Virtual”. Em contrapartida, um número um pouco maior de recursos pode ser encontrado em sites internacionais na língua inglesa ou em outros idiomas, que através de links os direcionam para o ensino de Imunologia e de outros temas da área biomédica.

É notável que a prática de desenvolvimento de instruções assistidas por computador, em países desenvolvidos, é mais intensa (JEFFRIES, 2000). Assim, uma das dificuldades que os países em desenvolvimento apresentam, em relação à qualidade de sua educação, é a escassez de material produzido internamente, além de a grande maioria não existir nas línguas nativas. Marim (1995) ressalta a importância de o aluno ter contato com softwares educacionais durante sua formação, mas coloca como um dos obstáculos o número reduzido de programas computacionais desenvolvidos na língua portuguesa.

**Quadro 1: Relação de vídeos e softwares sobre Imunologia, disponíveis para uso livre na internet.**

VÍDEO/SOFTWARE	IDIOMA	TOTAL
Animações curtas em site não científico (youtube)	inglês	69
Animações curtas em site não científico (youtube)	português	16
Jogo (Immune attack): permite interação do navegador. Produzido pela FAS (Federação dos Cientistas Americanos)	inglês	1
Software exclusivamente teórico, sem animações (Unicamp, SP)	português	1
Website com animações em Imunologia	português	8
Website com animações em Imunologia	inglês	8
Website com animações em Imunologia	francês	2
Website com animações em Imunologia	espanhol	2
Softwares com simulações de eventos imunológicos, sem interação do navegador	inglês	2
Softwares com simulações de eventos imunológicos, com interação do navegador: Imunologia Virtual (LCC/Fiocruz)	português	1
Softwares para análise e armazenamento de dados biológicos	Inglês	2

Entende-se que a utilização da tecnologia no processo de ensino-aprendizagem está plenamente justificada se levarmos em conta que um dos objetivos básicos da educação é preparar os estudantes para serem cidadãos de uma sociedade plural, democrática e tecnologicamente avançada (MAIZTEGUI, 2002). Nesse sentido, a informática vem como uma ferramenta facilitadora, garantindo a adequação de conteúdo tanto sob o aspecto linguístico quanto político e social. Atualmente, em nossa sociedade, não há mais como separar a tecnologia e suas estreitas relações com e na educação, estando seu uso em consonância com as novas propostas educacionais, pois o ensino tradicional, pouco dinâmico, nem sempre oferece a experiência real e a ligação teoria-prática possibilitada pelo computador (MAIZTEGUI, 2002).

Os benefícios da informática aplicada à educação, de uma forma geral, são muitos, como, por exemplo, aumentar a capacidade cognitiva, melhorar o ensino-aprendizagem e principalmente aproximar a informação dos alunos (AZEVEDO, 2006). O emprego de softwares na educação é uma opção que deveria ser considerada em qualquer projeto educativo. Ressalta-se que qualquer recurso da informática deve ser utilizado de forma complementar ao professor, o qual não deve ser substituído. O computador deve ser visto como ferramenta auxiliar de ensino (CHAVES, 2004).

No caso da disciplina de Imunologia está claro que a abordagem dos fenômenos biológicos, movimentada por um dilúvio de informações sobre componentes celulares e moleculares transmitidas de forma exclusivamente expositiva dificulta o aprendizado e reduz o interesse dos alunos pela disciplina, sugerindo a necessidade de ministrar seu conteúdo por

meio de novas técnicas a partir das quais os alunos deveriam ser estimulados a alterar sua rotina passiva de aprendizagem (VAZ, 1999). E a utilização de softwares educacionais pode ser uma estratégia enriquecedora no processo de ensino-aprendizagem (JUCÁ, 2006).

Através desta pesquisa, observamos que nas últimas duas décadas, o uso de computadores tem sido um componente essencial em laboratórios de pesquisa. Entretanto, para a maioria dos usuários, estas máquinas continuam a ser simples ferramentas para a edição de textos, correio eletrônico ou para apresentações no Microsoft PowerPoint®. Técnicas que requerem conhecimentos mais específicos, tais como: computação gráfica, reconstrução tridimensional e microscopia digital, ainda estão restritas a poucos usuários.

Ao verificarmos as possibilidades e potencialidades para o ensino representadas pelos softwares livres educativos, constatamos que é essencial que as novas tecnologias sejam inseridas com ainda mais força no contexto educacional brasileiro. Para isso, será preciso que nossos professores estejam mais capacitados (e que tal capacitação seja ofertada pelas escolas) e que o Ministério da Educação continue apoiando a disseminação dos softwares livres nas instituições de ensino, democratizando de fato a educação (JUCÁ, 2006).

Assim, após verificarmos a escassez de softwares educacionais disponíveis na área de Imunologia, principalmente em língua portuguesa, o que se espera é aumentar a possibilidade de adaptação e flexibilização de programas livres educacionais às necessidades de educadores e estudantes, que se traduz pela supracitada liberdade tecnológica e educacional, indo ao encontro dos desejos de Paulo Freire, no que diz respeito à democratização da educação e consequente melhoria da qualidade do ensino, incluindo o ensino de Imunologia.

## REFERÊNCIAS

- ABBAS, A.K.; LICHTMAN, A. H & PILLAI, S. Imunologia Celular e Molecular. 6ª Ed. Rio de Janeiro: Editora Elsevier LTDA, 2008.
- ALBUQUERQUE, V.S; SIQUEIRA BATISTA, R; TANJI, S.; MOÇO, E.T.M. Discipline curricula in the health area: an essay on knowledge and power. Interface- Comunicação, Saúde, Educação (Botucatu) v.13 n.31 Botucatu Oct., 2009.
- ALBUQUERQUE, V.S. et al. Integração curricular na formação superior em saúde: Refletindo sobre o processo de mudança nos Cursos do UNIFESO. Rev. Bras.Educ. Med., v.31, n.3, p. 296-303, 2007.
- ALEKSANDROWICZ, A.M.C et al. Imunologia e formação médica In: é possível uma transição paradigmática na Imunologia? 44o Congresso Brasileiro de Educação Médica, Gramado. Rev Bras Educ Med, v.30, p. 524-525, 2006.
- ANASTASIOU, L. G. C; ALVES, L. P. Estratégias de ensinagem. In: ANASTASIOU, Léa das Graças Camargos; ALVES, Leonir Pessate.(Orgs.). Processos de ensinagem na universidade. Pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 3. ed. Joinville: Univille, p. 67-100, 2004.
- AZEVEDO, P. C. B. S.; SILVA, T. V ; GUINÉ, A. A.; ALVES, R. S. P.; PÊGO, P.N.; DE MESQUITA, J. F.; CARVALHO, C. V. A. Desenvolvimento de um software educacional para apoio ao ensino da fisiologia. In: X Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, 2006, São José dos Campos. Revista Univap, v. 13, p. 27-29, 2006.

- BACHELARD, G. A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Tradução de Estela dos Santos Abreu, Rio de Janeiro/BRA: Contraponto, p. 316, 1996.
- BARQUET, N., DOMINGO, P. Smallpox: The Triumph over the Most Terrible of the Ministers of Death. *Annals of Internal Medicine*, v. 127, n.8, p. 635-642, 1994.
- BEHRENS, M.A. Paradigma da complexidade: metodologia de projetos, contratos didáticos e portfólios. Petrópolis: Vozes, 2006.
- BIZZOTO, N.M. Metodologia e prática de ensino de ciências: A aproximação do estudante de magistério das aulas de ciências no 1º grau. Faculdade de Educação da USP, 2000.
- BOTTINO, D.; DIAS, J.; TERRA, S.; BOUSKELA, E. Desenvolvimento de Sistema Multimídia para Ensino de Fisiologia Cardiovascular (Sistema FisCard). VIII Congresso Brasileiro de Informática em Saúde, Natal- RN, 2002.
- CAO, X. Immunology in China: the past, present and future. *Nature Immunology-Commentary*, v.9, n.4, p. 339-342, 2008.
- CAMARGO, E. P. Embora tenha avançado muito em sua saga contra as doenças infecciosas, a humanidade não conseguiu eliminá-las. *Ciência e Cultura*, v.55, n.1: 3, 2003.
- CHAVES, E. O. O computador na educação, 2004. Disponível em: <http://www.chaves.com.br/TEXTSELF/EDTECH/funteve.htm>. Acesso em 05 de maio de 2011.
- CHRISTEL, M. G. The role of visual fidelity in computer-based instruction. *Human-Computer Interaction*, v.2, n.9, p.183-223, 1994.
- CRAIG, S. D.; GHOLSON, B.; DRISCOLL, D. M. Animated pedagogical agents in multimedia educational environments: Effects of agent properties, picture features, and redundancy. *Journal of Educational Psychology*, v.94, p.428-434, 2002.
- DELLAROZA, M.S.G.; VANNUCHI, M.T.O. (Orgs.). O currículo integrado do curso de Enfermagem da Universidade Estadual de Londrina: do sonho à realidade. São Paulo: Hucitec, 2005.
- DINIZ, R.; DUARTE, A.L.A.; OLIVEIRA, C.A.S.; ROMITI, M. Animais em aulas práticas: podemos substituí-los com a mesma qualidade de ensino? *Rev. bras. educ. med.* v.30 n.2, Rio de Janeiro, 2006.
- DOHERTY, M. AND ROBERTSON, M.J. Some early Trends in Immunology. *Trends in immunology*, v. 25, n.12, 2004.
- FENNER F, et al. Smallpox and its eradication. Geneva, World Health Organization, 1988.
- FEUERWERKER, L.C.M. Reflexões sobre as experiências de mudança na formação de profissionais de saúde. *Olho Magico*, v.10, n.3, p. 21-6, 2003.
- GILBERT, J.K., JUSTI, R.; AKSELA, M. The visualization of models: A metacognitive competence in the learning of chemistry. Paper presented at the 4th annual meeting of the European Science Education Research Association, Noordwijkerhout, The Netherlands, 2003.
- GONZALEZ, H.L.; PALENCIA A.P.; UMANA, L.A.; GALINDO, L.; VILLAFRADE, M.L.; Mediated learning experience and concept maps: a pedagogical tool for achieving meaningful learning in medical physiology students. *Adv Physiol Educ*, v.32, p. 312–316, 2008.

- GUARDINO, R. F. Early History of Microbiology and Microbiological Methods. Wilmington, N.C. USA, Encyclopedia of Rapid Microbiological Methods, 2005.
- HORROX, R. The Black Death. Manchester, Manchester University Press, 1994.
- JANEWAY, C.A., TRAVERS A, WALPORT M, SCHLOMCHIK MJ. Immunobiology - The Immune System in Health and Disease. 7th ed. New York: Garland Science Publishing, 2010.
- JEFFRIES, P.R. Development and test of a model for designing interactive CD-ROMS for teaching nursing skills. *Comput Nurs*. May-Jun; v.18, n.3, p. 118-24, 2000.
- JUCÁ, S.C.S. The Relevance of the educational softwares in the professional education. *Ciências & Cognição*, v.8, p. 22-28, 2006.
- KIPRIYANOV, S.M.; LE GALL, F. Generation and production of engineered antibodies. *Mol Biotechnol*; v.26, n.1, p. 39-60, 2004.
- LIMA, V.V.; KOMATSU, R.S.; PADILHA, R.Q. Desafios ao desenvolvimento de um currículo inovador: a experiência da Faculdade de Medicina de Marília. *Interface Comunic., Saude, Educ.*, v.7, n.12, p.175-84, 2003.
- LOWE, R. K. Animation and learning: selective processing of information in dynamic graphics. *Learning Instruction*, v. 13, p. 157-176, 2003.
- MAIZTEGUI, A.; Acevedo, J.Á.; Caamaño, A.; Cachapuz, A.; Cañal, P.; Carvalho, A.M.P.; Papel de la tecnología en la educación científica: una dimensión olvidada. *Rev Iberoamericana de Educación* [online]. Ene-Mar, v. 28, p.129-55, 2002. Disponível em: <http://www.rieoei.org/rie28a05.htm>. Acesso em 7 de abril de 2011.
- MARIN, H.F. Informática em enfermagem. São Paulo (SP): EPU, 1995.
- MORAN, J.M., MASETTO, M.T., BEHRENS, M.A. Novas tecnologias e mediação pedagógica. Campinas (SP): Papirus, 2006.
- NOVAK, J. D. The promise of new ideas and new technology for improving teaching and learning. *Cell Biol Educ*, v. 2 n. 2, p.122-32, 2003.
- O'DAY, D. H. Animated cell biology: a quick and easy method for making effective, high-quality teaching animations. *CBE Life Sci Educ*, v. 5, n.3, p. 255-263, 2006.
- PARNES, O. Trouble from within: allergy, autoimmunity, and pathology in the first half of the twentieth century. *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Biological and Biomedical Sciences*; v. 34, n.3, p. 425-454, 2003.
- PIMENTA, S. G; ANASTASIOU, L. G.C. Docência no ensino superior. São Paulo: Cortez, 2002.
- PLOTKIN, S.A. Vaccines: past, present and future. *Nature medicine Supplement*, v.11 n.4, 2005.
- POLLOCK, E.; CHANDLER, P.; SWELLER, J. Assimilating complex information. *Learning Instruction*, v. 12, p.61-86, 2002.
- REZENDE, K.T.A. et al. Implementando as unidades educacionais do curso de Enfermagem da Famema. *Interface Comunic., Saude, Educ.*, v.10, n.20, p.525-35, 2006.
- RIEDEL, S. Edward Jenner and the history of smallpox and vaccination. *BUMC Proceedings*, v.18, p. 21-25, 2005.

- ROTBAIN, Y.; MARBACH-AD, G.; STAVY, R. The effect of bead and illustration models on high school student achievement in molecular genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 43, p.500–529, 2006.
- SANGER, M. J., & BADGER, S. M. Using computer-based visualization strategies to improve students' understanding of molecular polarity and miscibility. *Journal of Chemical Education*, v.78 n.10, p. 1412-1416, 2001.
- SENAC, A. M.; NAGEM, R. L.; MELO DE CARVALHO, E. Metodologia de ensino com analogias: um estudo sobre a classificação dos animais. *Revista Iberoamericana de Educación* (ISSN: 1681-5653). Artigo apresentado no IV ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2003.
- SILVERSTEIN, A. M. *A history of immunology*. Oxford, UK, Elsevier, 2009.
- SIQUEIRA-BATISTA, R.; GOMES, A.P.; ALBUQUERQUE, V.S.; MADALON-FRAGAI, R.; ALEKSANDROWICZ, A.M.C.; GELLER, M. Ensino de Imunologia na Educação Médica: Lições de Akira Kurosawa. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 190 v. 33 n.2, p.186 – 190, 2009.
- VALENTE, J. A. *Computadores e conhecimento: repensando a educação*. Campinas: UNICAMP, 1993.
- VAZ, N.M; FARIA, A.M.C. *Guia incompleto de imunobiologia*. BH: Coopmed, 1993.
- VAZ, N. Teaching and health: a biological view. *Cad. Saúde Pública* v.15, suppl.2, Rio de Janeiro, 1999.
- WILLIAMSON, V. M., & ABRAHAM, M.R. The effects of computer animation on the particulate mental models of college chemistry students. *Journal of Research In Science Teaching*, v.32, p. 522-534, 1995.
- WILLIS, N. J. Edward Jenner and the eradication of smallpox. *Scott Med J*, v.42, p. 118-121, 1997.