

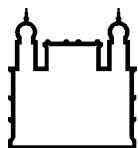
**INSTITUTO OSWALDO CRUZ**

**Mestrado em Ensino em Biociências e Saúde**

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM  
SOFTWARE COMO RECURSO AUXILIAR AO ENSINO  
DE IMUNOLOGIA BÁSICA**

**FILIFE FÁRIA BERÇOT**

**Rio de Janeiro  
2011**



Ministério da Saúde

**FIOCRUZ**

**Fundação Oswaldo Cruz**

**INSTITUTO OSWALDO CRUZ**  
**Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde**

**FILIFE FARIA BERÇOT**

**Desenvolvimento e avaliação de um software como recurso auxiliar ao ensino de imunologia básica**

Dissertação apresentada ao Instituto Oswaldo Cruz como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino em Biociências e Saúde.

**Orientador:** Prof. Dr. Luiz Anastácio Alves

**RIO DE JANEIRO**

**2011**

Ficha catalográfica elaborada pela  
Biblioteca de Ciências Biomédicas/ ICICT / FIOCRUZ - RJ

B532

Berçot, Filipe Faria.

Desenvolvimento e avaliação de um software como recurso auxiliar ao ensino de imunologia básica. / Filipe Faria Berçot. – Rio de Janeiro, 2011.

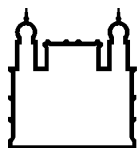
xiii, 102 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Instituto Oswaldo Cruz, Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde, 2011.

Bibliografia: f. 78-91

1. Software. 2. Ensino. 3. Imunologia básica. I. Título.

CDD 005.3



Ministério da Saúde

**FIOCRUZ**

**Fundação Oswaldo Cruz**

## **INSTITUTO OSWALDO CRUZ**

**Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde**

**AUTOR: FILIPE FARIA BERÇOT**

### **DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM SOFTWARE COMO RECURSO AUXILIAR AO ENSINO DE IMUNOLOGIA BÁSICA**

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Luiz Anastácio Alves**

**Aprovada em: 19/08/2011**

#### **EXAMINADORES:**

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Tania Cremonini de Araujo-Jorge - Presidente

Prof. Dr. Eduardo Galembeck

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Isabela Cabral Félix de Souza

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Simone Monteiro – Revisora e primeira suplente

Prof. Dr. Luiz Augusto Coimbra de Rezende Filho

Rio de Janeiro, 19 de Agosto de 2011

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus pais, Jorge e Eliane.

## **Agradecimentos**

Quero registrar aqui meus sinceros agradecimentos algumas pessoas que fizeram parte desta longa caminhada e sem as quais esta conquista não seria possível.

Ao Professor Luiz Anastácio Alves, pela orientação e principalmente paciência ao durante esses anos de trabalho.

Ao amigo Antônio Augusto Fidalgo-Neto, pelos conselhos e ajuda no desenvolvimento deste trabalho.

Aos companheiros do Laboratório de Comunicação Celular, pelos momentos de alegria proporcionados.

Aos Docentes do programa de Pós-Graduação Ensino em Biociências e Saúde, pelos conhecimentos transmitidos.

Gostaria de expressar meus agradecimentos, de forma especial, à família Massote: Carol, Mariana, Pedro (Novinho), “seu” Aloísio, Marília, “vó” Janilse e Dica, pelo carinho oferecido sempre e pelo apoio.

Aos amigos e ex-companheiros de república, Alex, Rodrigo e Juliana e Cadu, pelas inúmeras noites de boemia.

Aos alunos que participaram da avaliação deste estudo, meu profundo agradecimento.

E a todos que colaboraram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

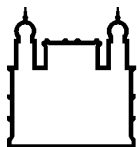
## SUMÁRIO

---

1. Introdução.....	1
1.1 Surgimento da Ciência Imunologia .....	1
1.2 Ensino de Imunologia .....	4
1.3 Ensino mediado por computador .....	7
1.4 Softwares educacionais.....	8
1.5 Algumas Teorias de Aprendizagem e Softwares Educacionais .....	11
1.6 Informática educativa no Brasil .....	21
1.7 Recursos disponíveis de informática e multimídia .....	25
2. Objetivos.....	28
2.1. Objetivo Geral.....	28
2.1 Objetivos específicos.....	28
3. Metodologia.....	29
3.1 Desenvolvimento de um software educacional .....	29
3.1.1 Escolha do conteúdo .....	30
3.1.2 Roteiro .....	31
3.1.3 Protótipo.....	32
3.2 Validação.....	33
3.3 Avaliação.....	34
3.3.1 Avaliação do conteúdo .....	35
3.3.2 Avaliação do <i>software</i> .....	36
3.4 Ferramentas de desenvolvimento.....	37
3.4.1 Configurações do sistema.....	40
4. Resultados.....	41
4.1 Software Imunologia Virtual – Então é Assim?!?.....	41
4.2 Módulo: Órgãos e Tecidos Linfoides.....	42
4.2.1 Descrição das etapas do software .....	43
4.3 Módulo: Inflamação .....	47
4.4 recursos multimídia disponíveis na internet.....	51

4.4 Avaliação do software.....	55
4.4.1 Avaliação da relação interface/usuário.....	55
4.4.2 Avaliação de conteúdo.....	58
4.4.3 Avaliação realizada por docentes.....	60
4.5 Perfil da amostra.....	64
5. Discussão.....	68
6. Conclusão:.....	77
7. Referências Bibliográficas.....	78
APÊNDICES.....	92
ANEXOS.....	100





Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

## INSTITUTO OSWALDO CRUZ

### DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM *SOFTWARE* COMO RECURSO AUXILIAR AO ENSINO DE IMUNOLOGIA BÁSICA

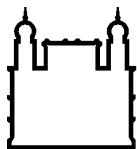
#### RESUMO

#### DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Filipe Faria Berçot

Este trabalho teve como objetivo desenvolver e avaliar um software educacional para o ensino de imunologia básica. O *software* abordou os seguintes conteúdos: Órgãos e tecidos linfoides, onde elaboramos uma prática virtual esquematizando a injeção de tinta nanquim por duas vias de administração (intradérmica e endovenosa) em um camundongo com a finalidade de demonstrar o processo de captação fagocítica em os órgãos e tecidos linfóides específicos. E Inflamação, onde desenvolvemos animações gráficas representando uma situação hipotética dos eventos que sucedem um dano tecidual com o propósito de demonstrar eventos celulares, moleculares e suas relações em uma resposta inflamatória aguda. A avaliação do software foi realizada com um grupo de alunos do curso da pós-graduação *Lato Sensu* Ensino em Biociências e Saúde do Instituto Oswaldo Cruz e constitui-se de duas etapas: avaliação da interface e conteúdo. Utilizamos questionários para analisar critérios como usabilidade, afetividade, receptividade e organização da interface. Além disso, pudemos verificar sua eficácia na aquisição e retenção de conhecimentos relacionados aos temas abordados pelo software. Com relação à usabilidade do programa, pudemos verificar que o software teve uma excelente aceitação entre os alunos pesquisados. E, com relação à aquisição de conhecimentos, as análises estatísticas demonstraram uma diferença significativa ( $p < 0,0001$ ) antes e após o uso do software. Desta forma, concluímos com estes resultados que o software pode auxiliar no processo de aprendizagem da disciplina imunologia.

Palavras-chave: Software, Ensino, Imunologia básica



Ministério da Saúde

**FIOCRUZ**

**Fundação Oswaldo Cruz**

## **INSTITUTO OSWALDO CRUZ**

### **DEVELOPMENT AND EVALUATION OF A SOFTWARE AS A RESOURCE ASSISTANT TO THE TEACHING OF BASIC IMMUNOLOGY**

#### **ABSTRACT**

**Filipe Faria Berçot**

The aim of this work was to develop and to evaluate an educational software for teaching of immunology. This software emphasized two important subjects in teaching immunology: organs and lymphoid tissues. Here, we create a virtual practice that simulating a nankeen injection by two different pathways - intradermal and intravenous in a mouse. Thus, this virtual practice aimed to demonstrate by macroscopic and microscopic ways the antigen flow (nankeen) to specific organs and tissues lymphoid. In addition, we made a approach an Inflammatory Acute Response. Through of motion graphics we showed a hypothetical event after a tissue injury. The software was applied to group of post-graduate students engaged in the Biosciences course to be tested. The students performed the virtual practice while attending the discipline updates in Immunology. The software evaluation was done in two steps: interface and content analysis. The questionnaires application allowed us to verify the usability of the software and also perform a comparison before and after usage. Moreover, it was possible to investigate it efficacy in the acquirement and retaining of the knowledge related of the subjects approached by the software. Regarded the software usability, it was possible to verify that the program had an excellent acceptance among the students surveyed. With respect to retaining or acquirement of the knowledge, the statistics analysis showed a significant difference ( $p < 0,0001$ ) before and after usage of the software. According to our analysis, we can conclude that the software can be helpful in the teaching-learning process of the immunology.

Key-words: Software, teaching, basic immunology.

## Lista de Figuras

Figura 1. Etapas do desenvolvimento de um software educacional.....	30
Figura 2. Primeiro protótipo do software. ....	33
Figura 3. Interface do programa adobe flash cs3 .....	39
Figura 4. Interface inicial do software "Imunologia Virtual. Então é assim?!?" .....	41
Figura 5. Tela inicial do módulo "Órgãos e tecidos linfoides".....	44
Figura 6. Conceitos e imagens sobre o tema órgãos e tecidos linfoides.....	45
Figura 7. Dissecção e manipulação dos órgãos linfoides .....	46
Figura 8. Tela inicial do módulo "inflamação".....	48
Figura 9. Ativação do Fator de Hageman. ....	49
Figura 10 Processo de fagocitose.....	51
Figura 11. Avaliação da usabilidade, receptividade, afetividade. Módulo: Órgãos e tecidos linfoides .....	56
Figura 12. avaliação da usabilidade, receptividade, afetividade. Módulo: "inflamação". .....	57
Figura 13. avaliação de conteúdo: Módulo "órgãos e tecidos linfoides" (a). Avaliação de conteúdo: Módulo "inflamação"(b). ....	60
Figura 14. Avaliação de usabilidade, receptividade, afetividade com docentes: Módulos: órgãos e tecidos linfoides e inflamação .....	61
Figura 15. Recursos mais utilizados pelos alunos com o uso do computador .....	66

## Lista de Quadros

Quadro 1. Estágios de desenvolvimento intelectual .....	13
Quadro 2. Eventos que marcaram a informática educativa no país. ....	22
Quadro 3. Livros-texto usados como suporte teórico. ....	31
Quadro 4. Recursos multimídia disponíveis na internet. ....	53
Quadro 5. Comentários dos usuários sobre o software. ....	57
Quadro 6. Avaliação qualitativa com docentes. ....	62

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1. Dados socioeconômicos dos alunos participantes da avaliação do software.....64

Tabela 2. conhecimentos básicos de internet e uso do computador..... 64

# 1. INTRODUÇÃO

---

## 1.1 SURGIMENTO DA CIÊNCIA IMUNOLOGIA

---

A história do processo evolutivo é marcada por eventos como adaptação, sobrevivência, competição e reprodução. Na natureza, os seres vivos sempre estão buscando estratégias para sobreviver, se perpetuar, passar seus genes adiante e formar novas gerações (Adis, 1997). Há aproximadamente 3,8 bilhões de anos, a vida surgiu na Terra e hoje existe uma gigantesca diversidade de espécies habitando os mais diferentes ambientes do planeta. Essa diversidade gerou uma intrincada cadeia na qual as espécies interagem através de relações entre predador-presa, herbívoro-planta, parasito-hospedeiro, relações mutualísticas, comensalismo, inquilinismo, entre outras. (Ricklefs, 2007).

Nesse contexto, o processo evolutivo e a seleção natural proporcionaram atributos para cada ser vivo ser capaz de se proteger e sobreviver às situações impostas pelo ambiente (Futuyma, 2002). E, de fato, uma das características evolutivas de maior sucesso entre os seres vivos foi o surgimento de um cérebro desenvolvido provido de grande capacidade cognitiva. Esse diferencial possibilitou, em milhares de anos de evolução, que os seres humanos criassem táticas para lograr êxito frente às adversidades do ambiente e outros predadores (Baumeister e Bushman, 2008).

Apesar disso, os humanos ainda estavam suscetíveis a uma ameaça não visível a olho nu, mas microscópica, que permaneceu desconhecida por muito tempo e significou uma das maiores ameaças à sobrevivência da nossa espécie e que nos mantém alerta até hoje - os microrganismos patogênicos (Zimmerman e Zimmerman, 2003).

Desde os primórdios, a humanidade foi acometida por doenças e epidemias, 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 eram “obviamente” causas sobrenaturais (Camargo, 2003).

Um dos episódios mais marcantes na história da luta da humanidade contra as doenças foi a Epidemia da Peste Negra ou Bubônica ocorrida no século XIV, dizimando aproximadamente 30% da população européia. Porém, infortúnios como este levaram à criação de práticas de isolamento de pacientes para tentar restringir o alastramento da doença (Horrox, 1994).

Contudo, relatos de doenças que acometeram a humanidade são 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. Além disso, especula-se que esta epidemia tenha sido a causa da devastação de Atenas no ano de 430 A.C. durante a Guerra do Peloponeso (Potter, 2002).

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, ficou conhecida como a Praga de Justiniano, Imperador Bizantino do período 527 D.C até 565 D.C.(Guardino, 2005).

Porém, apesar da humanidade ter sido por diversas vezes acometida por doenças e pragas que dizimaram um grande número de pessoas em todo o mundo, sempre houve indivíduos, que por algum motivo, contraíam a doença, mas conseguiam curar-se e sobreviver à moléstia, tornando-se assim “imunes” e não sendo mais acometidos pela enfermidade.

Segundo historiadores, o conceito de imunidade à doença remonta à Grécia, há 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. Estes indivíduos então, segundo Tucídides, estariam “imunes” ou “isentos” à praga (Silverstein, 2009). No entanto, o que se sabe é que a primeira tentativa reconhecida de se induzir a imunidade contra uma doença infecciosa remonta do 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, através da inalação do pó produzido a partir das pústulas (Silverstein, 2009). Esse processo de variolização foi também incorporado e praticado no Império Otomano, trazido

por comerciantes circassianos por volta de 1670 (Barquet e Domingo, 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 Instambul. Enquanto estava em Instambul, Lady Montagu observou a prática de variolização. Após ter sido acometida pela varíola, determinou que sua família não sofreria da moléstia e fez o cirurgião da embaixada aprender a técnica, e em março de 1718 a técnica foi aplicada a seu filho de 5 anos de idade. Após retornar à Inglaterra, Lady Montagu promoveu a técnica e o cirurgião realizou a técnica 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 mais tarde viriam a sobreviver. Graças a este 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).

Historicamente, o segundo exemplo claro de experimentação em imunologia foi o processo de vacinação contra a varíola, com Edward Jenner. Jenner, um médico inglês, 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 (Silverstein, 2009). 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 sem os efeitos colaterais do processo de variolização. 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 (Forattini, 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.

## 1.2 ENSINO DE IMUNOLOGIA

---

No Brasil, apesar da Ciência e a Tecnologia estarem cada vez mais inseridas no cotidiano da população, ainda é nítida em alguns grupos, a situação de distanciamento do chamado conhecimento científico. A Ciência, para esta parcela da população, permanece cansativa, abstrata e muito além de sua compreensão. (Ramos e Rosa, 2008).

O saber científico, no entanto, é de extrema importância para o desenvolvimento cognitivo do ser humano. A formação biológica, como parte desse conteúdo, contribui para que o indivíduo seja capaz de entender e aprofundar conceitos relacionados à concepção e ao desenvolvimento dos seres vivos e o ambiente. O conjunto de conhecimentos adquiridos deve colaborar para que os indivíduos sejam capazes de usar o que aprenderam ao tomar decisões de interesse individual e coletivo, diante de um quadro ético de responsabilidade e respeito considerando seus papéis na biosfera e na sociedade (Krasilchik, 2008).

Considerando que os principais responsáveis pela transmissão de conhecimento são, em maioria, contextos formais de ensino, pode-se inferir que são necessárias metodologias que despertem a criatividade e a curiosidade pela

ciência presente no cotidiano dos alunos. De acordo com Bezerra *et al.*, (2008), o ensino de biologia deve estar sempre que possível vinculado às atividades práticas do dia-a-dia, buscando evitar o desinteresse dos alunos e a simples memorização de conceitos.

Uma das características mais importantes de um educador é saber desenvolver habilidades necessárias para organizar e apresentar conceitos, muitas vezes confusos, aos alunos em uma sala de aula. Isto é mais significativo em disciplinas biológicas onde outras áreas de ciências estão presentes, como exemplo o ensino de fisiologia, pois:

De intrincadas reações moleculares que direcionam respostas fisiológicas às propriedades particulares da física e química, a natureza integrante da fisiologia pode proporcionar desafios até mesmo aos melhores professores. (Griffin, 2003)

Assim como muitas disciplinas em biologia, a Imunologia encontra-se muito distante da realidade e do cotidiano dos alunos, e um dos fatores que implicam na compreensão dos assuntos estudados nesta disciplina é a abstração. As dificuldades de abstração a partir dos fenômenos concretos obstruem o pensamento científico, pois:

Os obstáculos vindos da experiência com a realidade do fenômeno levam o pensamento científico para construções mais metafóricas que reais e podem se tornar uma barreira, impedindo que pensamento abstrato siga a via psicológica normal do pensamento científico. (Bachelard, 1996)

Esta abstração é proporcionada devido ao fato de que os eventos imunológicos acontecem naturalmente em escala microscópica, impossibilitando o processo de visualização, dentro das vias convencionais. Em consonância com o discurso anterior, uma importante questão que também pode vir a dificultar o aprendizado de imunologia é a sua ligação com várias outras disciplinas como: Biologia Celular, Genética, Biologia Molecular, Bioquímica, Fisiologia e outras, fazendo que seu conteúdo tenha um cunho interdisciplinar. Por isso, é necessário pensar em metodologias específicas para relacionar os conteúdos da imunologia a essas disciplinas.

A interdisciplinaridade não tem a pretensão de criar novas disciplinas ou saberes, mas sim:

Utilizar os conhecimentos de várias disciplinas para resolver um problema concreto ou compreender um determinado fenômeno sob diferentes pontos de vista. Em suma, a interdisciplinaridade tem uma função instrumental. Trata-se de recorrer a um saber diretamente útil e utilizável para responder às questões e aos problemas sociais contemporâneos. (Brasil, 2000)

Entretanto, além da questão abordada pela interdisciplinaridade, outro fator tem relevante importância no processo de ensino da disciplina imunologia. Como já citado, os eventos das respostas imunológicas nos organismos ocorrem em escala microscópica, e assim, comprometendo o processo de visualização pelas vias normais.

No âmbito da educação, pode-se dizer que há um consenso entre professores no fato de que a visualização e a criação de modelos mentais constituem um importante componente na compreensão da ciência geral e em especial no nível molecular (Gilbert; Justi, 2003).

Segundo estudos realizados por Rotbain *et al.*, (2006), as maiores dificuldades dos alunos no entendimento de processos moleculares da disciplina genética são atribuídas à ênfase nos detalhes abstratos. Nesse sentido, os professores têm pela frente um grande desafio: o que fazer para minimizar estas dificuldades apontadas pelos alunos em relação às disciplinas de caráter abstrato?

Algumas pesquisas têm demonstrado que ferramentas computacionais bem elaboradas permitem aos alunos absorverem grandes quantidades de informação em um curto período de tempo (Kraidy, 2002).

Nesse contexto, o computador se mostra uma importante ferramenta que vem modificando a forma de disseminação e apresentação de informações na sociedade, podendo ser um valioso suporte no processo de ensino-aprendizagem (Milani, 2001).

### 1.3 ENSINO MEDIADO POR COMPUTADOR

---

Pode-se dizer que as transformações tecnológicas ocorridas nos últimos anos provocaram mudanças profundas no cotidiano e acabaram criando novos hábitos. Os avanços gerados pela informática facilitaram a vida, aproximaram as distâncias e aceleraram o ritmo dos acontecimentos. Desta forma, não seria exagero dizer que a sociedade está se tornando cada dia mais dependente da informática e seus desdobramentos.

Com isso, presenciamos a expansão da quantidade de informação disponível e o impacto promovido pelas Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTIC) no trabalho e no dia-a-dia. Diversos setores da sociedade tornaram-se dependentes das tecnologias de informação. E como não poderia ser diferente, a esfera educacional tem se mobilizado para acompanhar esse progresso e incorporar as Tecnologias de Informação e Comunicação ao processo de aprendizagem como ferramenta de mediação entre o aluno e o saber.

Sessões de ensino baseadas em computador têm conseguido vantagens sobre sessões baseadas apenas em leituras:

São mais flexíveis para a realização de trabalhos em programas de aprendizagem; além da possibilidade de pausar e revisar áreas específicas; aumenta a interação entre os alunos; podem lidar com as dificuldades de custo e logística de docentes e auxiliar um grande número de alunos em diferentes lugares (Davis; Chryssafidou, 2007).

Porém, quando falamos sobre o uso do computador na educação, a idéia de que as novas tecnologias vêm substituir o professor já não tem mais tanto fervor como antes, e mesmo onde tal receio ainda se faz presente, este fato pode ser explicado pela falta de informação e clareza sobre o tema informática educativa (Teixeira e Brandão, 2003).

Assim, o computador pode ser considerado uma ferramenta de auxílio às atividades didáticas e pedagógicas dos professores e tutores, instrumento de planejamento e realização de projetos. Ou seja, como elemento que motiva e

desafia o desenvolvimento de práticas pedagógicas, buscando tornar o processo aprendizagem uma atividade mais dinâmica, participativa e interativa.

#### 1.4 SOFTWARES EDUCACIONAIS

---

Dentre os vários recursos de ambientes virtuais desenvolvidos com o uso do computador para favorecer o processo de aprendizagem, os *softwares* educacionais têm obtido relevante destaque.

Os *softwares* educacionais ou as ferramentas de visualização gráfica como modelagem molecular e animações gráficas podem ser usados para gerar representações da natureza dinâmica e interação molecular, o que muitas vezes são difíceis de compreender somente a partir de apresentações baseadas em textos informativos (Waddington e Jones, 2001).

Vários pesquisadores têm afirmado a importância de *softwares* e animações criadas por computador como agentes facilitadores no desenvolvimento de competências dos alunos e de suas habilidades ao se estudar assuntos de nível molecular, principalmente quando estes programas possuem alguma interatividade (Sanger; Brecheisen, 2001), (O' Day, 2006).

Entretanto, um programa computacional pode ter várias características, dependendo de sua finalidade. Dentre as muitas definições diz que um *software* educacional seria:

Um sistema computacional e interativo, intencionalmente concebido para facilitar a aprendizagem de conceitos específicos. Também se pode dizer que os *softwares* educacionais são os programas pensados, programados e implantados com objetivos educativos. (Gomes e Padovani, 2005)

De acordo com o desenvolvimento e finalidade de um *software* educacional, ele pode ter diferentes classificações. Sancho (1998) e Oliveira *et al.*, (2001) determinam essas categorias segundo suas características em:

- ✓ **Tutoriais:** São *softwares* que apresentam conceitos e instruções para realização de tarefas específicas. Esta forma de interatividade procura evitar a passividade do aluno, uma vez que são desenvolvidas questões às quais ele deve reagir ou responder. Este tipo de programa é indicado para qualquer pessoa, pois permite repetição das lições quantas vezes forem necessárias.
  
- ✓ **Exercício ou prática (QUIZ):** Estes programas são utilizados para revisar o conteúdo que foi visto em classe, envolvendo memorização e repetição. Requerem resposta imediata do aluno, propiciando *feedback*. São também indicados por possibilitar que os alunos mais avançados possam avançar em ritmo mais acelerado, ou que alunos defasados possam alcançar os outros, trabalhando fora do horário normal.
  
- ✓ **Simulação:** são promissores programas de aprendizagem virtual, pois, permitem a apresentação de modelagens de um sistema ou situação real utilizando gráficos e animações. São programas muito úteis quando há impossibilidade de realizar a experiência real. Oferece um ambiente exploratório, onde o usuário pode interferir e comprovar em seguida as conseqüências. Com a ajuda destes programas tornam mais simples ensinar temas complexos ou impossíveis de observar.
  
- ✓ **Jogos:** jogos educacionais se baseiam numa abordagem auto-dirigida, isto é, aquela em que o sujeito aprende *per se*, através da descoberta de relações e da interação com o *software*. Aqui, o professor tem o papel de moderador, mediador do processo, dando orientações e selecionando *softwares* adequados e condizentes com sua prática pedagógica. A utilização de jogos computadorizados na educação proporciona ao aluno motivação, desenvolvendo também hábitos de persistência no desenvolvimento de desafios e tarefas.

Além das características acima citadas, existem softwares conhecidos como Realidades Virtuais (RVs).

Nessas tecnologias, de uma forma mais ou menos complexa, a manipulação dentro do mundo virtual assume um caráter muito particular já que atribui à experiência um aspecto mais real, conferindo-lhe um maior grau de veracidade. (Andrade; Jobson, 2009)

Segundo Barill e Cunha (2010), os ambientes virtuais têm sido alvo de interesse do campo da educação por sua capacidade de expandir a interação, pois os estudantes participam de eventos acadêmicos, já que nesses ambientes, pode-se encontrar com amigos e professores, discutir temas, além de interagir com outros elementos e informações disponíveis.

Como visto, existem formas variadas de *softwares* educacionais para as mais distintas finalidades. Contudo, todos possuem a mesma característica comum, auxiliar o professor, e principalmente o aluno no processo de aprendizagem.

Todavia, a utilização do computador na educação só irá alcançar os objetivos esperados quando o profissional da área o idealizar como ferramenta auxiliar e complementar às suas atividades didático-pedagógicas. Como instrumento de planejamento e realização de projetos interdisciplinares e como elemento motivador, o computador pode tornar o processo ensino-aprendizagem uma atividade dinâmica, participativa e interativa.

Tecnologias como o computador já fazem parte integrante da vida dos estudantes e uma ferramenta que eles consideram fundamental. Desta forma,

Além da necessidade de oferecer conhecimentos variados, é também importante criar apresentações e oportunidades para aplicar esse conhecimento dentro de um mundo virtual, com o intuito de facilitar e promover a aprendizagem. (Pivec, 2007)

Com isso, é importante ressaltar que não basta apenas incorporar esses novos recursos no contexto educativo, mas também relacioná-los ao conteúdo pedagógico e ao conhecimento adquirido pelo aluno no seu cotidiano. Para tal, existem diversas teorias de aprendizagem que podem auxiliar no direcionamento para a utilização dos recursos computacionais.

As tecnologias da informação vêm sendo crescentemente incorporadas ao processo ensino-aprendizagem como ferramenta de mediação entre o indivíduo e o conhecimento (Bertagnolli; Sanches, 2009). Com a introdução do computador nos lares e escolas, diversos programas começaram a ser desenvolvidos para o entretenimento e educação (jogos, *softwares* educacionais) que, utilizados como ferramentas didático-pedagógicas para o desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem, vêm possibilitando múltiplas formas de tratar o conhecimento e criar ambientes mais dinâmicos de aprendizagem.

Entretanto, dos *softwares* educacionais mais comuns como: tutoriais, exercitação, simulação e jogos, aos mais sofisticados, como realidade virtual, todos contêm, objetivamente ou não, uma opção teórica de ensino e aprendizagem que é privilegiada no produto. Por isso destacamos algumas das teorias de aprendizagem que têm influenciado na elaboração de recursos multimídia para o ensino.

### *Comportamentalismo*

No início do século XX, sob o argumento de que o foco da psicologia humana deveria ser o comportamento ou as atividades dos indivíduos, surgiu então o Comportamentalismo ou *Behaviorismo*. No processo educacional, o Comportamentalismo está associado ao trabalho de Skinner, onde o foco é voltado para o comportamento voluntário, deliberado e observável, acreditando ser a maior parte do repertório comportamental do indivíduo (Rosa, 2008).

Para Skinner, “comportamento é sempre o resultado de associações estabelecidas entre algo que provoca (estímulo antecedente) e algo que o segue e o mantém (estímulo conseqüente)” (Davis e Oliveira, 1991). Segundo essa concepção, para haver aprendizagem seria preciso: treinar os estudantes a exibir determinado comportamento; usar reforço positivo para reforçar o comportamento desejado; usar reforço negativo para reduzir a freqüência do comportamento não desejado.



Assim, para suprir a necessidade de reforço a todos aos alunos, Skinner propôs suas “máquinas de ensinar”, que possuem mecanismos capazes de cumprir esta função reforçadora (Weiss, 1998). No entanto, é relevante ressaltar que essas máquinas de ensinar surgiram numa época onde não havia microcomputadores, ou seja, os seus primeiros protótipos eram máquinas mecânicas.

De acordo com Skinner e sua forma de ensino programado, os indivíduos aprendem melhor quando o conteúdo é apresentado em seções breves; testa o estudante após cada seção; apresenta um *feedback* imediato para as respostas dadas.

Moreira (1986) diz que o processo de informatização da educação deve ser considerado como meio de ampliação das funções do professor, favorecendo mudanças nas condições e no processo ensino-aprendizagem. Dentro das linhas pedagógicas, pode-se afirmar que:

A didática de mídia ainda segue muitos conceitos da tecnologia instrucional tradicional, baseando-se na psicologia comportamentalista (*behaviorista*) cujos passos básicos são: a análise da tarefa; o avanço em pequenos e progressivos passos de aprendizagem; a participação ativa do estudante; a velocidade de aprendizagem individual e a realimentação imediata do esforço (Oliveira; Mota, 2002).

Alguns exemplos de softwares educacionais baseados no comportamentalismo são os do tipo exercício e prática (*drilland-practice*) e os tutoriais.

### *Construtivismo*

Jean Piaget (1896 – 1980) foi um dos primeiros estudiosos a pesquisar cientificamente como o conhecimento era formado em seu sentido mais amplo, uma vez que seus estudos iniciaram-se com a observação de crianças. Piaget observou como um recém-nascido passava do estado de não reconhecimento de sua individualidade frente o mundo que o cerca indo até a idade de adolescentes, onde já existe o início de operações de raciocínio mais complexas.

Ao longo de suas pesquisas sobre a teoria psicogenética, Piaget pôde demonstrar os processos pelos quais o sujeito pensa, propondo que o desenvolvimento cognitivo (processo gradativo na busca de conhecimento) se realiza através de estágios. Ou seja, que a natureza e a caracterização da inteligência mudam significativamente com o passar do tempo (Weiss, 1998).

Desta forma, Piaget elaborou o desenvolvimento cognitivo em vários estágios de acordo com o quadro 1.

<b>Estágio</b>	<b>Descrição</b>
Sensório-motor (0 a 2 anos)	A criança percebe o ambiente e age sobre ele, passando de reflexos aos primeiros hábitos. Repete intencionalmente reações que lhe produzirem resultados interessantes.
Pré-operacional (2 a 6 anos)	A criança começa a usar símbolos mentais (intuição), imagens ou palavras que representam objetos ausentes. Há um crescimento lingüístico elevado como modo de representação da realidade.
Operatório-concreto (7 a 11 anos)	Primeiras operações lógicas. O indivíduo é capaz de classificar objetos conforme suas semelhanças ou diferenças.
Operatório-formal (11 anos até a idade adulta)	O pensamento já independe da percepção ou manipulação de objetos concretos. É hipotético-dedutivo, capaz de deduzir as conclusões de hipóteses e não somente através de observação real. Capacidade de abstração.

QUADRO 1. ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO INTELECTUAL.  
FONTE: ADAPTADO DE PIAGET(1975).

O processo de desenvolvimento cognitivo, segundo Piaget (1967) é construído em função de fatores como: interações sociais, experiências físicas, maturação e equilíbrio adaptativo. Essa adaptação se refere ao processo pelo qual o sujeito adquire um equilíbrio entre o que chama de assimilação e acomodação. A assimilação refere-se à internalização de conhecimento sobre o meio e à incorporação ao conjunto de conhecimentos já existentes. Através da incorporação, a estrutura de conhecimento existente se modifica de modo a acomodar-se a novos elementos, tal modificação é denominada acomodação.

Assim, as idéias de Piaget sobre o processo de desenvolvimento intelectual pôde influenciar outros pesquisadores. Seymour Papert, por exemplo, foi um dos

principais teóricos da pesquisa sobre informática na educação. Unindo os conceitos do construtivismo de Piaget com os recursos da informática, Papert elaborou a linguagem de programação Logo (Weiss, 1998). Com os avanços tecnológicos da informática, suas idéias puderam ser aplicadas a outros ambientes computacionais além do Logo, tais como a *Internet*, programas aplicativos (processadores de texto, planilhas eletrônicas, gerenciadores de banco de dados etc.), jogos, simuladores e outros (Almeida, 2000).

Entretanto, a contribuição fundamental de Piaget às idéias de Papert está relacionada à teoria do conhecimento da aprendizagem e à sua inserção no ambiente informatizado, que favorece a integração entre o conteúdo que está sendo aprendido e a estrutura desse conteúdo.

Papert procurou encontrar meios para promover a aprendizagem enfocando a intervenção do professor, a ser empregado em ambientes computacionais adequados às estruturas dos alunos, e que propicie a eles estabelecer conexões entre as estruturas existentes, com o objetivo de construir estruturas novas e mais complexas (Almeida, 2000).

O construtivismo tem sido ultimamente a abordagem teórica mais utilizada para orientar o desenvolvimento de materiais didáticos informatizados, principalmente o de ambientes multimídia de aprendizagem (Boyle, 1997).

No entanto, o fato de a abordagem construtivista ser predominante não significa uma tendência única refletida nos materiais didáticos, mesmo porque a ideia de construção do conhecimento está presente na obra de vários autores, como Piaget, Vygotsky, Wallon, Paulo Freire, Freud, entre outros (Bastos, 1998). E, dependendo de qual deles seja o referencial eleito, configura-se uma proposta pedagógica um pouco diferenciada.

Segundo Rezende (2002), a epistemologia construtivista relaciona-se com a idéia de construção, o que no planejamento de recursos didáticos informatizados pode ser traduzido na criação de ambientes de aprendizagem que permitam à construção ou ao envolvimento ativo do estudante na realização de uma tarefa, individual ou em grupo. Para isso, oferecem ferramentas e meios para

criação e manipulação de artefatos ao invés de apresentarem conceitos prontos ao estudante.

Conforme a autora, as principais características presentes na elaboração de materiais didáticos e projetos fundamentados na abordagem construtivista são: (1) a possibilidade de interatividade; (2) de simulação; (3) de interação à distância e (4) de armazenamento e organização de informações representadas de várias formas, tais como textos, vídeos, gráficos, animações e áudio.

Assim, um trabalho pedagógico realizado por computador que se baseie nos pressupostos construtivistas, poderá ser utilizado enquanto ferramenta auxiliar. Assim, é papel do professor buscar promover a aprendizagem do aluno, considerando as potencialidades e experiências anteriores, para que este possa construir o conhecimento dentro de um ambiente de desafio e motivação para a exploração, reflexão, depuração de idéias e descoberta.

#### *O Sócio-interacionismo de Vygotsky*

Lev S. Vygotsky foi um importante pesquisador que teve relevante participação e contribuição na área pedagógica. Alguns autores destacam a contribuição de Vygotsky como “teoria sócio-histórico-cultural do desenvolvimento das funções mentais superiores”, ou, em termos mais breves, “teoria histórico-cultural” (Zacharias, 2009).

Um de seus pressupostos básicos é a idéia de que o ser humano constitui-se na relação com os demais sendo a linguagem responsável pelo principal papel. Nesse sentido, a cultura compõe a natureza humana num processo histórico, que ao longo do desenvolvimento molda o funcionamento psicológico humano. Segundo Leite (1991), Vygotsky enfatiza o papel da interação social ao longo do desenvolvimento. Ao nascer, o ser humano é herdeiro de toda essa evolução filogenética e cultural, e seu desenvolvimento dar-se-á em função de características do meio social em que vive.

Com isso, para que o ser humano avance no desenvolvimento psicológico e intelectual se faz necessário a interação social. Com isso, pode-se pontuar a intervenção pedagógica constituindo uma atitude mediadora que permite que

conceitos científicos construídos culturalmente substituam os conceitos construídos no cotidiano.

Porém, para observar essa mediação, Vygotsky identificou níveis de desenvolvimento mental como:

- ✓ Zona de desenvolvimento proximal: é o conjunto de habilidades onde o sujeito pode ter sucesso se assistido por um adulto ou alguém mais experiente. É nessa região que estão as habilidades ainda em desenvolvimento pelo sujeito.
- ✓ Nível de desenvolvimento real: determinado pela capacidade do indivíduo solucionar independentemente as atividades que lhe são propostas;

A zona de Desenvolvimento proximal é uma poderosa metáfora. Isto é, a distância entre o que um aluno consegue atingir sozinho, e o que ele pode alcançar com a ajuda dos seus pares ou um professor.

Assim, Vygotsky (1978) pontua que o processo de aprendizagem está tomando uma direção para a aprendizagem em grupo ou colaborativa. Desta forma, uma rede de computadores se apresenta como uma ferramenta que pode proporcionar um ambiente colaborativo e dividir as atividades necessárias para o cumprimento das tarefas. Sistemas com essa técnica colaborativa permitem aos estudantes resolverem as atividades de maneira crítica, justificando e explicando as soluções dadas e recebidas. De acordo com Barros e Verdejo (2000), diversos métodos de intervenção pedagógica têm sido desenvolvidos para organizar a aprendizagem colaborativa, competição e cooperação.

A aplicação da teoria elaborada por Vygostky no contexto educacional requer então, que o professor reconheça a idéia da zona de desenvolvimento proximal e incentive o trabalho em coletivo, procurando potencializar o desenvolvimento cognitivo dos alunos. Pois, cada mudança cognitiva interna é devido ao efeito da interação social (Vygotsky, 1978). Além de fatores como a utilização de ambientes colaborativos de aprendizagem (uso de computadores e tecnologias associadas), podem valorizar este tipo de abordagem, criando um espaço de trabalho conjunto.

## *Teoria da Aprendizagem Significativa*

Conforme Ausubel (1960), a aprendizagem significativa ocorre quando há identificação pessoal da ligação entre os conceitos; melhor entendimento desses conceitos irá resultar das negociações próprias de significados cruzando *links* que são criados com conhecimentos prévios relevantes. Em consequência disso, o elemento mais importante da aprendizagem significativa não é somente como a informação é apresentada, mas como a nova informação é integrada dentro de um conhecimento base existente.

Segundo Moreira (1999), a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel é caracterizada pela interação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio. Nesse processo, que é não-litera e não arbitrário, o novo conhecimento proporciona significados para o aprendiz e o conhecimento prévio fica mais rico, mais diferenciado, mais elaborado em termos de significados, e adquire mais adaptação.

Assim, para o próprio Ausubel (1968), a estrutura cognitiva (ou mental) é formada pelo conteúdo total organizado das idéias do indivíduo, em uma área particular do conhecimento. A nova informação é apreendida por meio do princípio da assimilação, processo que ocorre quando essa informação, potencialmente significativa, é relacionada e assimilada pelo conceito “subsunção” (conhecimentos prévios) da estrutura cognitiva do aprendiz. E segundo Praia (2000), o desenvolvimento cognitivo é um processo dinâmico em que os novos conhecimentos estão em constante interação com os já existentes.

Para Jonassen (2000), uma maneira de os estudantes aprenderem de maneira significativa, seria através do uso do computador. Pois, aumentam a reflexão e pensamento crítico por envolver os estudantes em habilidades superiores como análises, sínteses, e avaliação.

A integração de tecnologia apropriada em sala de aula pode proporcionar impactos importantes na aprendizagem como: pensamento crítico, aprendizagem cooperativa, habilidades de comunicação, motivação e educação multicultural (Barron e Orwig, 1997). De acordo com Jonassen (2003), cinco vias podem ser apontadas como características de aprendizagem significativa através do uso do

computador, tais como: (a) construção do conhecimento; (b) conversação; (c) articulação; (d) colaboração; (e) reflexão.

Grabe e Grabe (2004), sugere ainda que a utilização de gráficos, vídeos, sons e animações em sala de aula auxiliam os estudantes a adquirir e sintetizar a informação; uma atividade que facilita a aprendizagem significativa.

Mas, ao se pensar no uso do computador, devem-se levar em consideração os subsunçores (ou conhecimentos prévios) dos usuários. Por isso, conforme Wolff, (2008) uma das etapas fundamentais na análise e criação de *softwares*, por exemplo, é a identificação de quais são os *subsunçores* necessários que cada *software* exige para a sua utilização, para com isso obter o melhor aproveitamento. Caso não se realize esta análise, o que poderá ocorrer é que um aluno venha a utilizar o programa e não consiga relacionar o conteúdo que o *software* se propõe a desenvolver, sendo desta forma em vão a utilização do mesmo.

Ou seja, se porventura não haja relação do conteúdo abordado pelo *software* com o *subsunçor* do aluno, este poderá aprender a utilizá-lo de maneira correta, conhecer os comandos e as ferramentas disponibilizados, porém não saberá interpretar e analisar os resultados, obtendo apenas uma Aprendizagem Mecânica.

Pois, conforme Vieira (2010), o uso do computador na educação tem como objetivo promover a aprendizagem dos alunos e ajudar na construção do processo de conceituação e no desenvolvimento de habilidades importantes para que ele participe da sociedade do conhecimento e não simplesmente facilitar o seu processo de aprendizagem.

Sendo assim, um *software* educacional que tenha como suporte pedagógico a Teoria da Aprendizagem Significativa pode promover um aprendizado mais eficiente ao buscar relacionar os conhecimentos previamente adquiridos pelos alunos com novos saberes disponibilizados na estrutura do programa.

Além das teorias já citadas, outras abordagens pedagógicas de cunho construtivista têm relevante importância no processo de aprendizagem. Dentre

elas podemos citar a Aprendizagem Ativa e a Aprendizagem Centrada no Estudante.

### *Aprendizagem Ativa/Colaborativa*

É o processo onde os estudantes estão engajados numa mesma atividade que os force a refletir sobre suas idéias e como as estão utilizando. Isso faz com que os estudantes avaliem seu próprio grau de entendimento e habilidade no tratamento de conceitos ou problemas em uma disciplina particular (Collins e O'Brien, 2003).

No ensino de ciências existem resultados expressivos que suportam o poder da aprendizagem em conjunto. No campo da instrução mediada por computador, por exemplo, há diversos dados que demonstram que dois ou mais estudantes que trabalham juntos no computador aprendem mais que estudantes trabalhando sozinho (Johnson, 1992). No ensino de física, estudantes geram melhores soluções para problemas trabalhando em conjunto do que individualmente (Heller; Keith, 1992). Em estudos realizados no ensino de química, estudantes em grupos de aprendizagem cooperativa retêm melhor do que estudantes que aprendem com o mesmo material em vias convencionais (Dougherty; Bower, 1995).

Com isso, através da aplicação de programas de computador, podemos esperar que o trabalho em conjunto, por meio da utilização de recursos multimídia, venha reforçar ou até mesmo facilitar o processo de aprendizagem.

### ***Aprendizagem Centrada no Estudante***

#### ***Referencial teórico-pedagógico***

É uma das abordagens de ensino baseadas na concepção construtivista na qual os estudantes têm influência de conteúdo, atividades, materiais e ritmo de aprendizagem. Este modelo coloca o aluno (aprendiz), no centro do processo de aprendizagem. O professor fornece aos alunos oportunidades para aprender de forma independente e os orienta nas habilidades que eles precisam de forma eficaz. A Aprendizagem Centrada no Estudante corretamente aplicada pode levar



a um aumento da motivação para aprender, maior retenção de conhecimentos, compreensão mais profunda e positiva para o assunto a ser ensinado (Collins e O' Brien, 2003).

De acordo com Michael e Modell (2003) algumas técnicas são utilizadas na Aprendizagem Centrada no Aluno, tais como:

- ✓ Aprendizagem baseada em problemas;
- ✓ Aprendizagem baseada em investigação;
- ✓ Aprendizagem por descoberta e re-descoberta;

Usualmente, a Aprendizagem Centrada no Estudante é baseada na hipótese de que o aprendiz tem liberdade para explorar áreas com base nos seus interesses pessoais e é acompanhado na sua busca por um apoio, um facilitador. Desta forma, não apenas obtendo maior rendimento acadêmico, mas também aumento nos valores pessoais como flexibilidade, auto-confiança e habilidades sociais (Motschnig-Pitrik e Holzinger, 2002).

Segundo House (2003), o uso das tecnologias informatizadas no processo educacional torna-se a cada vez mais presente, e integrar o uso de computadores com abordagens como Aprendizagem Centrada no Estudante podem favorecer muito mais o processo de aprendizagem.

Por isso, de acordo com Bell e Smetana (2005), ao trabalharmos com exposição de conceitos complexos e fenômenos abstratos, o uso do computador, através de simulações e softwares educacionais oferece a oportunidade de envolver os alunos em uma forma de pensamento mais crítico e desafiá-los a alcançar novas idéias.

No entanto, a aplicação destas ferramentas torna-se mais eficaz quando combinadas a abordagens como Aprendizagem Centrada no Estudante e Aprendizagem Baseada em Problemas, buscando garantir que o processo de aprendizagem possa ser organizado de maneira mais significativa, sem se reduzir a decorar os conteúdos.

Contudo, a Aprendizagem Centrada no Estudante não está isenta de algumas críticas, mas em geral tem sido vista como uma experiência positiva. Por exemplo:

Colocar os alunos no centro do processo de aprendizagem e explorar suas capacidades é tido como um passo progressista. Essas abordagens têm demonstrado que as pessoas são capazes de aprender o que é relevante de maneira adequada. (Edwards, 2001)

Com isso, nos apoiamos nesta abordagem teórico-pedagógica como referencial para a construção do nosso *Software*, pois, um dos objetivos é gerar uma ferramenta que seja auxiliar a prática docente. E, acreditamos que através da utilização do *software* o aluno estará no centro do processo de aprendizagem, podendo ter ou não o professor como agente facilitador neste processo. Ao permitir o aluno explorar seus conhecimentos, os conteúdos da imunologia poderão ser mais bem armazenados e posteriormente lembrados com mais facilidade.

## 1.6 INFORMÁTICA EDUCATIVA NO BRASIL

---

### *Um breve histórico*

Já reportamos anteriormente a importância do uso e aplicação da informática no processo educativo. Entretanto, procuramos levantar quando se iniciaram os primeiros eventos de mobilização política para a implantação de recursos de informática no contexto educacional. E segundo registros, observamos que os primeiros passos em direção à inserção da informática educativa datam da década de 70.

Segundo os dados apresentados no quadro 2, as primeiras discussões sobre o uso da informática na educação ocorreram na década de 70. Mas, só no início da década de 80, com o I Seminário de Informática na Educação, o Brasil começava a caminhar em direção à inserção do computador nas escolas. Desde então, a escola vem tentando se adaptar às mudanças advindas da constante

evolução tecnológica que “não se restringe ao uso de novos produtos ou equipamentos”, mas também “altera comportamentos, formas de comunicação e aquisição de conhecimentos” (Kenski, 2006).

O quadro 2, demonstra resumidamente os eventos que marcaram o processo de informatização da educação no Brasil, desde as suas primeiras iniciativas até os dias atuais.

<b>Período</b>	<b>Eventos</b>
<b>1970</b>	Seminário na Universidade de São Paulo (USP). Discussão do uso de computadores para o ensino de física.
<b>1973</b>	UFRJ e Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde (Nutes) Aplicação da informática na disciplina de química, através do desenvolvimento de simulações.
<b>1975</b>	Apresentação do documento “Introdução de Computadores nas Escolas de 2º Grau”. Unicamp
<b>1976</b>	Primeira aplicação da linguagem de programação Logo na Unicamp.
<b>1977</b>	Projeto Logo passou a envolver crianças sob a coordenação de dois mestrandos em computação da Unicamp.
<b>1980</b>	UFRGS iniciou projetos de exploração da potencialidade do computador com a linguagem Logo, baseado nas teorias de Piaget.
<b>1981</b>	I Seminário Nacional de Informática na Educação (UNB). Implantação de projetos-piloto em universidades; política nacional de informatização da educação.
<b>1982</b>	II Seminário Nacional de Informática na Educação. Computador na escola como um recurso auxiliar ao processo educacional e deveria atender a outras modalidades de ensino.
<b>1983</b>	Projeto Educom: proposta interdisciplinar para implantação no desenvolvimento de pesquisas em informática educativa.
<b>1987</b>	Projeto Formar (Unicamp): capacitação de professores; colaboração de do Projeto Educon.
<b>1988</b>	Primeira cooperação técnica internacional financiada pela OEA. Projeto de Informática Educativa na Área de Educação básica.
<b>1989</b>	Proninfe: Programa Nacional de Informática Educativa – visando apoiar o desenvolvimento e a utilização da informática em todos os níveis de ensino e na educação especial.

<b>1993</b>	Lançamento do livro <i>Educom e Projeto Educom: realizações e produtos</i> . Descrição da história do projeto e resultados alcançados desde sua implantação.
<b>1996</b>	Criação da Secretaria de Educação a Distância (SEED) e realizada a III Reunião Extraordinária do Conselho Nacional de Secretário da Educação (CONSED). Extinta em 2011
<b>1997</b>	Programa Nacional de Informática na Educação, o PROINFO, cujo objetivo era inserir as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) nas escolas públicas de nível fundamental e médio.
<b>1999</b>	Instalação de 100 mil computadores em 16 mil escolas públicas de ensino básico pelo PROINFO. Criação do RIVED: Rede Interativa Virtual de Ensino à Distância (MEC). Extinto em 2007
<b>2002</b>	Criação Fundação Cecierj – transformação para centro de ciências e educação superior à distância do estado do rio de janeiro - fundação cecierj/Cederj
<b>2004</b>	Projeto CID: Centros de Inclusão Digital. Parcerias de órgãos públicos, universidades e ONGs, beneficiando comunidades e alunos de baixa renda.
<b>2005</b>	Criação da UAB: Expansão pública da educação superior, considerando os processos de democratização e acesso; Aperfeiçoamento das instituições de ensino superior, possibilitando sua expansão em consonância com as propostas educacionais dos estados e municípios; Estímulo à investigação em educação superior a distância no País;
<b>2007</b>	Projeto UCA: Um computador por aluno. Distribuições de computadores portáteis para alunos da rede pública de ensino (MEC)
<b>2008</b>	Portal do professor em parceria com o Ministério da Ciência e Tecnologia tem como objetivo apoiar os processos de formação dos professores brasileiros e enriquecer a sua prática pedagógica. Banco Internacional de Objetos Educacionais: possui objetos educacionais de acesso público, em vários formatos e para todos os níveis de ensino.
<b>2009</b>	Projeto: Computador portátil para professores da rede de ensino pública
<b>2010</b>	Projeto Banda Larga nas Escolas: Laboratórios de informática e instalação de banda larga em escolas da rede pública.

QUADRO 2. EVENTOS QUE MARCARAM A INFORMÁTICA EDUCATIVA NO PAÍS.  
 FONTE: ADAPTADO DE OLIVEIRA *ET AL.*, (2001), BASSANI *ET AL.*, (2006) E COSTA, (2010)

Como observado, desde a década de 1970, há uma preocupação com a capacitação tecnológica e a formação de recursos humanos em prol do desenvolvimento tecnológico e o conhecimento científico a fim inserir o Brasil no contexto da informática educativa.

Todavia, a questão maior é saber se com a presença de computadores e recursos da informática no ensino e a implantação de uma política específica para a sua utilização, poderemos presenciar o fim da crise dos paradigmas educacionais com a preponderância de um novo modelo, mais dinâmico e adaptado à realidade atual, capaz principalmente de vencer a fragmentação curricular.

Pois, segundo Valente (1993), o computador pode ser utilizado como um catalisador de uma mudança do paradigma educacional. Um novo paradigma que promove a aprendizagem ao invés do ensino.

Entretanto, conferir a aplicação do computador como centro de uma “nova pedagogia” seria desvirtuar o caminho que se têm buscado com a inserção da informática no processo ensino-aprendizagem, pois a idéia é utilizar o computador como agente facilitador de um processo educativo e não como ferramenta principal deste contexto. Porém, é relevante abordar que a introdução da informática na esfera educacional pode permitir mudanças significativas e apresentar novas abordagens para a relação educação-sociedade (Abranches, 2000).

Ao que tudo indica, e segundo os esforços de implantação de políticas educacionais, a tendência será cada vez mais, a informática e seus recursos estarem presentes no cenário educacional.

Após realizarmos este levantamento e termos observado tantos programas educacionais existentes no contexto educacional, esperávamos encontrar um número relevante de recursos de informática em especial recursos multimídia para o ensino de ciências desenvolvidos no país e disponível para o acesso dos estudantes.

Para isso, fizemos uma busca na internet para verificar se tais recursos existiam e se estavam disponíveis.

Dos vários aspectos que nos motivou a desenvolver esse projeto, podemos citar que o mais importante é a dificuldade que os alunos encontram na compreensão dos conceitos ensinados na disciplina imunologia dada sua abstração.

Simulações de experimentação como aulas práticas têm sido consideradas bastante importantes e eficazes (Souza; Souza, 2001). Esta característica pode ser atribuída ao fato de que aulas práticas possuem a vantagem de, através da introdução de um problema, promover entre os alunos uma interação mais rica e motivadora, podendo despertar o interesse, além de fornecer a informação (Pais, 2000).

Entretanto, muitas dessas aulas práticas necessitam de eutanásia e vivissecção de animais de laboratório, questões que vêm sendo exaustivamente debatidas em todo o mundo (Bachinski, 2009). Existem profundas discussões sobre os aspectos éticos a respeito do uso de animais vivos, seja na pesquisa, na indústria, no ensino, no abate para alimentação ou em quaisquer outros campos da atividade humana (Gomes, 2009).

Com isso, algumas instituições e cursos de ciências biológicas e biomédicas de várias partes do mundo têm buscado alternativas ao uso de animais em aulas práticas. Universidades de países como EUA, Canadá, Alemanha e Itália são exemplos (Diniz; Duarte, 2006). No âmbito do ensino, os animais têm sido substituídos por metodologias alternativas (*softwares* e simulações), e se tem observado boa aceitação e bons resultados ao aprendizado (Balcombe, 2000).

Todavia, se faz necessário destacar também a importância do uso consciente de animais na instrumentação, pesquisa e ensino.

Segundo Giridharan *et al.*,(2000) nos últimos 100 anos, a medicina alcançou consideráveis avanços na área da saúde, graças ao uso de pesquisas com animais, tais como: desenvolvimento de novos tratamentos para doenças; preparação de produtos naturais usados na pesquisa médica; testes de

segurança para produtos químicos e drogas; estudos de desordens genéticas; desenvolvimento de diagnósticos para tratamento de doenças.

Desta forma, não podemos esquecer as contribuições que o uso de animais na pesquisa tem proporcionado ao bem-estar da humanidade e também aos próprios animais. O que deve ser ponderado são o uso consciente e o bom senso, prevalecendo sempre o respeito e a ética.

Contudo, a proposta de desenvolver métodos alternativos ao uso de animais tem como objetivo oferecer oportunidades aos estudantes que não tem acesso à prática real ou em situações onde tais práticas possam ser substituídas sem maiores prejuízos.

Além disso, essas metodologias como *softwares* e simulações tem características positivas. Pois, permitem a repetição dos experimentos e a economia de tempo, visto que não é necessário tempo para a preparação e organização como acontece nos métodos tradicionais (Predavec, 2001).

Diante dessas pontuações, estratégias alternativas se apresentam como ferramentas úteis para o processo de ensino-aprendizagem.

Entretanto, nem sempre há estruturas disponíveis para estas alternativas às práticas nas instituições de ensino. Castro & Alves (2003) aborda esta problemática em um estudo sobre o número de instituições com laboratórios ou salas de informática no Estado do Rio de Janeiro.

Neste estudo pôde-se observar que 32% das unidades escolares estaduais e 83% das unidades escolares municipais de Niterói possuíam laboratório de informática. Até então, este município encontra-se razoavelmente amparado neste quesito, quando comparado às instituições estaduais. Outros Estados brasileiros, como São Paulo, por exemplo, 48% das escolas estaduais e 34% das municipais possuíam laboratórios de informática, no Espírito Santo 6% das estaduais e 5% das municipais, em Minas Gerais 23% das estaduais e 5% das municipais, no Pará 8% das estaduais e 1,5% das municipais e o Estado do Rio de Janeiro com apenas 28% das estaduais e 12% das municipais possuindo laboratórios de informática, dados coletados do INEP (2003).

Dados nacionais mostram resultados ainda mais críticos. Dentre todas as escolas públicas brasileiras, apenas 21% possuem laboratórios de informática (INEP, 2008), e há falta de dados disponíveis sobre seu uso. Poucos estudos estão disponíveis sobre o uso de computadores na educação brasileira, apesar disso, um trabalho em especial sugere que laboratórios de informática são geralmente subutilizadas (Castro e Alves, 2007).

Apesar dos números, a tendência esperada é a ampliação de recursos de informática nas escolas, como exemplificado por alguns programas no quadro 2 após o ano de 2003 até 2010. Por isso, as instituições de ensino estão buscando se adequar às novas tecnologias de informática, visto que este é um caminho irreversível no processo do ensino. Pois, segundo Fidalgo-Neto (2009), em um contexto educacional, os computadores podem ser ferramentas úteis para pesquisa de informações, análise e armazenamento de dados, e podem ajudar a proporcionar um ambiente atrativo de aprendizagem. Além disso, podem proporcionar um ambiente colaborativo permitindo visualizar eventos abstratos através de recursos multimídia como animações e vídeos, o que antes eram difíceis sem o auxílio do computador.

Mas, até o momento, tem havido uma série de discussões sobre as vantagens e desvantagens dessas ferramentas tecnológicas e os contextos em que foram utilizados (Hoffler e Leutner, 2007). Contudo, a percepção atual é que a inserção da informática no contexto educacional seja um caminho irreversível, apesar das disparidades entre as opiniões envolvendo o uso do computador e seus recursos em prol do ensino.

Por isso, nosso trabalho se propôs a desenvolver e avaliar uma ferramenta que possa, não apenas acompanhar os avanços da informática no ensino, mas também auxiliar alunos e docentes no ensino da disciplina imunologia, buscando assim seguir a tendência educacional.

Esperamos com o desenvolvimento deste *software*, contribuir para o ensino da disciplina imunologia básica e disponibilizar de maneira livre um produto educacional condizente às necessidades dos alunos e docentes da respectiva disciplina.



## 2. OBJETIVOS

---

### 2.1. OBJETIVO GERAL

---

Este estudo tem como objetivo desenvolver e avaliar um *software* educacional para o ensino da disciplina imunologia básica direcionado a alunos de graduação e pós-graduação em ciências biomédicas e biológicas.

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

---

- ✓ Desenvolver um *software* educacional para o ensino da disciplina imunologia básica;
- ✓ Testar o *software* com alunos de um curso de pós-graduação *lato sensu* e professores da disciplina imunologia.
- ✓ Avaliar a usabilidade, receptividade, afetividade e organização do *software* e seu conteúdo com alunos e professores de imunologia por meio de questionários;

### 3. METODOLOGIA

---

#### 3.1 DESENVOLVIMENTO DE UM SOFTWARE EDUCACIONAL

---

O presente trabalho visa o desenvolvimento de um *software* educacional para o ensino de imunologia básica nas áreas de graduação e pós-graduação em ciências biomédicas e biológicas.

Segundo Sancho (1998), um *software* educacional caracteriza-se como um conjunto de recursos de informática projetados para serem aplicados em contextos de ensino e de aprendizagem. Tais programas abrangem finalidades muito diversas que podem ir da aquisição de conceitos até o desenvolvimento de habilidades básicas ou resolução de problemas.

De acordo com Oliveira *et al.* (2001), são apontados alguns parâmetros que distinguem um *software* "não-educacional" de um *software* educacional:

- ✓ Fundamentação pedagógica;
- ✓ Conteúdo temático;
- ✓ Interação aluno/*software*/professor.

Por isso, a elaboração das etapas do desenvolvimento de um *software* educacional são fatores determinantes para a concretização de um produto de qualidade. Pois, de acordo com Campos *et al.* (1998), os *softwares* educacionais exigem testes e padrões para atingir níveis de alta qualidade.

As características diferenciadas dos *softwares* educacionais necessitam da utilização de uma equipe multidisciplinar. Além de um programador, a equipe deve contar com um *designer*, um profissional em pedagogia e educação, além de professores e alunos participantes nos testes e avaliação do *software*.

Na literatura, estão divulgadas várias metodologias no que tange às etapas de desenvolvimento de *softwares* educacionais, tais como apresentadas por Johnson (1992), Vaughan (1994), Oliveira *et al.* (2001), Bassani *et al.* (2006) e Costa (2010). Todas estas metodologias contemplam fases similares, embora com diferentes denominações e ênfases. Com base nos referenciais encontrados

nos artigos acima, estruturamos os módulos da metodologia a ser seguida no desenvolvimento do nosso *software* educacional. A figura 1 demonstra esquematicamente as etapas de produção do programa.



FIGURA 1. ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DE UM SOFTWARE EDUCACIONAL.  
FONTE: ADAPTADO DE OLIVEIRA *ET AL.*, (2001), BASSANI *ET AL.*, (2006) E COSTA, (2010)

---

### 3.1.1 ESCOLHA DO CONTEÚDO

---

O conteúdo teórico da disciplina imunologia nas grades curriculares é muito extenso. Contudo, existem temas iniciais e fundamentais para a compreensão da resposta imunológica. Sendo assim, optamos por dois temas centrais dentro deste conteúdo para desenvolver o *software*.

- 1 – Órgãos e tecidos linfóides:** Tema inicial e fundamental para a compreensão da resposta imunológica;
- 2 – Inflamação:** Tema complexo que envolve vários conceitos da resposta imunológica;

---

### 3.1.2 ROTEIRO

---

A planificação na produção do *software* significa basicamente a elaboração do roteiro. Segundo Vargas *et al.*, (2007), *storyboard* ou roteiro, destina-se a determinar o conteúdo que será apresentado em cada uma das páginas e criar alguns vínculos simples que possibilitem a navegação entre elas. É o instrumento no qual a equipe pode se guiar para produzir os módulos do *software*, pois o roteiro oferece uma estrutura e visualização global para a aplicação educacional, permitindo ao desenvolvedor e sua equipe ter uma idéia abrangente dos quesitos instrucionais.

Costa (2010) apresenta alguns passos para a elaboração de um roteiro no desenvolvimento de um *software* educacional que seriam:

- ✓ Elaboração de um resumo descritivo da aplicação;  
Aqui descrevemos de forma sintetizada como seria o *software*. Ou seja, o módulo “órgãos e tecidos linfoides” foi desenvolvido com base em uma aula prática de laboratório. E o módulo “Inflamação” foi elaborado com base em eventos hipotéticos após um dano tecidual e entrada ou não de microrganismo no corpo. Nestes módulos optamos por criar animações que pudessem representar estes eventos.
  
- ✓ Pesquisa e seleção dos conteúdos;  
Para elaborar e desenvolver o *software* foi necessário embasamento teórico. Para isso, buscamos suporte em livros-texto de imunologia e artigos publicados em revistas científicas renomadas. Uma importante característica do *software* foi procurar acrescentar informações atualizadas acerca dos temas abordados. Destacamos no quadro 3 os livros-texto de imunologia utilizados para consulta aos temas abordados no *software* e conteúdo presente.

---

Livros/ Capítulos	Imunobiologia – Janeway	Imunologia - Kuby	Imunologia Essencial - Roitt
	Introdução à Imunobiologia e à Imunidade Inata	Introdução à Imunologia	Imunidade Inata

Reconhecimento do Antígeno	Produção das Respostas de Células B e Células T	Resposta imune adquirida
Desenvolvimento de Repertórios dos Receptores dos Linfócitos Maduros	Mecanismos Efetores Imunes	Anatomia da resposta imune
Resposta Imune Adaptativa	O Sistema Imune na Saúde e na Doença	Estratégias durante a infecção
Sistema Imune na Saúde e na Doença		Imunodeficiências
Origens das Respostas Imunes		Doenças auto-imunes

QUADRO 3. LIVROS-TEXTO USADOS COMO SUPORTE TEÓRICO.  
 FONTE: JANEWAY ET AL. (2005), GOLDSBY ET AL. (2000), DELVES ET AL., (2006)

Além dos livros-texto citados acima, outras fontes como artigos de revistas especializadas da área de imunologia e livros-texto: Tratado de Fisiologia Médica (Hall e Guyton, 2006) e Pathologic Basis of Diseases (Kumar; Abbas, 2005) foram importantes no auxílio dos conteúdos temáticos para o desenvolvimento do nosso software.

- ✓ Organização da informação e representação da estrutura da aplicação, desenho da interface;  
 Nesta fase, o objetivo é projetar o aspecto visual da interface ou *layout* e a elaboração da interação entre interface/usuário.  
 É a etapa onde pensamos inserir interatividade com o intuito de proporcionar ao estudante a possibilidade de trabalhar com o programa e não apenas ser um agente passivo. Além disso, características como cores, botões de navegação, ícone de ajuda (*help*), legendas e áudio foram decididas e inseridas nesta fase de desenvolvimento.

### 3.1.3 PROTÓTIPO

Após a esquematização do roteiro, a próxima fase é onde o *software* começa se estruturar, ou seja, a etapa na qual poderá ser visualizada a primeira versão ou protótipo. É nesta fase do processo de desenvolvimento de um

*software* educacional que a equipe despende mais tempo e trabalho, pois, para se chegar a um produto final de qualidade, inúmeros protótipos serão desenvolvidos.

O protótipo é uma versão do programa que após ser desenvolvido será submetida à análise de conteúdo e erros de programação. A figura 2 mostra o protótipo da primeira versão da abertura do *software*. A disposição central dos botões na página e as cores foram algumas características que influenciaram na mudança para os próximos protótipos.

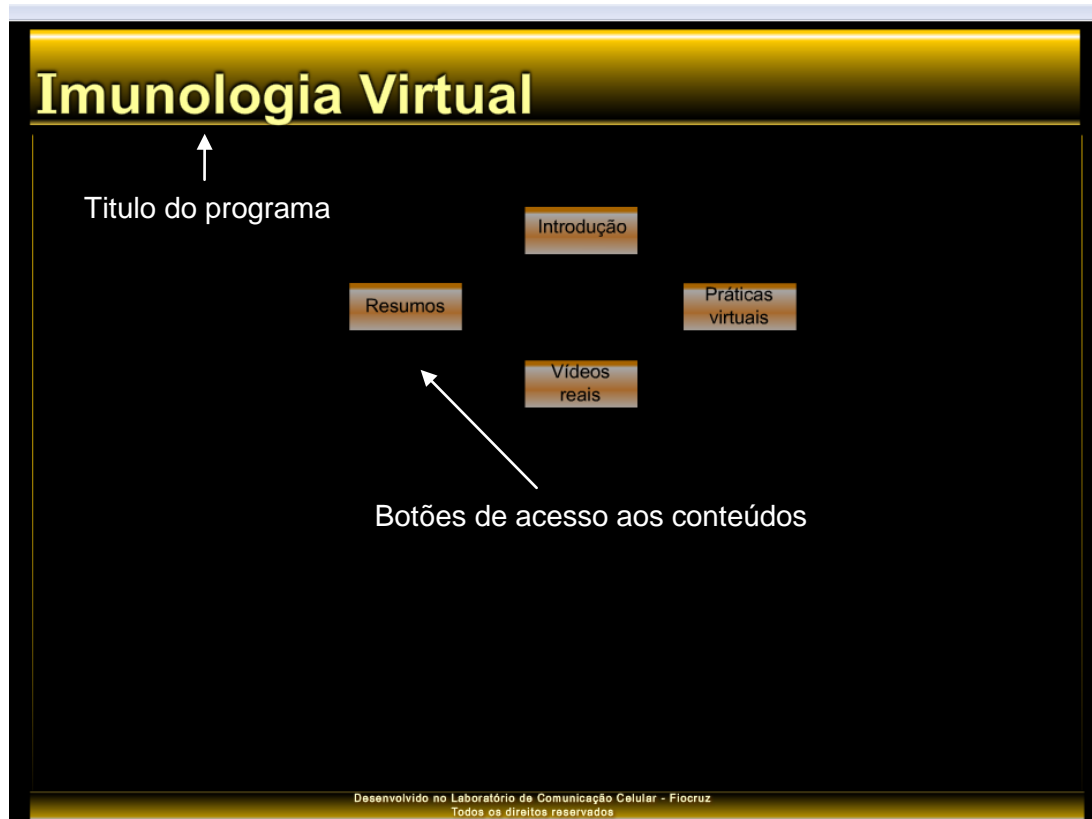


FIGURA 2. PRIMEIRO PROTÓTIPO DO SOFTWARE.

### 3.2 VALIDAÇÃO

---

Segundo Borges (1998), uma validação criteriosa de um *software* educacional é fundamental para verificação de sua qualidade, antes de disponibilizado aos usuários finais. A validação do nosso *software* foi realizada com profissionais da área de *webdesigner* e desenvolvimento de *software*, alunos de Iniciação Científica do Laboratório de Comunicação Celular (LCC) do Instituto

Oswaldo Cruz (IOC-Fiocruz) e do curso técnico em Biotecnologia do Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ), além de professores da disciplina Imunologia.

### 3.3 AVALIAÇÃO

---

Após a validação do *software*, o próximo passo foi avaliar seu conteúdo e os critérios de usabilidade, afetividade, receptividade e organização da interface desta ferramenta para o ensino de imunologia.

Cabe, então, definir os critérios avaliados;

- ✓ **Usabilidade:** Fator fundamental para o sucesso de um software ou website (Nielsen e Tahir, 2001). Busca-se verificar se os mecanismos de interação do software são facilmente identificáveis, se sua utilização é intuitiva, dispensando na maior parte do tempo o uso de um manual/sistema de ajuda.
- ✓ **Afetividade:** Alguns trabalhos têm encontrado apontando que cognição e afetividade juntas guiam o comportamento racional, memória e criatividade (Picard; Papert, 2004). Por isso, é importante que uma interface explore a afetividade na interação com os usuários. Para identificar a presença desta característica, deve-se questionar a existência de componentes que explorem o reconhecimento ou expressão de estados afetivos, por exemplo, através de personagens animados.
- ✓ **Receptividade:** É importante em um *software* educacional que favoreça uma interação imediata do usuário com o a interface, sendo, portanto, receptivo. Há sempre, no mínimo, duas partes envolvidas em um evento comunicativo: o emissor (software) e o receptor, alvo da comunicação, (usuários). Desta forma, quanto melhor a receptividade de um *software*, maior a propensão à sua utilização e à possibilidade de aprendizagem (Morais, 2003).
- ✓ **Organização:** Na concepção de softwares educativos, para que as instruções e conteúdos apresentados em uma tela possam ser

visualizados com facilidade, a organização de seus itens deve estar em uma ordem que reflita a importância relativa de cada um. Ademais, uma boa organização permite que os estudantes mantenham seu foco nos objetos de estudo e não precisem despende qualquer esforço para se localizar no software (Reategui, 2008)

### **Local de estudo**

A avaliação foi realizada no Laboratório de Informática do Instituto Oswaldo Cruz (IOC) com alunos matriculados na disciplina Atualizações em Imunologia do curso de Pós-graduação *Lato Sensu* Ensino em Biociências e Saúde do Instituto Oswaldo Cruz.

### **Amostra**

36 alunos participaram da avaliação dos módulos deste *software*. A amostra era bem heterogênea, constituída por: 21 professores de ensino de Ciências e Biologia da rede Estadual e Municipal do Rio de Janeiro, além de oito (8) alunos recém-formados em Licenciatura em Biologia, quatro (4) alunos formados em Farmácia, dois (2) formados em Física e uma (1) em jornalismo.

A média de tempo de magistério dos 21 professores de Biologia ou Ciências era entre cinco e seis anos. Os recém-formados em Biologia também já exerciam atividade docente há dois anos ou mais.

---

### **3.3.1 AVALIAÇÃO DO CONTEÚDO**

---

Para verificar se o nosso *software* seria eficaz quanto aos quesitos analisados relacionados à disciplina imunologia básica foram realizados dois testes. Um pré-teste e um pós-teste. (Apêndice)

Pré-teste: Consistia em um questionário com oito (8) perguntas de múltipla escolha sobre o tema a ser avaliado. Nesta fase de avaliação os estudantes respondiam as questões com seu próprio conhecimento de imunologia. Foi dado um tempo de 15 a 20 minutos para que pudessem responder as questões individualmente e sem consulta a nenhum material didático.



Após o término do pré-teste os questionários foram recolhidos e então iniciados os trabalhos com o *software*. Os alunos tiveram de 45 minutos a 1 hora para explorar o *software*, observar suas características e conteúdo. Quaisquer dúvidas em relação à manipulação do programa foram prontamente esclarecidas pelo monitor presente na sala.

Ao final deste tempo, foi pedido que fechassem o *software* e iniciou-se a segunda fase de testes: o pós-teste.

As questões presentes no pós-teste eram idênticas as do pré-teste, contudo isso não foi informado aos alunos. Assim pudemos verificar quais conhecimentos os alunos tinham antes e comparar com a aquisição após o uso do *software*.

Para evitar problemas na comparação da análise dos resultados, identificamos por números os questionários pré e pós-teste, preservando o anonimato dos alunos.

---

### 3.3.2 AVALIAÇÃO DO SOFTWARE

---

Além da análise de conteúdo, realizamos uma avaliação para analisarmos as características do *software*, como: afetividade, receptividade usabilidade e organização. Este questionário (Apêndice) era composto por 14 afirmativas e possuía cinco (5) opções de resposta que variavam de Concordo Totalmente a Discordo Totalmente, segundo o padrão da Escala de *Likert* – geralmente utilizada em pesquisas de opinião.

Além das afirmativas, este questionário possuía um espaço aberto a críticas e sugestões relacionadas ao *software*.

Buscando conhecer um pouco sobre o perfil dos estudantes que estavam participando deste estudo, inserimos algumas questões de cunho socioeconômico. Por tratar-se de um estudo na área de informática, analisamos também os conhecimentos básicos de informática dos participantes. Assim, junto

ao questionário de avaliação do *software*, acrescentamos questões arguindo sobre informática básica.

### 3.4 FERRAMENTAS DE DESENVOLVIMENTO

---

Ao pensar no desenvolvimento de um *software*, jogo, ou qualquer outro programa de computador, deve-se ter em mente que serão necessárias ferramentas específicas para a construção destes programas. Para tal, existem diversas ferramentas de desenvolvimento com os mais variados propósitos. Com isso, antes de iniciar o projeto alguns cuidados devem ser tomados, tais como: facilidade de uso da ferramenta, formato de arquivo, capacidade de adaptação em vários sistemas operacionais e principalmente tamanho final do arquivo.

Atualmente estão disponíveis no mercado diversos programas para desenvolvimento de *softwares* com as mais diferentes linguagens de programação como: Java<sup>®</sup>, C++, Python, SQL, além de programas em 3D como: 3D Studio Max<sup>®</sup>, Blender<sup>®</sup>, Maya<sup>®</sup>, dentre outros.

Mas, uma poderosa ferramenta tem ganhado cada vez mais espaço no que diz respeito ao desenvolvimento de *softwares*, jogos, propagandas animadas (banners) e web sites: o Adobe<sup>®</sup> Flash<sup>®</sup>.

#### *Uma breve história do Flash*

Inicialmente criado como um *software* para gráficos vetoriais, apesar de suportar imagens *bitmap* e vídeos, o Flash é normalmente usado para a criação de animações interativas para *web sites*.

Porém, foi em meados da década de 1990 que a *Futurewave* recebeu inúmeros pedidos de usuários para a criação de um *software* voltado para a criação de animações. Com a popularização da *Internet*, esse novo meio se transformou rapidamente num novo e riquíssimo campo de possibilidades para as animações. Assim, a *Futurewave* decidiu aprimorar seu programa chamado

*Smartsketch* para usar Java e *renderizar* (método pelo qual se pode obter o produto final de um processamento digital qualquer) um *player* de *Internet* e recebeu nome de *Cellanimator*. Para que não se confundisse o novo programa com um mero criador de *cartoons*, o seu nome foi modificado para *future Splash Animator*. Já em 1996, a *Macromedia* uniu-se a *Futurewave* comprando a empresa. A *Macromedia*, então, mudou o nome do sistema para Flash 1.0.

Quase nove anos depois (2005) a *Adobe Systems* compra a *Macromedia* e em 2007 é finalmente lançado para o público o *Adobe Flash CS3*. Integrando a Suíte 3 e dando compatibilidade total com os programas produzidos pela Adobe.

Os arquivos gerados por essa plataforma são normalmente chamados de flash e resumidos a animação em si mesma. Possuem extensão *SWF* (*Shock Wave Flash*). A grande vantagem é que o Flash não se limita apenas a isso; nas versões mais atuais (após 1999), a *Macromedia* transformou a ferramenta num verdadeiro desenvolvedor de aplicações completas. Esse conjunto de modificações gerou a linguagem *ActionScript* que levou para o Flash inúmeros recursos de uma linguagem de programação como variáveis, expressões, operadores diversos, dentre outros. Isso tornou muito mais rápido e simples a criação dessas aplicações, oferecendo recursos muito robustos.

A linguagem Flash (*ActionScript*) pode ser utilizada para criar aplicações das mais diversas ou criar efeitos visuais arrebatadores através dos códigos de programação, tornando mais leves (em relação ao tamanho de arquivo) e suaves esses efeitos. Os painéis de programação dentro do Adobe Flash possuem orientações para escrever os códigos, facilitando tremendamente a utilização e o entendimento da linguagem. No entanto, ainda é necessário ter um conhecimento prévio de programação para manipular e se familiarizar com a linguagem Flash.

Com o oferecimento de conexões cada vez mais rápidas e com a popularização dessas conexões, a Internet se abrirá para a criatividade gráfica dos profissionais e se tornará num excelente meio de utilização de aplicativos e linguagem de alta qualidade gráfica (Felipe, 2010)

Por essas características, optamos pela escolha da plataforma de desenvolvimento Adobe® Flash® e trabalhamos com as versões CS3 e CS4. A figura 3 demonstra a interface do *software*, ferramentas e instrumentos de desenvolvimento.

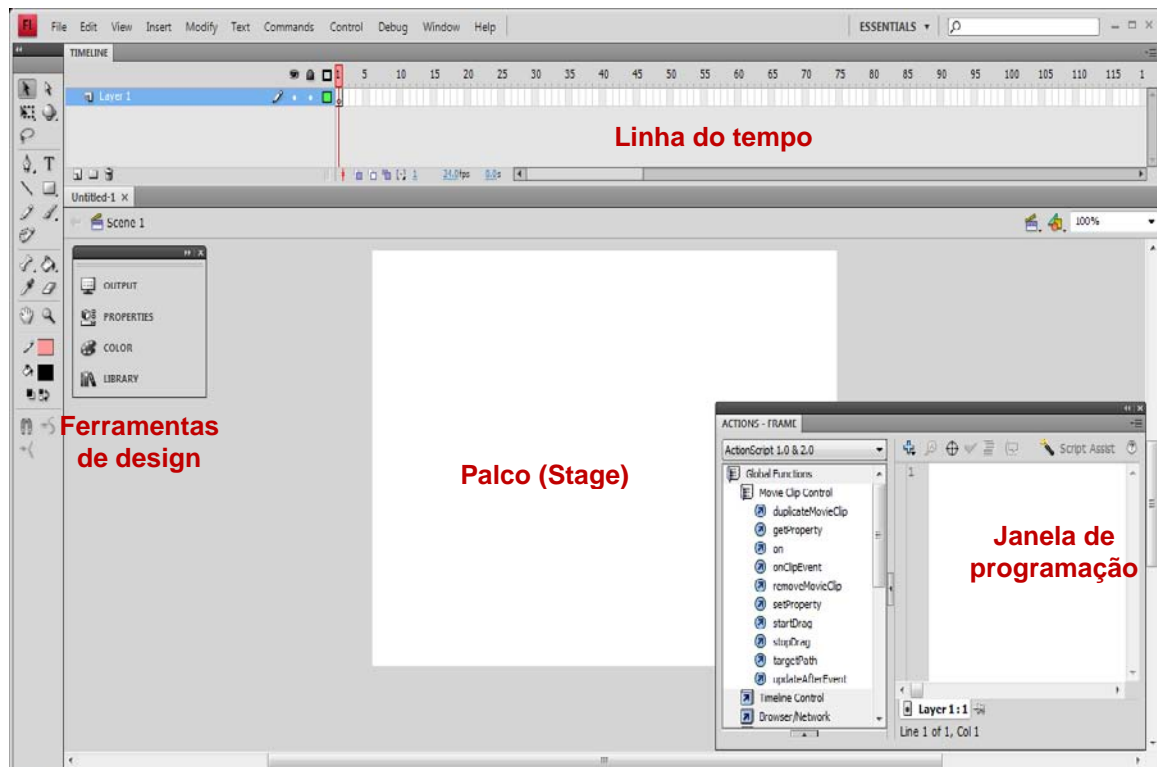


FIGURA 3. INTERFACE DO PROGRAMA ADOBE FLASH CS3

Além da plataforma de desenvolvimento Adobe® Flash®, outros programas foram necessários para complementação do *software*.

- ✓ **Adobe® Photoshop®** – *software* de edição de fotos e imagens nos mais diversos formatos de arquivos. Sua utilização foi necessária para manipulação de imagens e fotos.
- ✓ **Inkscape®** – utiliza o método vetorial gerando imagens a partir de um caminho de pontos definindo suas coordenadas. Imagens vetoriais têm maior aplicação em desenho técnico ou artístico e são, geralmente, mais leves e não perdem a qualidade ao sofrer transformações.

*Desenvolvimento de imagens, cores e formas*

Um fator importante a se considerar é que não houve nenhuma preferência específica para a escolha das cores das imagens presentes no software. Foram opções arbitrárias para que pudéssemos distinguir melhor as estruturas e os esquemas desenhados. Não há nenhuma correlação entre as cores presentes nas imagens com as estruturas reais. No entanto, padronizamos as cores para as mesmas estruturas, células e tecidos esquematizados no software.

Tendo em vista que este *software* é o início de um projeto maior, estamos, desde já, selecionando e padronizando as cores e formas para que os usuários possam se adaptar e reconhecer as imagens mais facilmente.

---

### 3.4.1 CONFIGURAÇÕES DO SISTEMA

---

A construção do *software* “Imunologia. Então é assim!?” foi realizada praticamente através do uso de um computador pessoal. Devido ao fato de trabalharmos com programas robustos para *webdesigners*, uma configuração mínima precisou ser respeitada.

#### *Configuração de hardware/software*

Processador – Intel Pentium Dual Core T4300 (1M Cache, 2.10 GHz, 800 MHz FSB)

Disco Rígido – 160 Gigabytes

Memória física – 2 Gigabytes

Sistema operacional – Windows XP Profissional

## 4. RESULTADOS

### 4.1 SOFTWARE IMUNOLOGIA VIRTUAL – ENTÃO É ASSIM?!?

A interface de apresentação do *software* estará organizada em:

- ✓ Título do *software* – *Imunologia Virtual: Então é assim?!?*;
- ✓ Texto de abertura;
- ✓ Ícones com os módulos desenvolvidos;

A padronização dos ícones, além dos textos e legendas foi mantida em toda interface do *software*. A fim de construir uma interface agradável optamos por utilizar cores que facilitassem o processo de visualização em todas as etapas, evitando “sobrecarregar” a página e confundir o usuário.

A figura 4 apresenta a futura interface de abertura do *software*, título do programa, botões dos módulos desenvolvidos e um texto de boas vindas.

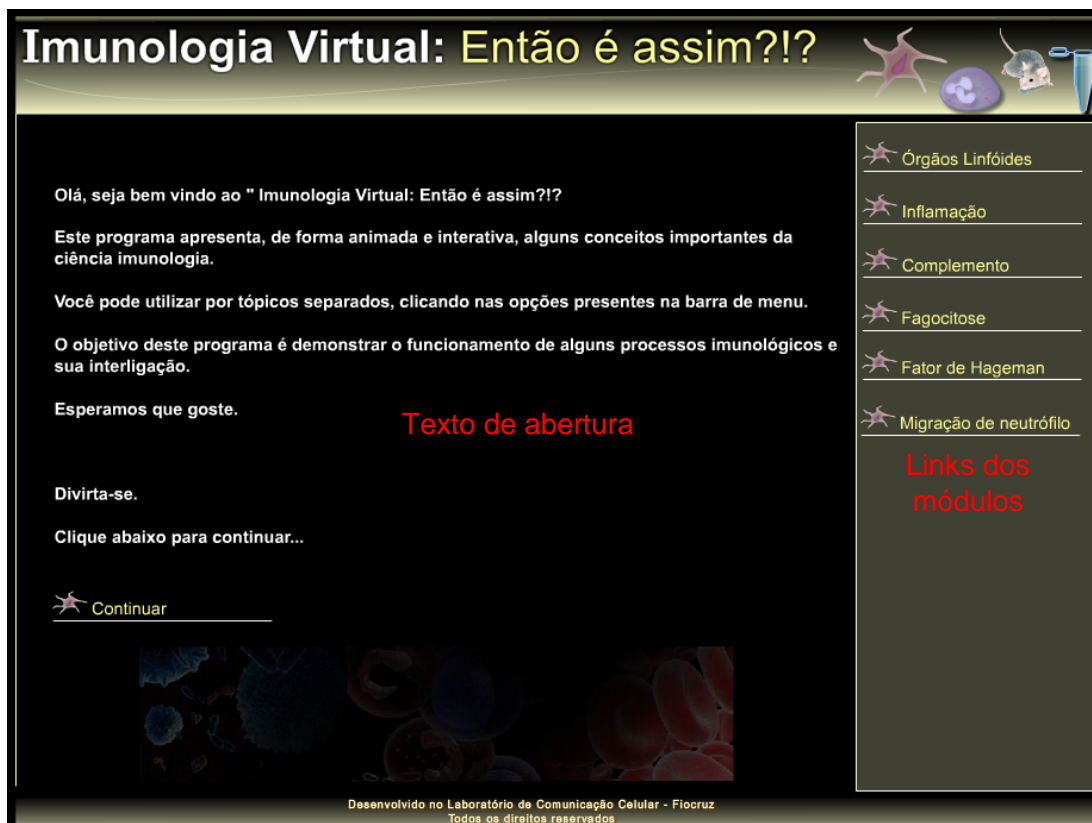


FIGURA 4. INTERFACE INICIAL DO SOFTWARE "IMUNOLOGIA VIRTUAL. ENTÃO É ASSIM?!?"

A escolha do Título do software não foi aleatória. O nome *“Imunologia Virtual. Então é Assim?!?”* foi inspirado e baseado no livro de aulas práticas chamado: *“Práticas em Imunologia. Então é Assim?!?”* que está sendo desenvolvido no Laboratório de Comunicação Celular – LCC e encontra-se em fase final de revisão. Portanto, a ideia é que este software possa complementar o livro, junto aos demais módulos desenvolvidos futuramente.

#### 4.2 MÓDULO: ÓRGÃOS E TECIDOS LINFOIDES

---

Como já abordado, é de extrema importância que o aluno compreenda as funções dos órgãos e tecidos linfoides, pois, trata-se do “ponto de partida” do ensino da imunologia básica.

Os órgãos linfoides têm participação essencial no processo da resposta imune e na defesa do organismo contra agentes infecciosos. As respostas imunes primárias são iniciadas em órgãos linfoides secundários que incluem: baço, linfonodos regionais, Placas de Peyer, tonsilas e tecidos linfoides associado ao trato nasal (NALT).

Esses tecidos estão situados estrategicamente ao longo do corpo, locais mais prováveis onde patógenos e antígenos são encontrados. Linfonodos regionais são encontrados ao longo de vasos linfáticos que coletam antígenos e células apresentadoras de antígeno de órgãos não linfoides, enquanto tecidos linfoides associados a mucosas, como Placas de Peyer, Tonsilas e NALT, adquirem antígenos diretamente através do epitélio da mucosa. O baço, também um órgão linfoide secundário, está envolvido na captura de antígenos proveniente da corrente sanguínea. Todos estes órgãos e tecidos linfoides secundários possuem uma especializada arquitetura e microambientes que promovem o controle da interação entre células imunes a fim de obter uma resposta rápida e uma adequada resposta imune aos agentes infecciosos (Randall; Carragher, 2008).

Por este e diversos outros fatores é importante estudar e conhecer os órgãos e tecidos linfoides e suas funções no organismo.

Uma das formas de estudar órgãos e tecidos linfoides do sistema imune é realizando aulas práticas em laboratório. Uma prática interessante para a visualização desses órgãos e tecidos é a injeção de tinta de nanquim em animais de laboratório (como camundongo, por exemplo) através de diferentes vias de administração. Após a injeção do nanquim, o animal é eutanasiado e dissecado para a observação dos órgãos e tecidos linfoides.

Utilizando esta prática de laboratório como base, construímos o módulo “órgãos e tecidos linfoides”.

---

#### 4.2.1 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DO SOFTWARE

---

A tela inicial do módulo “órgãos e tecidos linfoides” oferece ao usuário duas opções de escolha de administração de injeção de nanquim no animal, figura 5:

- ✓ Via endovenosa – administração de injeção na veia da cauda do animal;
- ✓ Via intradérmica – administração de injeção na pata do animal;

Ambas as opções levam o usuário à visualização e manipulação dos órgãos linfoides em um camundongo. As diferentes vias de administração permitem ao usuário observar tecidos e órgãos específicos em cada via e discernir as características específicas de cada uma. Um dos objetivos desta prática é apresentar ao usuário o sistema de captação fagocítica em órgãos e tecidos específicos.

A interface do software é também composta por áudio e legendas explicando cada etapa do processo.



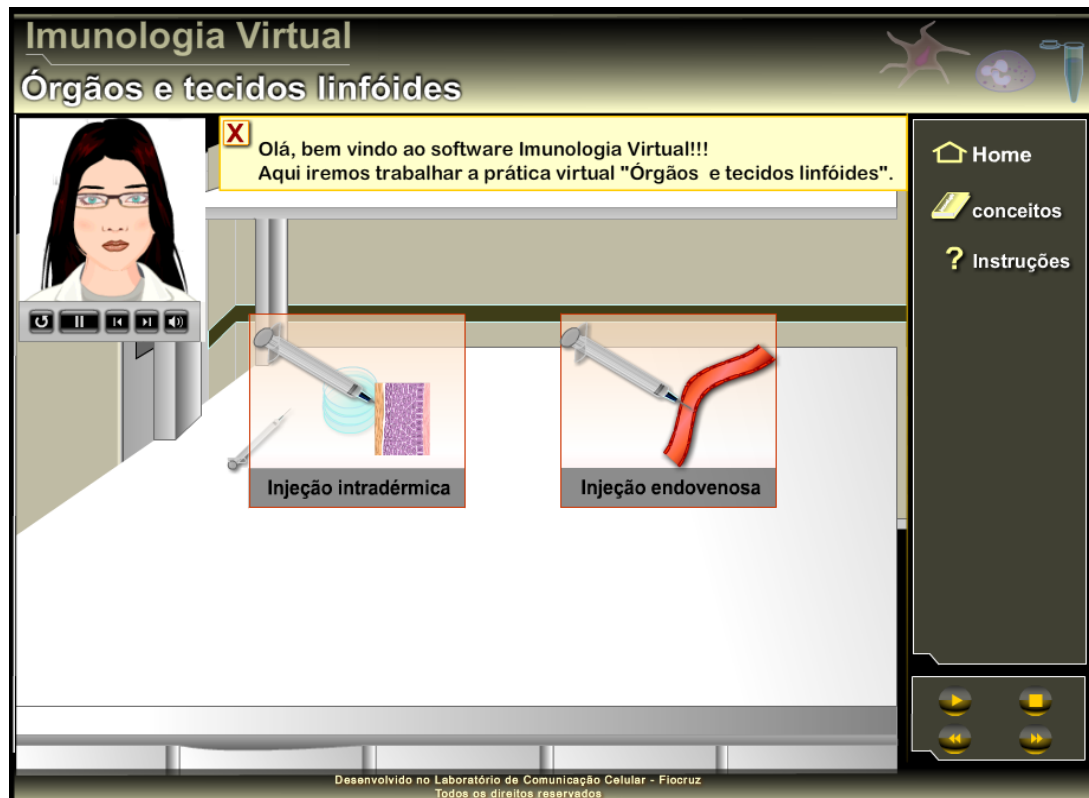


FIGURA 5. TELA INICIAL DO MÓDULO "ÓRGÃOS E TECIDOS LINFOIDES".

Na figura 5 é apresentada a primeira tela inicial do módulo “órgãos e tecidos linfóides”. No centro da tela estão localizadas duas opções de via de administração do nanquim. No canto superior esquerdo foi adicionada uma personagem que narra os eventos, sendo acompanhada por legendas explicativas (caixa amarela ao lado).

Botões de navegação estão localizados no canto inferior direito. Com o objetivo de instruir o usuário no módulo “órgãos e tecidos linfóides”, inserimos um ícone auxiliar com conceitos, imagens e microfotografias sobre o respectivo tema. Este ícone direciona o usuário a uma página com textos sobre as características específicas de cada órgão (figura 6).

A Figura 6 apresenta a tela com conceitos e imagens sobre o tema órgãos e tecidos linfóides. Estes temas foram divididos em: primários, secundários e terciários, especificando as características e funções de cada um. Em (A) é demonstrada uma micrografia do linfonodo e em (B) um esquema descrevendo as regiões.

**Imunologia Virtual**  
**Órgãos e tecidos linfóides**

**Órgãos e Tecidos Linfóides**

**2. Periféricos ou secundários**

↳ **Linfonodos**

▲ Os **linfonodos** são estruturas encapsuladas de forma reniforme que estão situados ao longo dos canais linfáticos. Cada linfonodo é envolvido por uma cápsula de tecido fibroso que se estende para o interior do órgão por meio de trabéculas, formado por uma região mais externa, o **córtex**, composto pelos **foliculos linfóides** (principal sítio de armazenamento e proliferação de linfócitos B) que podem apresentar centros germinativos (sítio de ativação e proliferação de linfócitos B). Além dos linfócitos, os foliculos linfóides contêm macrófagos e células dendríticas (que funcionam como células acessórias da resposta imune). A medula apresenta sinusóides medulares e cordões medulares (composto principalmente por macrófagos, células reticulares, células B,

▼

**Linfonodo camundongo, H&E, 100x.** Microscopia, principais regiões : o córtex (Co) e medula (Me) (A). No esquema é demonstrado a arquitetura do órgãos (B). O córtex caracteriza-se pela presença de foliculos linfóides (FL), e também linfócitos T. O centro germinativo (CG), onde predominam linfoblastos, linfócitos T e plasmócitos. Na medula encontra-se cordões medulares (Cm) que são tecidos linfóides entre os sinusóides medulares (Sm). É destacado também a cápsula que envolve o órgão (Cap). Veia aferente (Va) e veia eferente (Ve).

*\*Parte dos textos e imagens extraídos do livro: Práticas em imunologia "Então é assim?!", com permissão dos organizadores.*

Desenvolvido no Laboratório de Comunicação Celular - Fiocruz  
 Todos os direitos reservados

FIGURA 6. CONCEITOS E IMAGENS SOBRE O TEMA ÓRGÃOS E TECIDOS LINFÓIDES.

Para esclarecer e facilitar o uso do programa um botão de ajuda (*help*) foi adicionado e permanece acessível em todas as etapas. Este botão de ajuda contém instruções de localização e uso dos controles do *software*. Os botões de navegação permitem o usuário pausar, avançar, retornar ou sair da página. Os botões de controle para essas ações estão presentes em todos os momentos da prática.

Nosso intuito ao desenvolver esta “prática virtual” foi promover a maior semelhança possível com a prática real de laboratório. Por isso, esquematizamos o cenário, o animal utilizado (camundongo), além de ferramentas como: pinças, tesouras, alfinetes, o anestésico e a tinta nanquim.

Mas, a particularidade desta prática é a interatividade. Devido a esta característica, o usuário pode manipular as ferramentas e não apenas observar os acontecimentos, sendo assim sujeito ativo no processo de aprendizagem. Este módulo foi dividido em duas fases: a primeira é o processo de escolha da via de administração, aplicação do anestésico e da tinta e a segunda fase é a abertura

ou dissecação do animal, observação, manipulação e remoção dos órgãos e tecidos linfóides (figura 7).

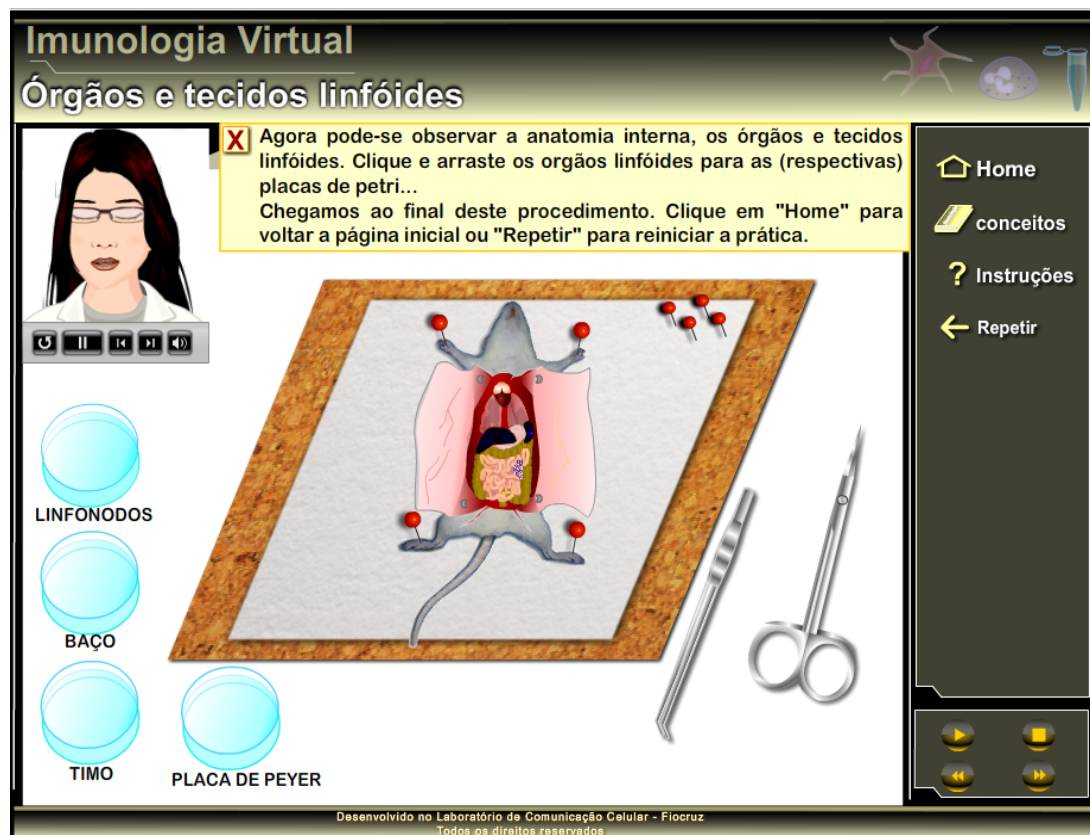


FIGURA 7. DISSECAÇÃO E MANIPULAÇÃO DOS ÓRGÃOS LINFOIDES

Em ambas as fases todo o processo da prática é totalmente interativo. Os controles são realizados através da manipulação do *mouse* do computador. Como a idéia foi simular a prática real elaboramos o *design* do cenário com base nos acontecimentos reais, ou seja, representamos uma bancada de laboratório, o camundongo, as ferramentas e todos os objetos utilizados.

Neste módulo buscamos possibilitar a observação de eventos que ocorrem em escala microscópica e demonstrar estes processos de forma detalhada. Para isso, incrementamos animações demonstrando o fluxo do nanquim para esses órgãos e os tipos celulares envolvidos na captação do antígeno (nanquim), em ambas as vias.

### 4.3 MÓDULO: INFLAMAÇÃO

---

Este módulo tem por objetivo demonstrar de forma esquemática os eventos de uma “Resposta inflamatória aguda”, um relevante tema de ensino na área da imunopatologia e farmacologia que, por diversas vezes mostra-se confuso por parte dos alunos.

De acordo com Silva *et al.*, (2008), sendo a inflamação um dos eventos mais relevantes da resposta imunológica, dada a riqueza de tipos celulares, moleculares e de interações envolvidas, torna-se imperativo ao estudante de Imunologia compreender de forma abrangente a cadeia de eventos que se sucedem a um estímulo patogênico ou a um dano tecidual.

Nesta fase de desenvolvimento do *software*, elaboramos animações que demonstrassem os acontecimentos após um estímulo patogênico ou não, e as alterações locais. O desenvolvimento deste conjunto de animações foi baseado numa situação hipotética onde um indivíduo seria exposto à ação de uma agulha contaminada (contendo bactérias) e uma agulha estéril (figura 8). A proposta foi apresentar tipos celulares e moleculares envolvidos na resposta inflamatória aguda.

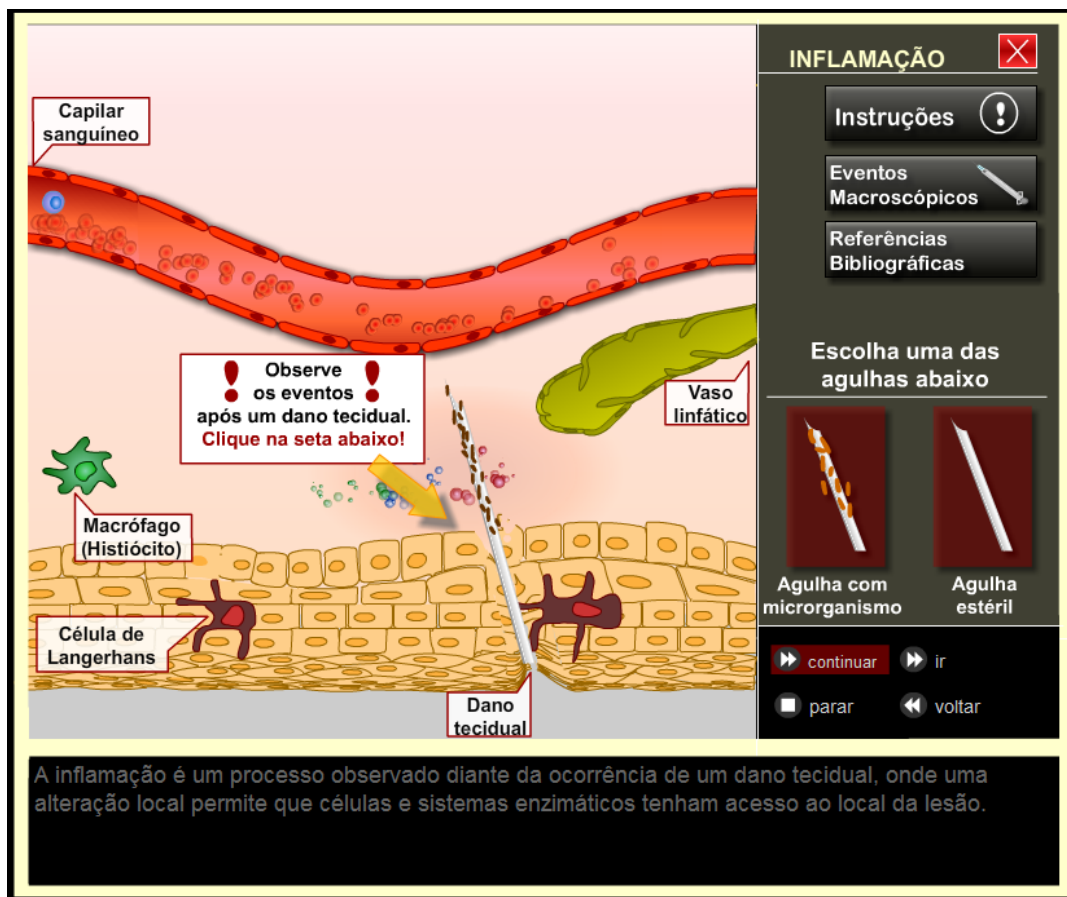


FIGURA 8. TELA INICIAL DO MÓDULO "INFLAMAÇÃO"

Em um nível básico, esta resposta seria desencadeada por infecção ou lesão tecidual, envolvendo a coordenação de componentes do sangue (Plasma e leucócitos) para o local da infecção ou lesão (Majno e Joris, 2004). Além disso, esta resposta tem sido melhor caracterizada em infecções microbianas (particularmente infecções bacterianas), desencadeado por receptores do sistema imune inato (Medzhitov, 2008).

Por isso, procuramos promover a visualização da interação entre as fases desta resposta inflamatória aguda e também apresentar cada etapa de maneira geral e detalhada. Para isso, o tema “Inflamação” foi dividido em tópicos como:

✓ Inflamação:

Para apresentação deste processo elaboramos um cenário onde o usuário tem a chance de “inserir” uma agulha contaminada ou estéril em um tecido específico e observar as alterações que ocorrem, bem como os tipos celulares participantes deste processo. Um importante item descrito nesta etapa é o processo de ativação do Fator de Hageman, também conhecido como fator XII (Figura 9).

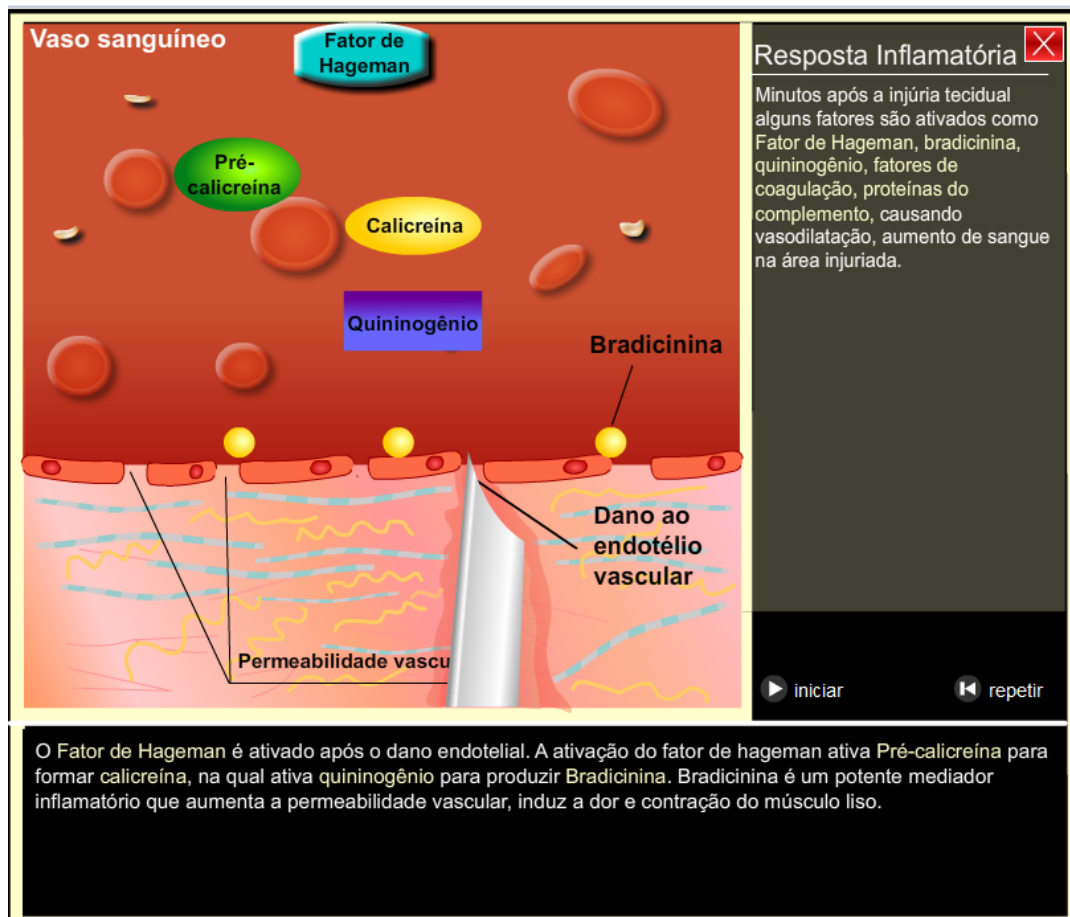


FIGURA 9. ATIVAÇÃO DO FATOR DE HAGEMAN.

Um dano ao endotélio vascular permite que as proteínas do plasma e plaquetas tenham acesso aos espaços extravasculares (Poher e Sessa, 2007). Com isso, um regulador-chave da inflamação derivado do plasma, o Fator de Hageman torna-se ativado pelo contato com colágeno e outros componentes da matriz extracelular. Ativado, o Fator de Hageman atua como um sensor do dano vascular e inicia os diversas cascatas proteolíticas gerando mediadores inflamatórios (Medzhitov, 2008). Por isso, esse evento é crucial na resposta inflamatória aguda, e compreendê-lo é essencial no aprendizado deste assunto.

✓ Transmigração celular

A migração de leucócitos através da parede dos vasos sanguíneos para o tecido ao redor é característica de uma resposta inflamatória em

defesa fisiológica do hospedeiro e também em eventos patológicos causados por doenças inflamatórias (Woodfin; Reichel, 2007). Este processo é conhecido por envolver um número de respostas seqüenciais e estímulos de moléculas como quimiocinas e se inicia com a rolagem do leucócito, ativação e adesão endotelial (Imhof e Aurrand-Lions, 2004).

Devido à complexidade destes eventos, elaboramos uma animação para demonstrar as fases da transmigração celular de um neutrófilo para a região do tecido após um dano. Além disso, representamos a interação entre moléculas, células e tecidos presentes no processo de transmigração. Essas interações são mediadas por moléculas conhecidas como Moléculas de Adesão Celular (CAM) e têm papel essencial, tanto nas fases iniciais como finais do desenvolvimento da integridade do tecido e em diversas patologias, como câncer e doenças inflamatórias (Nourshargh; Hordijk, 2010). Selectinas, integrinas, ICAMS e outros receptores de adesão medeiam diferentes etapas da migração de leucócitos da corrente sanguínea para o foco inflamatório (Sorokin, 2010).

#### ✓ Fagocitose

Uma das características funcionais da inflamação é eliminar a injúria patogênica e remover o tecido danificado com o objetivo de restaurar a homeostase local. A ação combinada dos fagócitos profissionais, tais como células dentríticas, neutrófilos, monócitos e macrófagos é crucial para a efetiva eliminação de intrusos e debris celulares (Lindbom e Soehnlein, 2010). O processo de fagocitose é assim um importante mecanismo de resposta da imunidade inata. Trata-se da ingestão de materiais e partículas extracelulares. A fagocitose é um tipo de endocitose, termo geral conhecido para o evento de captura por uma célula de um material presente no ambiente. Na fagocitose a célula expande sua membrana celular envolvendo a partícula ou até mesmo microrganismos inteiros, como bactérias, e formar vesículas chamadas fagossomos (Goldsby; Kindt, 2000).

Para representar o evento de fagocitose elaboramos uma animação e a apresentamos dentro do ambiente da resposta inflamatória após o



dano causado pela agulha do cenário anterior. Esquematizamos uma célula realizando a fagocitose de um patógeno (bactéria) com as organelas e moléculas de reconhecimento participantes do processo (Figura 10).

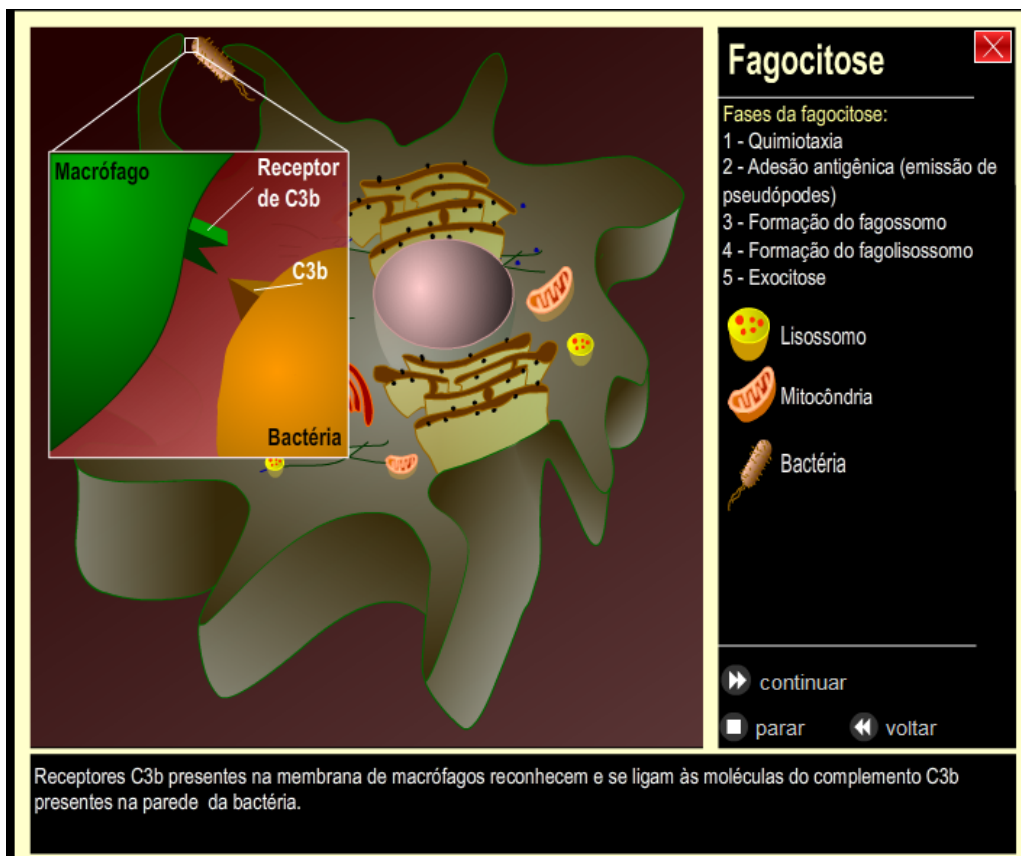


FIGURA 10 PROCESSO DE FAGOCITOSE

Apesar de ser possível a visualização e a utilização de cada animação de forma individual, a idéia foi demonstrar que os eventos estão agindo de forma interligada em uma resposta inflamatória, seja na presença de um antígeno, seja apenas após um dano no tecido.

#### 4.4 RECURSOS MULTIMÍDIA DISPONÍVEIS NA INTERNET

Um das questões já pontuadas aqui, e que foi uma grande motivação para desenvolvermos este trabalho foi a escassa quantidade de recursos multimídia



para o ensino de imunologia, semelhante ao que nos propomos elaborar, principalmente em português.

E para que pudéssemos confirmar nossa hipótese realizamos uma pesquisa utilizando os sites de busca mais comuns, tais como: Google<sup>®</sup>, Yahoo<sup>®</sup>, Hotmail<sup>®</sup> e Bing<sup>®</sup>. Além desses, bases de dados como ERIC, Portal Capes e Scielo foram utilizadas.

Para a realização desta busca foi necessário a escolha de palavras-chave que iriam filtrar os resultados da pesquisa. E como nossa proposta era encontrar recursos multimídia para o ensino de imunologia, optamos pelas seguintes palavras-chave.

- ✓ *Software* educacional, animação gráfica, vídeo, jogo, ensino, imunologia, sistema imune.

Com o objetivo de filtrar as buscas, o parâmetro foi destacar os resultados provenientes de instituições de pesquisa e ensino, livros-texto em editoras reconhecidas, bem como materiais desenvolvidos com suporte teórico especializado em universidades e colégios. Desta forma, esperávamos obter resultados mais confiáveis, principalmente em relação ao conteúdo didático.

No entanto, não podemos deixar de enfatizar a popularidade de sites de hospedagem e compartilhamento de vídeos como o *YouTube*<sup>®</sup> ([www.youtube.com](http://www.youtube.com)). Dados disponíveis no *YouTube*<sup>®</sup> revelam que o site possui atualmente 300 milhões de usuários em todo o mundo, 71 milhões de usuários únicos por mês e a sexta maior taxa de acesso na Internet. No Brasil, o *YouTube*<sup>®</sup> tem aproximadamente dez milhões de visitantes únicos por mês.<sup>1</sup>

A criação destes sites proporcionou um extraordinário crescimento no que diz respeito à divulgação e compartilhamento de vídeos na internet. Devido a esta notoriedade, já existem trabalhos citando o uso do *YouTube*<sup>®</sup> como recurso em prol do ensino (Souza; Moraes, 2009), (Burke; Snyder, 2009).

---

<sup>1</sup> Dados obtidos no site: [http://www.youtube.com/t/advertising\\_targeting](http://www.youtube.com/t/advertising_targeting)

Tendo ciência destas informações, fizemos um levantamento utilizando o *YouTube*<sup>®</sup> e buscamos vídeos/animações de interesse (ensino de imunologia) e comparamos ao nosso trabalho. Segundo o esperado, inúmeros foram os resultados encontrados para nossa busca. Relacionamos no quadro 4 os resultados definidos como mais relevantes para o ensino de imunologia.

Porém, apesar do prestígio alcançado por tamanha popularidade, muitos vídeos compartilhados por esse site, nem sempre trazem informações a respeito de sua fonte ou origem. Com isso, ao utilizar esses vídeos, uma análise minuciosa dos conteúdos se faz necessário, evitando assim possíveis erros de compreensão do assunto estudado.

Para nossa surpresa, após esta extensa busca, não encontramos nenhum resultado que se assemelhe ao que desenvolvemos, segundo os parâmetros adotados, em sites institucionais no Brasil e/ou *YouTube*<sup>®</sup>. O único resultado encontrado para nossa busca foi o nosso próprio material hospedado em nosso site do projeto “Ciências, uma forma animada de aprender”. Onde adicionamos animações relacionadas aos temas: Imunologia – “órgãos e tecidos linfoides”; Fisiologia celular - “transporte de membrana” e Farmacologia - “vias de administração de fármacos”.<sup>2</sup>

Em contrapartida, diversos recursos animados foram encontrados em sites internacionais, principalmente em inglês (sites em outros idiomas diversas vezes possuíam links que direcionavam para recursos em inglês). Com isso, relacionamos também estes resultados (quadro 4), descrevendo os recursos encontrados e os respectivos endereços eletrônicos. Apesar da busca extensa, ficamos impressionados com a ínfima quantidade desses recursos disponíveis *online* para o ensino de imunologia.

Conteúdo na internet	Endereço web *
Website Nobel Prize: Jogos virtuais sobre medicina e biologia e imunologia.	<a href="http://env.io/6k3w">http://env.io/6k3w</a>
Website Howard Hughes Medical Institute Biointeractive. Vídeos e animações sobre genética, biologia molecular, biologia celular, imunologia entre outras.	<a href="http://tinyurl.com/24bpj6h">http://tinyurl.com/24bpj6h</a>

<sup>2</sup> Animações disponíveis no endereço: <http://www.lcc.kftox.com>

Website Livro Kuby Immunology: Desenvolvido para auxiliar e revisar conceitos chaves do livro-texto através de exercícios e animações interativas.	<a href="http://env.io/6k4a">http://env.io/6k4a</a>
Website Livro Imunobiologia Janeway: Livro-texto que traz animações online e em um CD-ROM.	<a href="http://env.io/6k4g">http://env.io/6k4g</a>
Website Departamento de Biologia, Davidson College: Davidson USA. Animações para o ensino de imunologia.	<a href="http://tinyurl.com/2dto7bu">http://tinyurl.com/2dto7bu</a>
Website Editora Mcgraw-hill. Online Center Learning: Acesso ao livro Anatomy & Physiology 7ª edition. Animações e quizzes.	<a href="http://tinyurl.com/2f76rvs">http://tinyurl.com/2f76rvs</a>
Website Harvard University. Biovisions: Vídeos e animações sobre ciências incluindo imunologia.	<a href="http://tinyurl.com/yorrrp4">http://tinyurl.com/yorrrp4</a>
Website Livro: Essencial Immunology, Roitt, 11ª Edition. Conceitos-chave e animações sobre imunologia.	<a href="http://tinyurl.com/2euj4fw">http://tinyurl.com/2euj4fw</a>
Game Immune Attack: Um jogo 3D do sistema imunológico no corpo humano. Desenvolvido pela Federação dos Cientistas Americanos (FAS)	<a href="http://tinyurl.com/29wsmym">http://tinyurl.com/29wsmym</a>
Website do Departamento de Imunologia: Toronto University: Vídeos com temas em imunologia.	<a href="http://tinyurl.com/26hghqw">http://tinyurl.com/26hghqw</a>
Website Jove: Journal of visualized experiments. Vídeos reais de experimentos em imunologia e ciências afins.	<a href="http://tinyurl.com/393ss49">http://tinyurl.com/393ss49</a>
Website Robert Bethel: Professor do Rio Hondo College. Animações de imunologia sobre inflamação e defesa contra hospedeiros	<a href="http://tinyurl.com/2brrykk">http://tinyurl.com/2brrykk</a>
Website Nature Reviews Molecular Cell Biology: Animação de processamento de antígeno.	<a href="http://tinyurl.com/37rbss4">http://tinyurl.com/37rbss4</a>
Website Universidade de Rockefeller, New York, USA: Animação abordando o tema infecção viral.	<a href="http://tinyurl.com/yf7ksl2">http://tinyurl.com/yf7ksl2</a>
Website Universidade de Alberta, Canadá. Departamento de Biologia. Diversas animações sobre biologia incluindo imunologia.	<a href="http://tinyurl.com/23zld7c">http://tinyurl.com/23zld7c</a>

<b>Conteúdo YouTube®</b>	<b>Endereço web *</b>
Immune System - Natural Killer Cell	<a href="http://tinyurl.com/23tznd3">http://tinyurl.com/23tznd3</a>
Humoral Immune Response Animation	<a href="http://tinyurl.com/26678q4">http://tinyurl.com/26678q4</a>
How The Human Body Works - Immune System	<a href="http://tinyurl.com/2aj3t3p">http://tinyurl.com/2aj3t3p</a>
HIV destroys helper T-cells - Immunology	<a href="http://tinyurl.com/3395s56">http://tinyurl.com/3395s56</a>
The Human Immune System	<a href="http://tinyurl.com/39r88t7">http://tinyurl.com/39r88t7</a>
Leukocyte Extravasation	<a href="http://tinyurl.com/2ugtumq">http://tinyurl.com/2ugtumq</a>
Lymph Node Development	<a href="http://tinyurl.com/2uvuyzb">http://tinyurl.com/2uvuyzb</a>
Balance is Key! The role of inflammation in immune response_	<a href="http://tinyurl.com/24la4jv">http://tinyurl.com/24la4jv</a>
Inflamação Aguda .	<a href="http://tinyurl.com/29h9ctd">http://tinyurl.com/29h9ctd</a>
Adesão leucocitária.	<a href="http://tinyurl.com/29jadgm">http://tinyurl.com/29jadgm</a>

QUADRO 4. RECURSOS MULTIMÍDIA DISPONÍVEIS NA INTERNET.  
FONTE: INTERNET

\*Os links originais foram reduzidos utilizando um compactador de endereço eletrônico para minimizar o espaço.

Além dos motivos já comentados, este foi um dos aspectos importantes que nos incitou a desenvolver nosso projeto. O fato de que não há segundo nossas buscas, nenhum recurso semelhante ao que nos propomos desenvolver disponível na internet para o ensino de imunologia.

#### 4.4 AVALIAÇÃO DO SOFTWARE

---

Após o desenvolvimento dos módulos “órgãos e tecidos linfoides” e “inflamação” iniciamos a etapa de avaliação do *software*.

##### 4.4.1 AVALIAÇÃO DA RELAÇÃO INTERFACE/USUÁRIO

---

Quando pensamos na elaboração deste *software* esperávamos desenvolver um recurso que viesse auxiliar no aprendizado da disciplina imunologia. Para isso realizamos testes com o intuito de saber a opinião dos estudantes com relação a esta ferramenta.

Com o objetivo de verificar a recepção e afetividade dos usuários com o *software* aplicamos um questionário com 14 afirmativas relacionadas à organização da interface e usabilidade, afetividade, receptividade e organização. Cada afirmativa continha 5 (cinco) opções de resposta seguindo a Escala de *Likert* graduada de “Concordo totalmente” à “Discordo totalmente” e pontuada de 5 a 1, respectivamente. (Ver apêndice)

Segundo as respostas dos questionários relacionadas às questões acima pontuadas (figuras 11 e 12) podemos afirmar que o programa teve um impacto positivo quanto aos aspectos analisados.

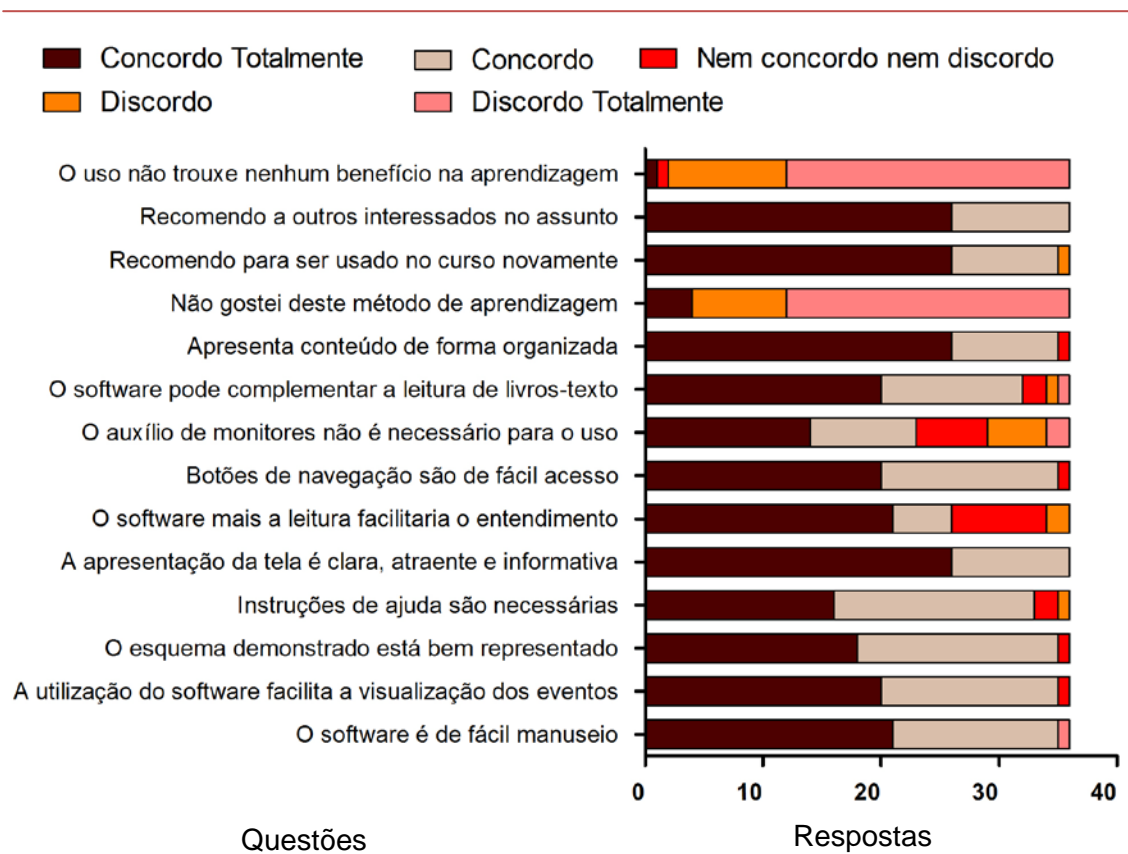


FIGURA 11. AVALIAÇÃO DA USABILIDADE, RECEPTIVIDADE, AFETIVIDADE...MÓDULO: ÓRGÃOS E TECIDOS LINFOIDES

---

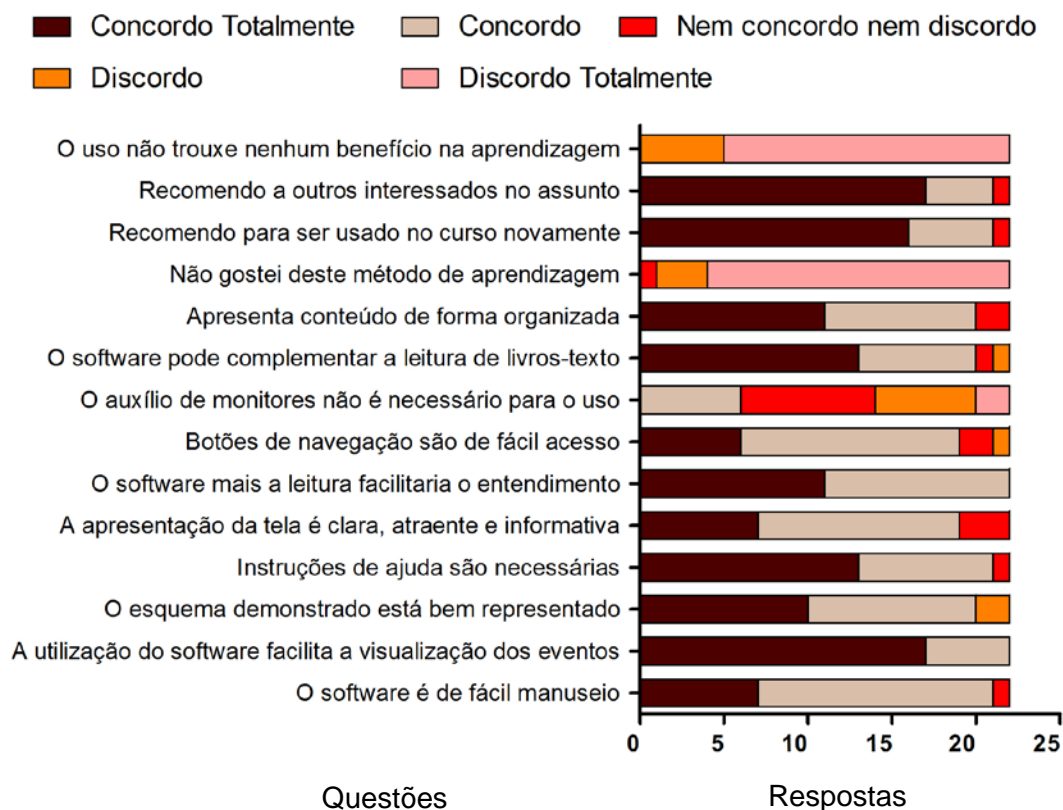


FIGURA 12. AVALIAÇÃO DA USABILIDADE, RECEPTIVIDADE, AFETIVIDADE...  
MÓDULO: "INFLAMAÇÃO".

Além desta avaliação, abrimos um espaço permitindo ao usuário expressar sua opinião através de críticas e sugestões relacionadas ao *software*. O quadro 5 traz algumas das sugestões e críticas ao *software*. Através dos comentários dos alunos pudemos reavaliar e, quando julgamos necessário, fizemos as modificações, buscando sempre apresentar um produto de qualidade aos usuários.

#### Comentários, sugestões e críticas ao software

"Se este programa estivesse disponível eu usaria com meus alunos"

"Eu gostei muito deste tipo de ferramenta. Ajuda a visualizar melhor os processos imunológicos"

"Gostaria que tivesse som na parte que trata da inflamação"

"Os eventos da inflamação ficaram mais claros depois do uso da animação"

"Pude entender melhor os fatores quimiotáticos..."

"O programa é muito bom, mas eu aprenderia melhor usando apenas o livro de imunologia."

“O programa é ótimo!”

“Gostei bastante, mas poderia alterar as cores de alguns órgãos para ficarem mais visíveis. O restante está ótimo.”

“Eu adorei o programa e com certeza compraria para meus alunos. Aprender Imuno assim é 10!”

“Algumas etapas da aula sobre animação ficaram difíceis de entender. Acho que se houvessem mais legendas ficaria mais fácil.”

“O software é muito fácil de usar e bem didático. Outras disciplinas também deveriam elaborar programas assim para o ensino.”

“Seria melhor se houvesse um *menu* de navegação no módulo inflamação.”

“Seria importante adicionar mais informações nos botões de navegação e ação”

“Informar melhor ao usuário quando uma animação é finalizada”

“Remover bugs que prejudicam o programa e revisar alguns conteúdos como a localização da placa de peyer.”

“Informar o término de cada atividade. Exemplo, ao final da prática órgãos linfoides não há informação alguma sobre que direção tomar.”

“O software é muito bom, mas penso em alunos do ensino médio que não se lembram dos órgãos e partes do corpo. Legendas poderiam ajudar.”

QUADRO 5. COMENTÁRIOS DOS USUÁRIOS SOBRE O SOFTWARE.

FONTE: DADOS DA PESQUISA (2010)

Com a aplicação destes questionários, pudemos perceber nitidamente que nosso *software* teve uma relevante aceitação por parte dos alunos. E, não apenas isso, mas, por meio dos comentários e dos resultados das avaliações pudemos alcançar o que esperávamos com o desenvolvimento desta ferramenta, ou seja, que ela fosse agradável, receptiva e fácil de utilizar.

Porém, esperávamos também que o programa fosse capaz de influenciar na organização, melhora e aquisição de conhecimentos sobre os temas abordados da disciplina imunologia. Para tal, realizamos uma avaliação de conteúdo do *software* para verificar se o programa era eficaz para as características desejadas.

---

#### 4.4.2 AVALIAÇÃO DE CONTEÚDO

---

Para verificar se o *software* seria eficaz na promoção da aquisição de conhecimentos sobre os temas “órgãos e tecidos linfoides” e “inflamação” foram realizados dois testes – um pré-teste e um pós-teste.

Depois da participação de aula expositiva sobre os respectivos temas, os alunos foram direcionados para o laboratório de informática onde trabalharam com o *software*. Antes de iniciar as atividades com o *software*, foi aplicado um questionário (Pré-teste) de múltipla escolha contendo oito perguntas relacionadas ao temas acima descritos e dado um tempo de 10 a 15 minutos para os alunos responderem as questões, não sendo permitido o acesso a nenhum material didático.

Após este tempo foram recolhidos os questionários e iniciada as atividades com o *software*. Os alunos tiveram a oportunidade de trabalhar com programa em um período de 40 minutos à uma hora. Sendo possível explorar cada etapa, observar as legendas, os textos explicativos e qualquer dúvida em relação uso do programa foi esclarecida pelo monitor presente.

Ao final das atividades com o *software* foi pedido aos alunos que fechassem o programa e distribuído os questionários do pós-teste, contendo as mesmas questões do pré-teste. O mesmo tempo foi dado aos alunos para responderem as questões do pós-teste.

Para identificação e análise das respostas do pré e pós-teste, utilizamos como critério a numeração dos questionários para compararmos o desempenho de cada aluno individualmente. A figura 13 demonstra a média de acertos dos alunos do pré-teste e do pós-teste. Para a análise dos dados utilizamos o *software GraphPad® Prisma®* versão 5.0 e utilizamos um Teste-t emparelhado bicaudal e tomamos como nível de significância  $p < 0,05$ .



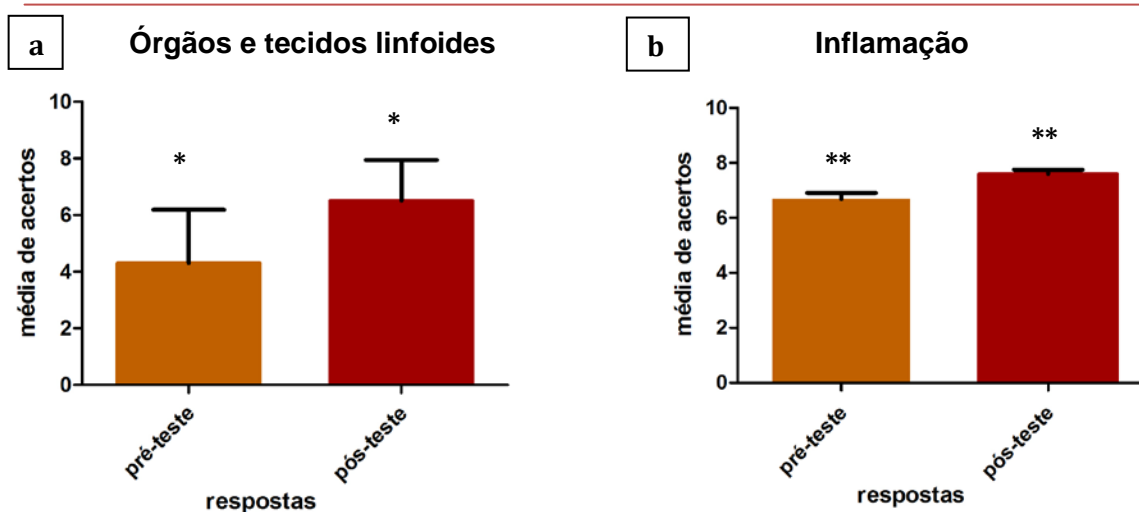


FIGURA 13. AVALIAÇÃO DE CONTEÚDO: MÓDULO “ÓRGÃOS E TECIDOS LINFOIDES” (A). AVALIAÇÃO DE CONTEÚDO: MÓDULO “INFLAMAÇÃO” (B).

Nas figuras 13.a e 13.b são mostrados os resultados das respostas dos alunos antes e após o uso do *software* para os módulos “órgãos e tecidos linfóides” e “inflamação”, respectivamente. Os dados são referentes às médias de acertos do pré e pós-teste. As barras representam o desvio padrão. \* $p < 0,0001$  \*\* $p < 0,0001$ .

Nossos resultados então concordam com os dados encontrados na literatura. Segundo King (2008), através do uso das tecnologias de multimídia, os alunos podem compreender melhor os conceitos científicos específicos, além de promover uma atitude positiva face à aprendizagem de ciências.

#### 4.4.3 AVALIAÇÃO REALIZADA POR DOCENTES

Além da avaliação feita com alunos, realizamos também uma avaliação com docentes da disciplina imunologia dos seguimentos de Ensino Médio Técnico, Ensino Superior e Pós-Graduação.

No total, cinco (5) professores com mais de cinco (5) anos de prática docente participaram desta avaliação respondendo um questionário (Apêndice) com questões abordando critérios semelhantes aos que os alunos avaliaram.

Inserimos afirmações relacionadas ao conteúdo, organização e usabilidade e utilizando a Escala de *Likert* os docentes puderam pontuar suas respostas de 5 a 1 (Concordo Totalmente à Discordo Totalmente).

Além destas características, acrescentamos questões abertas semi-estruturadas e pedimos aos professores que apontassem críticas e sugestões acerca do *software*, para uma análise qualitativa.

Pedimos aos docentes que trabalhassem e observassem as características presentes no *software* tais como a sua organização e conteúdo teórico. Diferente da avaliação feita com os alunos, não houve controle sobremos o tempo de uso, deixando os docentes livres para observar cada detalhe do programa.

A figura 14 representa a resposta dos docentes com relação às afirmações presentes no questionário.

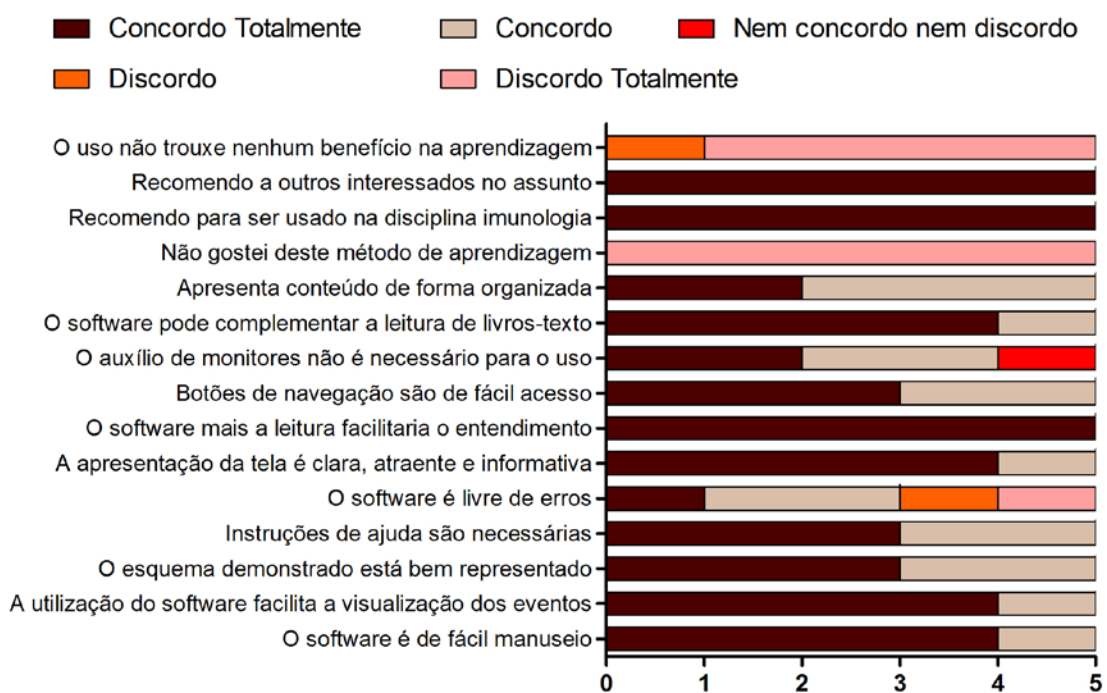


FIGURA 14. AVALIAÇÃO DE USABILIDADE, RECEPTIVIDADE, AFETIVIDADE COM DOCENTES: MÓDULOS: ÓRGÃOS E TECIDOS LINFOIDES E INFLAMAÇÃO

Além da proposta quantitativa para avaliar os critérios de usabilidade, afetividade, organização da interface e conteúdo teórico, na avaliação realizada

com docentes, solicitamos que expressassem suas opiniões sugerindo, criticando e/ou apontando falhas em todos os aspectos do nosso *software*.

Para isso, adicionamos no questionário algumas afirmações e pedimos que respondessem em um espaço aberto no questionário.

No quadro 6 seguem os comentários e sugestões realizados em relação ao *software*. Algumas críticas feitas ao programa foram de forma construtiva e para a melhoria do conteúdo em prol do processo de aprendizagem da disciplina imunologia.

<b>Docentes</b>	<b>Conteúdo abordado</b>
1	Abordar alterações vasculares, vasodilatação e aumento da permeabilidade vascular. Correlacionar com alterações teciduais macroscópicas. Falar da importância do extravasamento de líquidos para os tecidos. (sugestão)
2	Excelente conteúdo. Principalmente por se tratar de abordagem inicial na compreensão da resposta Imunológica.
3	O conteúdo é claro. Necessita de pequenas modificações, mas está muito bom!
4	O conteúdo do software apresentado está claro e bem atualizado dentro dos conceitos de imunologia.
5	São claros e objetivos. Permitem uma utilização tranqüila do software.
<b>Docentes</b>	<b>Software possui caráter interdisciplinar</b>
1	Sim, associa várias áreas básicas da biologia, tais como: biologia celular, bioquímica, fisiologia, além das disciplinas específicas como imunologia e patologia.
2	Potencialmente, mas precisa ser mais explorado e desenvolvido para atingir o objetivo de uma discussão interdisciplinar.
3	Sim...
4	Sim...
5	Sim. Poderia ser utilizado em farmacologia, por exemplo.
<b>Docentes</b>	<b>O software é adequado ao público-alvo</b>
1	Para os primeiros anos de graduação, mas, por sua associação prática/conceitos, pode ser utilizado em ensino médio e cursos de especialização/pós-graduação.
2	Alunos que estejam cursando a disciplina de imunologia e/ou patologia.
3	Sim. Também pode ser utilizado para pós-graduação e seria uma ótima ferramenta para alunos de ensino médio que estão freqüentando laboratórios de imunologia, por exemplo, nos programas de vocação científica (Provoc).

4	Sim...
5	Sim...
<b>Docentes</b>	<b>Os objetivos do software são claros e compreensíveis</b>
1	Sim. Alguns conceitos precisam ser mais bem explicados e alguns eventos precisam de mais detalhes
2	Sim. Mas, é importante equilibrar as informações mais simples com as abordagens mais aprofundadas
3	Sim. Este software oferece uma visão clara de processos imunológicos discutidos em aulas e cursos de imunologia.
4	Sim...
5	Sim...
<b>Docentes</b>	<b>Conhecimentos necessários para a utilização do software.</b>
1	Biologia celular e morfologia básica. Noções básicas em imunologia.
2	Uma leitura dos conceitos básicos apresentados nos primeiros capítulos dos livros de imunologia básica.
3	Sem comentários
4	Sem comentários
5	O básico em: Inflamação, ativação celular, reação antígeno-anticorpo, migração celular, anatomia de órgãos linfoides, circulação sanguínea e linfática.

QUADRO 6. AVALIAÇÃO QUALITATIVA COM DOCENTES  
 FONTE: DADOS DA PESQUISA (2010)

A avaliação com os docentes foi uma estratégia de validar nosso software com profissionais especialistas na área e professores da disciplina imunologia e farmacologia, todos com mais de cinco anos de prática docente. Pois, o objetivo deste trabalho foi produzir um recurso alternativo para o ensino desta disciplina que possa auxiliar o professor e principalmente ao aluno na compreensão de tais conteúdos.

Conforme a avaliação feita com docentes, podemos dizer que alcançamos este objetivo, pois, todos deixaram bem claro em suas respostas excelente receptividade em relação ao *software*.

No entanto, seria ingenuidade dizer que nosso *software* está “pronto e irretocável”. Pois, aqui, estamos lidando com situações extremamente dinâmicas - ciência e informática – e neste caso atualizações constantes serão necessárias para que possamos sempre oferecer um material educativo de boa qualidade e atual.

## 4.5 PERFIL DA AMOSTRA

Para conhecer o perfil da amostra utilizada, aplicamos um questionário de cunho socioeconômico. E com o objetivo de conhecer um pouco sobre os conhecimentos de informática desta amostra, inserimos algumas questões de informática básica. A tabela 1 apresenta os dados socioeconômicos da amostra. A tabela 2 e a figura 15 demonstram os resultados dos questionários referentes às respostas sobre conteúdos de informática básica.

TABELA 1. DADOS SOCIOECONÔMICOS DOS ALUNOS PARTICIPANTES DA AVALIAÇÃO DO SOFTWARE.

<b>Idade dos alunos</b>	<b>Homens</b>	<b>Mulheres</b>
De 18 - 24	3	6
De 25 - 30	6	8
De 31 - 35	1	3
De 36 - 40	3	2
De 41 - 45	0	0
De 45 - 50	1	2
Mais de 50	0	1
<b>Renda Familiar (R\$)</b>	<b>Respostas</b>	
De 650 - 1.300	10	
De 1.301 - 2.600	6	
De 2.601 - 3.900	11	
De 3.901 - 5.200	5	
De 5.201 - 6.500	4	
Mais de 6.501	-	
<b>Nível de Escolaridade dos pais</b>	<b>Pai</b>	<b>Mãe</b>
Sem escolaridade	3	1
Ensino Fundamental	9	4
Ensino Médio	10	20
Ensino Superior	8	6
Pós-graduação	6	5

FONTE: DADOS DA PESQUISA (2010)

TABELA 2. CONHECIMENTOS BÁSICOS DE INTERNET E USO DO COMPUTADOR.

<b>Acesso à Internet</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
Possui computador com internet	33	3
Possui e-mail	36	0
<b>Itens relacionados a Hardwares</b>	<b>Respostas</b>	
Placa-mãe e processador	31	
Sistema Operacional e HD	3	
Mouse e Editor de Texto	-	
Teclado e Linux	-	
<b>São Sistemas Operacionais</b>	<b>Respostas</b>	

Windows	32
Linux (UNIX)	32
Excel	-
Microsoft Office	1
<b>Tempo gasto na Internet</b>	<b>Respostas</b>
Menos de 30 min	1
De 30 a 60	8
De 60 a 90	16
Mais de 90 min	11

FONTE: DADOS DA PESQUISA (2010)

Buscando investigar os conhecimentos que os alunos possuíam com relação à informática básica, adicionamos alguns conceitos básicos como hardwares, *softwares* e *internet* (Vide questionário em anexo). Segundo os resultados, pudemos observar que a maioria dos alunos (33) possuía um computador com acesso à internet e todos (36) que participaram deste estudo possuíam um endereço de e-mail, o que era de se esperar, pois, quase 24% das casas no Brasil têm conexão à internet - 14 milhões de residências, segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (Pnad, 2009), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. A região mais informatizada é o Sudeste, onde 40% das casas têm computadores e 31,5% das famílias têm acesso residencial à rede.

Outra característica de interesse em nosso trabalho foi descobrir o nível de conhecimento de informática básica entre os alunos que utilizaram nosso *software*. Para isso adicionamos algumas questões sobre hardwares e *softwares*. De acordo com as respostas, os usuários do nosso *software* possuíam um conhecimento básico admissível para o nível de perguntas elaboradas. Das opções de respostas, o número de acertos foi relevante, 31 alunos marcaram a opção correta com relação a hardwares e 32 alunos acertaram quando questionados sobre sistemas operacionais.

Ao perguntarmos sobre o tempo gasto por acesso à internet vimos que a maioria dos alunos despendia mais de 60 minutos por sessão. Um dado nada surpreendente, sendo que o Brasil sempre obteve altas médias do tempo de navegação na internet comparado a outros países. Em 2009, este tempo médio foi de 48h26m por semana, considerando apenas a navegação em websites. O

tempo sobe para 71h30m se considerar o uso de aplicativos on-line como: *MSN*<sup>®</sup>, *Emule*<sup>®</sup>, *Torrent*<sup>®</sup>, *Skype*<sup>®</sup>, etc (IBOPE/NetRatings, 2009). Segundo Magalhães (2010), gerente de análise do IBOPE/NetRatings, este ritmo de crescimento de acesso à internet brasileira é intenso, já que a entrada da classe C para o “clube” dos internautas deve continuar a manter esse mesmo compasso forte de aumento no número de usuários residenciais.

Com o objetivo de saber como os usuários participantes do nosso *software* utilizavam seu tempo de navegação na internet solicitamos aos alunos que marcassem as opções segundo a figura 15. Nota-se que as opções mais selecionadas foram uso para e-mail (36), pesquisas (33), Redes sociais (32) e trabalhos em geral (30).

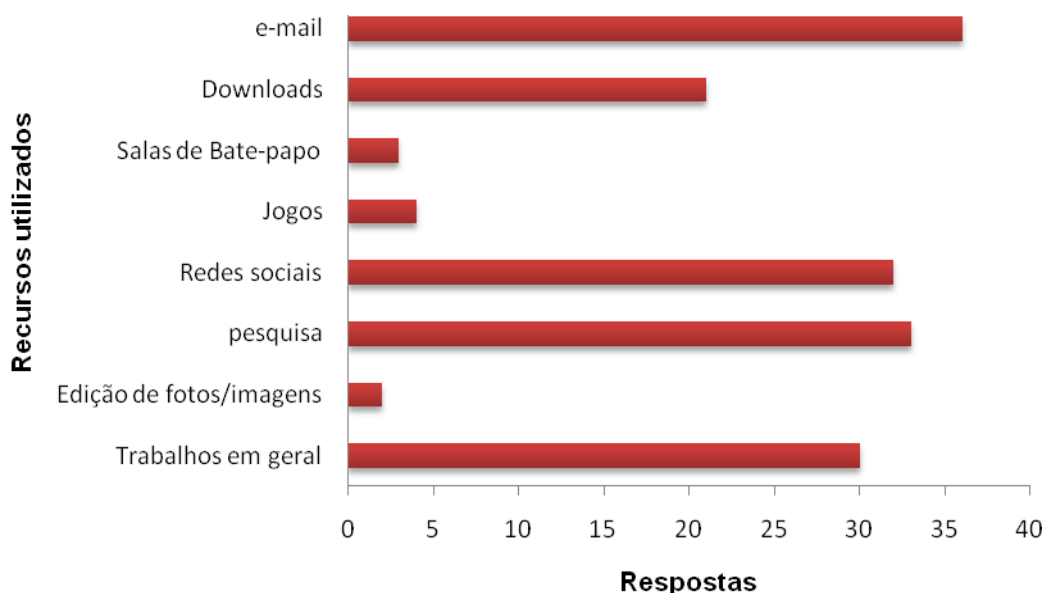


FIGURA 15. RECURSOS MAIS UTILIZADOS PELOS ALUNOS COM O USO DO COMPUTADOR

Entretanto, o alto índice de respostas dadas relacionadas ao uso de internet para o acesso a redes sociais (*Orkut*, *Facebook* e outros) e downloads enquadra-se com os números citados pelo portal NetRatings do IBOPE em 2009. Estes resultados também demonstram que o uso do computador e da internet, seja para lazer ou trabalho, tem aumentado exponencialmente e, independente do que se possa esperar desta ferramenta no futuro, no momento em que vivemos estes recursos são considerados essenciais ao cotidiano da sociedade.

O elevado índice de respostas dos usuários com relação ao uso de redes sociais vem apenas corroborar os dados da realidade cotidiana, pois, estão num processo de expansão contínuo, principalmente as redes sociais focadas em relacionamentos via WEB (Orkut, Facebook, Hi5, Myspace, Haboo, etc.) as quais possuem enquanto principais usuários a geração net (Tapscott, 2010).

Contudo, no contexto educação o desafio será estabelecer com a geração net ou (Y) uma relação de ensino-aprendizagem que concilie os interesses deste público com os objetivos pedagógicos. E a questão é se as redes sociais poderiam se tornar um aliado no processo de aprendizagem (Silva, 2009).

O que pode garantir a eficácia ou algum ganho na educação através do uso das redes no processo de aprendizagem é o fato de que devemos considerar que estas já fazem parte do cotidiano de boa parte dos alunos e são utilizadas por estes em outros momentos (Araújo, 2010)

Além disso, as redes possibilitam ambientes de interação e colaboração entre os usuários. Sendo assim, o uso cauteloso e com uma metodologia bem elaborada e direcionada, penso que as redes sociais podem se tornar, futuramente, ferramentas úteis e aplicáveis na esfera educacional.

Segundo Lévy (1999), partimos do pressuposto de que a *Internet* não traz consigo nem a salvação nem a perdição, é um *Pharmakon*, ou seja, nem remédio nem veneno, o seu uso é que determinará o futuro desta tecnologia.



## 5. DISCUSSÃO

---

Nos últimos anos tem havido um longo debate sobre as oportunidades para o uso de recursos computacionais (*softwares*, animações) no processo de ensino-aprendizagem. Um exemplo seria o uso da animação comparado ao uso de imagens estáticas (Hegarty, 2004).

Há várias razões para esperar que ambos os formatos de representação visual, animações e imagens estáticas, possam ser benéficos para a aprendizagem. Quanto à animação, pode-se argumentar que elas ajudam a visualizar mentalmente um processo, resultando em uma redução da carga cognitiva em comparação com uma situação em que o processo ou o procedimento tem de ser reconstruído a partir de uma série de imagens estáticas (Hoffler e Leutner, 2007).

Como já abordado, o objetivo deste trabalho foi desenvolver e também avaliar um recurso computacional animado e interativo voltado para o ensino da disciplina imunologia. Nosso *software* buscou apresentar temas importantes dentro do conteúdo da disciplina imunologia de forma inovadora e atraente para os estudantes desta disciplina.

O objetivo de um *software* educacional é sempre apoiar a aprendizagem de alguma forma. Assim, é evidente que o projeto de *software* deve levar em conta a forma como os alunos aprendem e também proporcionar boa usabilidade de modo que as interações do aluno com o *software* seja a mais natural e intuitiva possível (Squires e Preece, 1996).

Portanto, levando em consideração a relevância da usabilidade no processo de interação e aprendizagem entre os estudantes, buscamos adequar ao desenvolvimento do nosso *software* alguns critérios para a boa usabilidade. A usabilidade para um *software* educacional pode ser definido como: a medida que um produto pode ser usado por usuários específicos para atingir suas metas com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico.

Para descobrirmos se nosso *software* se adequava aos critérios de um produto com boa usabilidade, perguntamos na avaliação feita tanto com alunos

quanto com docentes se o *software* era de fácil manuseio, em ambos os testes 98% das respostas foram positivas para a questão, concordando que o programa era fácil de manipular.

Essa característica é importante, pois, segundo Krug (2005), a falta de usabilidade pode afetar negativamente a utilização de um produto. Não apenas isso, mas se o usuário perceber que um sistema é muito difícil de usar, a percepção pode influenciar a sua capacidade de absorver o conteúdo apresentado pelo sistema (Anajaneyulu; Singer, 1998).

Em relação aos *softwares* educativos, problemas na usabilidade da interface podem não apenas dificultar o uso do sistema quanto prejudicar a aprendizagem dos conteúdos. Por isso, Nielsen (1994) destaca que, para que um sistema tenha boa usabilidade, é necessário atender aos seguintes requisitos: ser de fácil aprendizagem, ser eficiente na utilização e ser fácil de lembrar.

Contudo, não apenas uma interface atraente é o suficiente para atender os critérios de um *software* que tem como objetivo o foco educacional. Neste caso, um *software* educacional para o ensino de imunologia. Como já esclarecido aqui, um dos grandes problemas caracterizados no ensino de imunologia é o nível de abstração em seu conteúdo. Com o desenvolvimento deste programa, procuramos minimizar essa dificuldade na visualização dos eventos e processos compreendidos pela imunologia, ou seja, procuramos dar uma “visão” microscópica e macroscópica dos fenômenos.

Com o intuito de entender se nosso *software* iria suprir tal necessidade, problematizamos através da pergunta se o *software* iria auxiliar no processo de visualização dos eventos imunológicos. De acordo com as respostas positivas referentes a este quesito (99%), pudemos observar que alcançamos este objetivo. Segundo os autores Brown (2000), Cuban (2001), Cates *et al.*, (2002) e Kelly (2003), este resultado pode ser explicado pela eficácia das características presentes neste tipo de recurso como: capacidade de repetição, uma forma alternativa para se explorar e encorajar descobertas e a assistência com uma ferramenta simples e estritamente visual para esses processos.

Podemos inferir que a facilitação para o processo visual dos eventos abordados no *software* esteja relacionada à organização e apresentação do conteúdo. Por isso, almejamos também identificar se interface do nosso *software* era atraente e clara. Obtivemos 100% de respostas positivas com relação à esta pergunta.

Embora haja expectativas positivas para o uso do computador, em especial dos *softwares* educacionais no processo de ensino-aprendizagem, reconhecemos que o papel deste *software* é auxiliar no ensino destes conteúdos da disciplina imunologia. Com isso perguntamos aos estudantes se o *software* em conjunto com leitura particular ou livros-texto poderia, de alguma forma, subsidiar na aprendizagem.

Muitos estudos têm analisado a eficácia dos recursos computacionais comparando a performance dos estudantes que utilizam esses recursos em comparação à aqueles estudantes que utilizam metodologias tradicionais promovidas pelo uso de livros-texto. Embora os resultados desses trabalhos possam variar Chew *et al.*, (1994), a maioria dos estudantes que utilizam esses recursos está de acordo que é uma ferramenta útil no processo de ensino. Todavia, alguns estudos apontam que, muitas vezes os estudantes optam por usar ambos, os recursos computacionais e a leitura particular (Froman; Hence, 1993), (Thatcher, 2006).

Contudo, estudos realizados por pesquisadores da Universidade de Campinas (Unicamp-SP) (Dwyer; Wainer, 2007), têm apontado que o uso apenas do computador, seja qual for o ambiente (escolar, casa ou trabalho), não é associado a uma melhoria uniforme do desempenho do aluno no sistema escolar, neste caso específico Ensino Fundamental e Médio. Pelo contrário, aqueles que sempre usam o computador têm obtido desempenho inferior que outros usuários da mesma classe social. Nas classes sociais menos favorecidas, o resultado é ainda mais nítido.

Segundo Schacter (1999), uma das dificuldades mais duradouras em torno da questão de tecnologia e educação é que muitas pessoas pensam em tecnologia em primeiro lugar e depois em educação. Por isso, ao se desenvolver

um recurso informatizado em prol da aprendizagem, o pilar principal deve ser sempre o processo educativo.

Tentando colaborar com as hipóteses especulativas em torno do assunto informática e educação, buscamos compreender se a utilização, não somente do *software*, mas unido a leitura particular promoveria uma melhora no processo de aprendizagem.

Nossos resultados para essa questão apresentaram resultados convincentes, pois, 80% dos alunos e professores concordaram positivamente (respostas entre concordando totalmente ou concordando) que o *software* unido à leitura particular pode auxiliar no processo de ensino-aprendizagem desses conteúdos. Segundo Hede (2002), um recurso visual de entrada como uma animação é um importante fator que prende a atenção em um tópico específico e, por sua vez age como estímulo à manutenção de memorização deste tópico.

Outro fator importante a ser seguido na elaboração de um *software* é a disposição dos elementos. No mundo ocidental estamos habituados a ler da esquerda para a direita, de cima para baixo e tal padronização é obedecida na construção de páginas web, por exemplo. Por isso, é interessante seguir uma ordem no posicionamento das informações que respeite esta norma, ou seja, elementos mais importantes nas porções da tela que são comumente percorridas em primeiro lugar.

Para verificar se nosso programa seguia esta padronização perguntamos se a interface estava bem organizada. De acordo com os resultados da avaliação realizada pelos alunos e professores, o *software* seguia uma ordenação e estava bem organizado. Diversos experimentos têm demonstrado que a maior parte dos usuários percebe a densidade de uma página ou interface da mesma maneira, sendo que o excesso de elementos reduz o desempenho na busca e retenção de informações (Wardeiner, 2007).

Concluindo esta análise, levantamos uma questão tanto para alunos quanto para professores sobre os benefícios gerados pelo *software* para o processo de ensino-aprendizagem. Para tal, afirmamos em duas assertivas se os usuários NÃO gostaram deste tipo de método de aprendizagem e se o uso NÃO trouxe algum benefício para a compreensão do assunto (questões 11 e 14

respectivamente). Segundo os resultados, tanto professores quanto alunos julgaram discordar, ou discordar totalmente acerca dessas afirmações, expressando uma aceitação positiva sobre o uso do *software* e dos benefícios para o ensino destes conteúdos.

Ribeiro e Greca (2003), ressalta que as novas tecnologias proporcionam oportunidades para a criação de ambientes de aprendizagem, que seriam difíceis de alcançar através das ferramentas tradicionais (livros, quadro...), trazendo problemas do mundo real para a sala de aula, tornando o currículo mais interessante, bem como propiciam suporte e ferramentas para o aumento da aprendizagem, originam oportunidades para “*feedback*”, reflexão e revisão.

Para entendermos qual foi o impacto provocado pelo nosso *software* nos estudantes e quais foram suas reações através do uso do programa, abrimos um espaço permitindo ao aluno expressar sua opinião através de críticas e sugestões relacionadas ao *software*. Os comentários dos alunos deixam nítida a boa receptividade que tiveram sobre o programa. Além disso, algumas sugestões e críticas apontadas foram cruciais para o melhoramento do *software*.

Através dos comentários dos alunos pudemos reavaliar nosso *software* e, quando julgamos necessário, realizamos as modificações, buscando sempre apresentar um produto de qualidade aos usuários.

Apesar de algumas críticas terem sido feitas sobre o *software*, a maioria dos estudantes aprovaram o uso do programa e sua implementação na disciplina imunologia. Críticas como: “*O programa é muito bom, mas eu aprenderia melhor usando o livro-texto*” foram recebidas com compreensão. Pois, na avaliação que fizemos para saber o nível de conhecimentos em informática básica, houve, mesmo que em pequena quantidade, respostas erradas com relação às assertivas. Desta forma, podemos inferir que este comentário, possa ter vindo de um desses alunos com dificuldade na utilização de computadores e/ou pouco conhecimento de informática. No entanto, uma análise posterior seria viável e importante para verificar uma possível correlação entre nível de conhecimento em informática e preferência por livros-texto.

Contudo, outra ressalva pode ser feita sobre essa questão: a adaptação às rápidas mudanças trazidas pelas mídias digitais. Os jovens de hoje já tem acesso e estão adaptados às tecnologias como computadores e principalmente à internet. Entretanto, as gerações anteriores à rede e a inserção da informática no cotidiano podem apresentar dificuldades para aprender e utilizar estas ferramentas. Como nossa amostra era heterogênea com relação à faixa etária, seria esperado que algum estudante pudesse apresentar dificuldades no uso do *software*.

Conforme Silva (2009), para a geração anterior, a tecnologia era vista como um complemento de suas vidas. Para a nova geração, a tecnologia faz parte da vida. É difícil separar as relações sociais cotidianas, atividades do mundo físico, daquelas ligadas ao mundo virtual.

Não obstante, explicações como: “*Os eventos da inflamação ficaram mais claros depois do uso da animação*”, são fáceis de explicar, pois conceitos abstratos inseridos dentro do assunto inflamação são muitas vezes, mal compreendidos devido à impossibilidade de “visualização” desses eventos. De acordo com Adnan *et al.*, (2009), alguns tópicos em imunologia são considerados difíceis de entender, exigindo que o estudante tenha profunda compreensão conceitual e habilidade de reconhecer e diferenciar interações complexas.

Outros estudantes que participaram de trabalhos semelhantes (Marbach-Ad; Rotbain, 2008) também estão de acordo com essas questões: As explicações dos alunos se referem principalmente à multiplicidade de conceitos abstratos, tais como “*há muitos conceitos para relembrar, e quando todos eles se misturam fica muito difícil realizar as relações entre eles*”. Outros alunos também apontam que o uso de *softwares* “quebrou a rotina do formato de aula tradicional”, e muitos comentaram que eles gostaram muito da atividade e gostariam de repetí-las em outros temas (Marbach-Ad 2008).

Ferramentas como, *softwares* educacionais, animações e simulações dinâmicas computacionais têm obtido muito sucesso através de sua aplicação no processo de ensino-aprendizagem (O' Day, 2006). A possibilidade de promover a aprendizagem através do uso exploratório de novos conceitos, bem como nas mudanças de representações mentais existentes têm sido apontadas como características fundamentais destes recursos (Greenhalgh, 2001). Além disso,

podem também realizar a ponte entre os conhecimentos prévios dos alunos e novos conceitos adquiridos (Michael e Modell, 2003), (Holzinger; Rust, 2008).

Dada a importância de atitudes e capacidade de aprendizagem, alunos que buscam maior responsabilidade pela sua própria aprendizagem, inerente a qualquer abordagem de Aprendizagem Centrada no Estudante, dão um passo valioso no seu desenvolvimento intelectual. Com isso, os professores podem trabalhar com estes alunos e levantar questões mais profundas cabendo aos alunos ajustarem essas informações à sua própria aprendizagem (Froyd e Simpson, 2010).

Buscamos também compreender e avaliar se nosso *software* seria uma ferramenta eficaz na aquisição ou retenção dos conteúdos por ele abordados. Para isso, realizamos com os alunos um pré-teste e um pós-teste para analisarmos se houve uma melhora na compreensão dos assuntos tratados após o uso do *software*.

Mas, enfatizamos também que, apesar de termos realizados ambos os testes, antes e após o uso do *software*, para complementar nossos estudos outras avaliações serão repetidas posteriormente. Com esta avaliação tentaremos buscar evidências de que o uso do *software* não proporciona uma aprendizagem mecânica. Segundo Ausubel, a aprendizagem mecânica caracteriza-se quando as novas informações são aprendidas, mas sem interagir com conhecimentos e conceitos relevantes na estrutura cognitiva (Pelizzari; Kriegel, 2002).

Após as análises estatísticas dos resultados dos testes feitos com os alunos, concluímos que houve uma melhora significativa no processo de aquisição de conhecimentos após o uso do *software*. E mais, podemos dizer, segundo o teste estatístico realizado que essa diferença foi extremamente significativa. Podemos assim alegar, segundo os dados apontados pela literatura, que os recursos multimídia como os *softwares* educativos desenvolvidos para o ensino de imunologia, tem gerado um impacto positivo no processo do ensino-aprendizagem.

À luz da Aprendizagem Centrada no Estudante, Handelsman *et al.*, (2004) afirma que há crescentes evidências de que a suplementação ou substituição do

ensino “passivo” por estratégias ativas de aprendizagem e o envolvimento dos alunos no processo de descoberta científica, proporcionam significativas melhoras na retenção do conteúdo estudado.

Além disso, segundo Adnan *et al.*, (2009), o uso de recursos multimídia, como *softwares*, tem aumentado o interesse pela aprendizagem de imunologia, indicando que estas ferramentas estão sendo bem aceitas como agentes facilitadores para o melhor entendimento da disciplina imunologia.

### *Avaliação com professores*

Para obtermos uma ferramenta de boa qualidade e eficaz para o ensino de imunologia, nós realizamos a avaliação do nosso *software* com professores da disciplina Imunologia e Farmacologia. Os testes foram aplicados com professores doutores e todos com mais de cinco anos de docência.

Como já abordado anteriormente, foram analisados aspectos de usabilidade e organização da interface. No entanto, para que pudéssemos compreender o ponto de vista dos professores a respeito do *software*, fizemos uma avaliação qualitativa (Apêndice) na qual os professores puderam deixar suas opiniões, críticas e sugestões.

As opiniões e sugestões expressas foram muito importantes, pois pudemos melhorar o conteúdo didático do programa, assim como alterar e acrescentar detalhes e corrigir alguns pontos. Alguns comentários dos docentes foram: “o programa está muito bom...”, “excelente conteúdo”, “Eu usaria com certeza este programa nas aulas de imunologia...”, “O programa é adequado ao público-alvo, mas poderia também ser direcionado a outros seguimentos de ensino como pós-graduação e até ensino médio...”.

Uma possível explicação para essa boa aceitação pode estar de acordo com Di Carlo (2006) onde cita que os educadores lamentam a quantidade de conteúdo presente no currículo de suas disciplinas e ambos, professores e estudantes devem criar estratégias tanto para aprender quanto para ensinar. O conteúdo extenso dos cursos deixam pouco tempo para que os alunos adquiram



uma compreensão profunda ou para desenvolver habilidades ao longo da vida, tais como pensamento crítico, resolução de problemas, comunicação e habilidades interpessoais.

Além disso, outro fator que se deve destacar é a quantidade de tempo utilizada na aprendizagem por essas ferramentas. Alguns trabalhos citam que a aprendizagem através do uso de animações e *softwares* são mais rápidas do que por métodos tradicionais. (Thatcher, 2006)

Uma questão importante que procuramos acrescentar no desenvolvimento do nosso *software* foi permitir a interação dos conteúdos de imunologia com os conteúdos de outras disciplinas tais como: biologia celular, bioquímica, biologia molecular, fisiologia e anatomia. No entanto, para saber se conseguimos alcançar essa interdisciplinaridade, questionamos aos docentes se esta interação se encontrava presente no nosso *software*.

Segundo os docentes, ficou nítido que nos aproximamos bastante deste objetivo. Pois algumas das respostas foram: *“Sim, associa várias áreas básicas da biologia, tais como: biologia celular, bioquímica, fisiologia, além das disciplinas específicas como imunologia e patologia.”*, *“Potencialmente, mas precisa ser mais explorado e desenvolvido para atingir o objetivo de uma discussão interdisciplinar.”* *“Uma sugestão seria utilizar legendas em algumas etapas.”*

A proposta da interdisciplinaridade curricular faz sentido, sendo que os conteúdos pertencentes às diferentes disciplinas são os meios e não os fins do processo educativo (Xavier, 1997). Nesse contexto, ela deve partir da necessidade observada por docentes e discentes para explicar, compreender, intervir e mudar algo que desafia uma disciplina isolada (Brasil, 2000).

Concluímos assim que a avaliação realizada com os docentes foi uma excelente análise crítica da nossa ferramenta apresentada. Essa avaliação sugere que o nosso programa alcançou (a maioria dos) objetivos propostos, sendo uma ferramenta eficaz em termos de usabilidade, afetividade, receptividade e organização, com conteúdos objetivos, promovendo a aquisição de conhecimentos sobre temas da disciplina imunologia básica.

## 6. CONCLUSÃO:

---

Segundo os resultados obtidos, podemos dizer que conseguimos alcançar os objetivos traçados aqui neste trabalho.

Com relação à recepção e afetividade, tanto os alunos avaliados quanto os docentes demonstraram uma excelente impressão quanto aos quesitos questionados, como: organização, navegação, dentre outros.

Esperávamos também que nosso *software* pudesse ser eficaz na aquisição dos conteúdos abordados relacionados à disciplina imunologia. Para tal realizamos testes e pudemos comprovar que houve uma melhora significativa após o uso do programa.

Contudo, alguns aspectos e limitações técnicas ainda necessitam de aprimoramento, visto que determinados alunos e professores sentiram falta de maior interatividade. Poucos alunos também apresentaram confusão no manuseio do programa.

Por isso, novos testes deverão ser feitos para complementar essas informações para que possamos oferecer à esfera educacional, não apenas um produto bem elaborado, mas também eficaz no processo de ensino-aprendizagem.

Sendo assim, por se tratar de um programa desenvolvido para o ensino da ciência Imunologia, temos plena consciência que não podemos dizer que este *software* está finalizado.

A Imunologia, bem como outras áreas da biologia, está em constante evolução e atualização. Desta forma, estaremos sempre trabalhando para que nosso *software* alcance o objetivo proposto como ferramenta auxiliar ao ensino de Imunologia básica de forma eficaz e sempre atual.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

Abranches SP. Informática e Educação - o Paradigma Pedagógico da Informática Educativa: Algumas implicações para o Trabalho Docente. Revista Conecta. 2000.

Adis J. Terrestrial invertebrates: survival strategies, group spectrum, dominance and activity patterns. Berlin: Springer; 1997.

Adnan N, Yaacob Y, Hassan MK, Salleh HM, Noorbacha IA. Developing CAS Models in Immunology Teaching. International Conference on Electrical Engineering and Informatics; 5-7 August; Selangor, Malaysia. 2009.

Almeida ME. Proinfo: Informática e formação de professores. Brasília, DF: Secretaria de Educação à Distância. Ministério da Educação; 2000.

Anajaneyulu KSR, Singer RA, Harding A. Usability Studies of a Remedial Multimedia System. Journal of Educational Multimedia and Hypermedia. 1998;7:207-36.

Andrade AMO, Jobson LS, Santana PM, Moura RJNM, Silva SVS, Felizola MPM. Estudo da Aplicação do Marketing de Relacionamento no Second Life. XXXII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação; 4 a 7 de setembro de 2009. ; Curitiba, PR 2009.

Araújo VDL. O impacto das redes sociais no processo de ensino e aprendizagem 3º Simpósio Hipertexto e tecnologias na Educação; Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Anais Eletrônicos; 2010.

Ausubel DP. Educational psychology : a Cognitive View. New York: Holt, Rinehart and Winston; 1968.

Ausubel DP. The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. Journal of Educational Psychology. 1960(51):267-72.

Bachelard G. A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Brasil, Rio de Janeiro: Editora Contraponto; 1996.

Bachinski RF, Quinsani, D.A., Souza, N. G. Implicações e substituições ao uso de animais no ensino de técnicas histológicas. I BIOTA – Ciclo de Estudos de Biologia de Tangará da Serra; Universidade Federal do Mato Grosso - UFMT2009.

Balcombe J. The use of animals in higher education. Problems, alternatives and recommendations. Washington: Humane Society Press; 2000.

Barill EC, Cunha GG. A Tecnologia de Realidade Virtual: Recurso Real para Potencializar a Educação. Revista EducaOnline. 2010;4(2):1-15.

Barquet N, Domingo P. Smallpox: The Triumph over the Most Terrible of the Ministers of Death. Annals of Internal Medicine. 1997 15 October 1997;127(8):635-42.

Barron AE, Orwig GW. New Technologies for Education: Englewood, CO: Libraries Unlimited.; 1997.

Barros B, Verdejo MF. Analyzing students interaction process for improving collaboration. International Journal of Artificial Intelligence in Education 2000.

Bassani PBS, Passerino LM, Pasqualotti PR, Ritzel MI. Em busca de uma proposta metodológica para o desenvolvimento de software educativo colaborativo. Rev Novas Tecnologias na Educação. 2006;4(1):1-10.

Bastos F. Construtivismo e Ensino de Ciências. Questões Atuais no Ensino de Ciências. Nardi R, editor. São Paulo: Escritura Editoras; 1998.

Baumeister RF, Bushman BJ. Social Psychology and Human Nature. Belmont, CA: Thomson Learning Inc.; 2008.

Bell RL, Smetana LK. Using Computer Simulations to Enhance Science Teaching and Learning: National Science Teachers Association; 2005.

Bertagnolli SC, Sanches LAB, Kreme MM, Souza AS, Silva AM. Formação docente aliada aos novos recursos das TICs. Revista Novas Tecnologias na Educação Cinted-UFRGS. 2009;7(3).

Bezerra CS, Carmo FNA, Oliveira FA, Oliveira FCS, Xavier Neto LP. A utilização de modelos como recursos didáticos no ensino de Biologia para jovens e adultos. III Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica; Fortaleza, CE.2008.

Borges PRT. Qualidade de Software Educacional: Critérios para Validação de Treinamento Multimídia Utilizados em Educação à Distância. Rev Tecnologia Educacional. 1998;26(140):11-7.

Boyle T. Design for Multimedia Learning. London: Prentice Hall; 1997.

Brasil ME. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação; 2000.

Brown JS. How the web changes work, education, and the ways people learn. Growing up digital. 2000.

Burke SC, Snyder S, Rager CR. An assessment of faculty usage of YouTube as a teaching resource. The Internet Journal of Allied Health Sciences and Practice. 2009;7(1):1-8.

Camargo EP. Embora tenha avançado muito em sua saga contra as doenças infecciosas, a humanidade não conseguiu eliminá-las. Ciência e Cultura 2003;55(1):3.

Campos F, Campos G, Rocha AR. Dez etapas para o desenvolvimento de software educacional do tipo hipermídia. IV Congresso Ibero-americano de Informática na Educação; Brasília, DF.1998.

Castro MFA, Alves LA. The implementation and use of computers in education in Brazil: Niteroi city/Rio de Janeiro. Computers and Education. 2007(49):1378–86.

Castro MFDA, Alves LA. Inclusão ou exclusão digital? Uma avaliação da informática educacional no Município de Niterói. [Monografia]. Rio de Janeiro, RJ: Instituto Oswaldo Cruz/Fiocruz; 2003.

Cates W, Price B, Bodzin A. Implementing technology rich curricular materials; Findings from the exploring life project. Comput Schools 2002;20:1-2.

Chew FS, Stiles RS, E. J, Whitley MD. Computer-assisted instruction with interactive videodisc versus textbook for teaching radiology. Acad Radiol. 1994;1:326-31.

Collins JW, O' Brien NP. The Greenwood Dictionary of Education. Westport, CT: Greenwood. : Greenwood Publishing Group, Inc; 2003.

Costa FA. Concepção de sistemas de formação multimídia: elaboração de um guião de autor. 2010 4 de maio de 2010: Disponível em: <http://www.minerva.uevora.pt/simposio/comunicacoes/fcosta/guiautor.htm>.

Cuban L. Review of: Oversold and Underused: Computers in the Classroom. Language Learning & Technologys. 2001;7(3):42-5.

Davis C, Oliveira Z. Psicologia na educação. São Paulos: Cortez; 1991.

Davis J, Chryssafidou E, Zamora J, David D, Khalid K, Coomarasamy A. Computer-based teaching is as good as face to face lecture-based teaching of evidence based medicine: a randomised controlled trial. BMC Medical Education. 2007;7(23):1-6.

Delves PJ, Seamus JM, Burton DR, Roitt IM. Essential immunology. 10th ed. Massachusetts: Blackwell Publishing Ltd.; 2006.

Di Carlo SE. Cell biology should be taught as science in practiced. Nature Reviews Molecular Cell Biology. 2006;7:290-6.

Diniz R, Duarte ALA, Oliveira CHS, Romiti M. Animais em aulas práticas de ensino: podemos substituí-los com a mesma qualidade de ensino? Revista Brasileira de Educação Médica. 2006;30(2):31-41.

Dougherty RC, Bower CW, Berger T, Rees W, Mellon EK, Pulliam E. Cooperative learning and enhanced communication: effects on student performance, retention, and attitudes in general chemistry. J Chemical Educ 1995(72):793-7.

Dwyer T, Wainer J, Dutra RS, Covic A, Magalhães VB, Ferreira LRR, et al. Desvendando mitos: Os computadores e o desempenho no sistema escolar. Educ Soc. 2007 set./dez. 2007;28(101):1303-28.

Edwards R. Meeting individual learner needs: power, subject, subjection. C. Paechter MP, D. Scott, and J. Soler, editor. London: SAGE; 2001.

Felipe FSP. Flash: Um Sucesso Desde a Sua Criação. 2010; Acesso em: 02 de novembro de 2009. Disponível em: <http://www.ancorador.com.br/informatica/software/flash-um-sucesso-desde-a-sua-criacao>.

Fidalgo-Neto AA, Tornagui AJC, Meirelles RMS, Berçot FF, Xavier LL, Castro MFA, et al. The use of computers in Brazilian primary and secondary schools. Computers and Education. 2009;53(677-685).

Forattini OP. Varíola, erradicação e doenças infecciosas. Revista de Saúde Pública. 1988;22(5).

Froman RD, Hence C, Neafsey PJ. Froman RD, Hence C, Neafsey PJ. A comparative assessment interactive videodisc instruction. Comput Nurs. 1993;11:236-41.

Froyd J, Simpson N. Student-Centered Learning Addressing Faculty Questions about Student-centered Learning. Texas A&M University 2010.

Futuyma DJ. Biologia Evolutiva: Funpec; 2002.

Gilbert JK, Justi R, Aksela M. The visualization of models: A metacognitive competence in the learning of chemistry. 4th annual meeting of the European Science Education Research Association Noordwijkerhout - Netherlands 2003.

Giridharan NV, Kumar V, Muthuswamy V. Use of Animals in Scientific Research. New Delhi Indian Council of Medical Research; 2000; Acesso em: 24 de agosto de 2010. Disponível em: [http://www.icmr.nic.in/bioethics/Animals\\_biomedical%20research.pdf](http://www.icmr.nic.in/bioethics/Animals_biomedical%20research.pdf).

Goldsby RA, Kindt TJ, Osborne BA. Kuby Immunology. New York/USA: W.H. Freeman; 2000.

Gomes AS, Padovani S. Usabilidade no ciclo de desenvolvimento de software educativo. Brasileiro de Informática na Educação SBIE'2005; Juiz de Fora, MG.2005.

Gomes GM. A Percepção de Estudantes de Ciências Biológicas e da Saúde sobre o Uso de Animais Vivos em Aulas Práticas na Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI / SC) [TCC]. Vale do Itajaí: UNIVALI / SC; 2009.

Grabe M, Grabe C. Integrating technology for meaningful learning. 4a ed. Boston/USA: Houghton Mifflin Company; 2004.

Greenhalgh T. Computer assisted learning in undergraduate medical education. BMJ medical publication. 2001;322:40-4.

Griffin JD. Technology in the teaching of neuroscience enhanced student learning. . Rev Adv Physiology Education. 2003(27):146–55.

Guardino RF. Early History of Microbiology and Microbiological Methods. Wilmington, N.C. USA: Encyclopedia of Rapid Microbiological Methods; 2005.

Hall JE, Guyton AC. Tratado de Fisiologia Médica. 11 ed. Philadelphia, Pennsylvania: Elsevier; 2006.

Handelsman J, Ebert-May D, Beichner R, Bruns P, Chang A, DeHaan R. Scientific teaching. Science. 2004;304(5670):521-2.

Hede A. An integrated model of multimedia effects on learning. Journal of Educational Multimedia and Hypermedia. 2002;11(2):177-91.

Hegarty M. Dynamic visualizations and learning: getting to the difficult questions. Learning and Instruction. 2004;14:343-51.

Heller P, Keith R, Anderson S. Teaching problem solving through cooperative grouping. Part 1: group versus individual problem solving. Am J Physics 1992;60:627-36.

Hoffler T, Leutner D. Instructional animation versus static pictures: A meta-analysis. Learning and Instruction. 2007;17(6):722-38.



Holzinger A, Rust MDK, Wassertheurer S, Hessinger M. Learning performance with interactive simulations in medical education: Lesson learned from results of learning complex physiological models with the HAEMOdynamics SIMulator. *Computers & Education*. 2008;52:1-10.

Horrox R. *The Black Death*. Manchester: Manchester University Press; 1994.

House JD. The motivational effects of specific instructional strategies and computer use for mathematics learning in Japan: Findings from the third international mathematics and science study. *International Journal of Instructional Media*. 2003;30(1).

Imhof BA, Aurrand-Lions M. Adhesion mechanisms regulating the migration of monocytes. *Nature Reviews Immunology*. 2004;4:432-44.

INEP. Censo Escolar 2007. In: (MEC) MdEeC, editor. Brasília/DF2008.

Janeway CA, Travers A, Walport M, Schlomchik MJ. *Immunobiology - The Immune System in Health and Disease*. 6th ed. New yourk: Garland Science Publishing; 2005.

Johnson P. *Human Computer Interaction: Psychology, task analysis and software engineering*. London: McGraw-Hill International; 1992.

Jonassen DH. Computers as mindtools for schools: Engaging critical thinking and representing knowledge; 2000; Acesso em: 03 de agosto de 2010: Disponível em: [http://frank.itlab.us/forgetting/learning\\_mindtools.pdf](http://frank.itlab.us/forgetting/learning_mindtools.pdf).

Jonassen DH. Using cognitive tools to represent problems. *Journal of Research on Technology in Education*. 2003;35(3):362-81.

Kelly H. Education for tomorrow needs innovation today. *Carnegie Rep*. 2003:44-5.

Kenski VM. *Tecnologias e Ensino Presencial e à Distância*. 4a ed. Campinas,SP: Papirus; 2006.

- King DS. An integrated science course designed with communication technologies to enhance university students' learning performance. *Computers & Education*. 2008;51:1365-74.
- Kraidy U. Digital media and education: cognitive impact of information visualization. *J Educ Med*. 2002;27:95-106.
- Krasilchik M. *Prática de Ensino de Biologia*. 4 ed. São Paulo: EDUSP; 2008.
- Krug S. *Don't Make Me Think: A Common Sense Approach to Web Usability* New Riders Press; 2005.
- Kumar V, Abbas AK, Fausto N. *Robbins and Contran Pathologic Basis of Disease*. 7 ed. Philadelphia, Pennsylvania: Elsevier; 2005.
- Leite LB. As dimensões interacionista e construtivista em Vygotsky e Piaget. *RevCadernos do CEDES São Paulo*. 1991;24.
- Lévy P. *Cibercultura*. 34 ed. São Paulo, SP: São Paulo; 1999.
- Lindbom L, Soehnlein O. Phagocyte partnership during the onset and resolution of inflammation. *Nature Reviews Immunology*. 2010;10:427-39.
- Magalhães AS. Estatísticas, dados e projeções atuais sobre a Internet no Brasil. 2010; Acesso em: 13 de outubro de 2010: Disponível em: [http://www.elitepress.com.br/new/index.php?option=com\\_content&view=article&id=16:e-statisticas-dados-e-projecoes-atuais-sobre-a-internet-no-brasil&catid=19:internet&Itemid=2](http://www.elitepress.com.br/new/index.php?option=com_content&view=article&id=16:e-statisticas-dados-e-projecoes-atuais-sobre-a-internet-no-brasil&catid=19:internet&Itemid=2).
- Majno G, Joris I. *Cells, Tissues and Disease* Oxford,USA: Oxford Univ. Press; 2004.
- Marbach-Ad G, Rotbain Y, Stavy R. Using Computer Animation and Illustration Activities to Improve High School Students' Achievement in Molecular Genetics. *Journal of Research in Science Teaching*. 2008;45(3):273-92.
- Medzhitov R. Origin and physiological roles of inflammation. *Nature Insight Review*. 2008;454:428-35.

Michael JA, Modell HI. Active Learning in Secondary and College Science Classrooms: a Working Model of Helping the Learning to Learn. Mahwah, NJ: Laurence Erlbaum Associates, Inc; 2003.

Milani E. A informática e a comunicação matemática. In: Smole KS, Diniz, M.I. (Orgs.), editor. Ler, escrever e resolver problemas: Habilidades básicas para aprender matemática. Porto Alegre: Artmed; 2001. p. 176-200.

Morais RXT. Software Educacional: A importância de sua avaliação e do seu uso nas salas de aula [Monografia]. Fortaleza-CE: Faculdade Lourenço Filho; 2003.

Moreira M. O uso de computador na Educação: pressupostos psicopedagógicos. Educação em Revista. 1986(4):13-7.

Moreira MA. Aprendizagem significativa. Brasília,DF: Editora da UnB; 1999.

Motschnig-Pitrik R, Holzinger A. Student-Centered Teaching Meets New Media: Concept and Case Study. Educational Technology & Society. 2002;5(4):106-72.

Nielsen J. Usability Engineering. San Fransisco, CA: Morgan Kaufmann; 1994.

Nielsen J, Tahir M. Homepage usability: 50 websites deconstructed. Indianapolis, USA: New Riders Publishing; 2001.

Nourshargh S, Hordijk PL, Sixt M. Breaching multiple barriers: leukocyte motility through venular walls and the interstitium. Nature Reviews Molecular Cell Biology. 2010;11:366–78

O' Day DH. Animated Cell Biology: A Quick and Easy Method for Making Effective, High-Quality Teaching Animations. CBE—Life Sciences Education. 2006;5:255-63.

Oliveira CC, Costa JW, Moreira M. Ambientes informatizados de aprendizagem: produção e avaliação de software educativo. São Paulo, SP: Editora Papirus; 2001.

Oliveira RA, Mota RS, Farias CV, Bastos LN, Ramos.M.M. Desenvolvimento e avaliação de sistema multimídia para ensino e aprendizado de irrigação. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 2002;6(3):553-6.

Pais LC. Uma análise do significado da utilização de recursos didáticos no ensino da geometria. ANPED; Caxambu, MG2000.

Pelizzari A, Kriegl ML, Baron MP, Finck NTL, Dorocinski SI. Teoria da Aprendizagem Significativa Segundo Ausubel. Revista PEC, Curitiba. 2002;2(1):37-42.

Piaget J. Construção do real na criança. Rio de Janeiro: Zahar; 1975.

Picard RW, Papert S, Bender W, Blumberg B, Breazeal C, Cavallo D, et al. Affective learning — a manifesto. BT Technology Journal. 2004;22(4):253-69.

Pivec M. Play and learn: potentials of game-based Learning. Rev British Journal of Educational Technology. 2007;38(3).

Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios [internet]. IBGE. 2009; Acesso em: 13 de abril de 2009.

Pober JS, Sessa WC. Evolving functions of endothelial cells in inflammation. Nature Reviews Immunology. 2007;7:803-15.

Potter CW. Influenza. 1 ed. Zuckerman AJ, Mushahwar IK, editors. Amsterdam: Elsevier Science, B.V; 2002.

Praia JF. Aprendizagem significativa em D. Ausubel: Contributos para uma adequada visão da sua teoria e incidências no ensino. III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa; Peniche, Portugal.2000.

Predavec M. Evaluation of E-Rat, a computer-based rat dissection, in terms of student learning outcomes. Journal of Biological Education. 2001;35(2):75-80.

Ramos LBC, Rosa PRS. O ensino de ciências: fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos anos

iniciais do ensino fundamental. Rev Investigações em Ensino de Ciências. 2008;13(3):299-331.

Randall TD, Carragher DM, Rangel-Moreno J. Development of Secondary Lymphoid Organs. The Annual Review of Immunology. 2008;26:627–50.

Reategui E. Interface para Softwares Educativos. Cinted-UFRGS. 2008.

Rezende F. As novas tecnologias na prática pedagógica sob a perspectiva construtivista. ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências. 2002;2(1):1-18.

Ribeiro AA, Greca IM. Simulações computacionais e ferramentas de modelização em educação química: uma revisão de literatura publicada. Química Nova. 2003;26(4):542-9.

Ricklefs RE. Economia da Natureza. 5a ed: Editora Guanabara Koogan; 2007.

Rosa PSR. Instrumentação Para o Ensino de Ciências. Departamento de Física UFMS. 2008:48.

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. 2006;43:500-29.

Sancho J. Para uma tecnologia educacional. Porto Alegre: Editora ArtMed; 1998.

Sanger MJ, Brecheisen DM, Hynek BM. Can computer animation affect college biology students' conceptions about diffusion & osmosis? The American Biology Teacher. 2001;63:104-9.

Schacter J. The impact of educational technology on student achievement: what the most current research has to say? Milken Exchange on Education Technology. 1999.

Silva AN. A nova mídia e sua utilização pelos jovens. Revista Temática. 2009 setembro/2009;9.

Silva J. 10 cuidados que devemos tomar em redes sociais. Revista Espírito Livre. 2009:28-32.

Silva RL, Rodrigues LC, Santos AMG, Queiroga JMS, Andrade RS, Monteiro CH, et al. Elaboração de material didático para a disciplina de imunologia: Visualização in vivo do processo de rolagem. XI Encontro de Iniciação à Docência; UFPB2008.

Silverstein AM. A history of immunology. 2 ed. Oxford, UK: Elsevier; 2009.

Sorokin L. The impact of the extracellular matrix on inflammation. Nature Reviews Immunology. 2010;10:712-23.

Souza ACA, Moraes IA, Cordeiro RA, Rios JR. Vídeos do YouTube como ferramenta didática no ensino superior de Publicidade e Propaganda. XXXII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação; 4 a 7 de setembro de 2009; Curitiba, PR. Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação2009.

Souza FHT, Souza EL, Falcão GM, Medeiros LN, Monteiro CH, Mascarenhas SR. Impactando as aulas de imunologia: Apresentando o sistema imunológico com aulas práticas. X Encontro de Iniciação à Docência; Universidade Federal da Paraíba - UFPB2001.

Squires D, Preece J. Usability and Learning: Evaluating the potential of educational software. Computers & Education. 1996;27(1):15-22.

Tapscott D. A hora da geração digital. Rio de Janeiro: Editora Agir; 2010.

Teixeira AC, Brandão EJR. Software Educacional: O Difícil Começo. . Rev Novas Tecnologias na Educação CINTED-UFRGS. 2003;1(1).

Thatcher JD. Computer Animation and Improved Student Comprehension of Basic Science Concepts. JAOA. 2006;1:9-14.

Valente JA. Computadores e conhecimento: repensando a educação. Campinas: UNICAMP1993.

Vargas A, Rocha HV, Freire FMP. Promídia: Produção de Vídeos Digitais no Contexto Educacional. Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação. 2007.

Vaughan T. Multimedia: making it work. 2 ed. Berkley: Osborne McGraw-Hill; 1994.

Vieira FMS. Avaliação de Software Educativo: Reflexões para uma Análise Criteriosa; 2010; Acesso em: 07 de abril de 2010: Disponível em: <http://edutec.net/Textos/Alia/MISC/edmagali2.htm>.

Vygotsky L. Mind in society: The development of higher psychological process. Cambridge: Harvard University; 1978.

Waddington DJ, Jones L, editors. Molecular visualization in science education. molecular visualization in science education workshop; 2001; Arlington, VA: National Science Foundation.

Wardeiner MR. Usability Engineering Team: Design Guidelines. NASA Glen Research Center. 2007; Acesso em: 15 de março de 2010: Disponível em: <http://www.grc.nasa.gov/usability/navigatecss.html>.

Weiss AML. A informática e os problemas escolares de aprendizagem. Rio de Janeiro: Editora DP&A; 1998.

Willis NJ. Edward Jenner and the eradication of smallpox. Scott Med J. 1997;42:118-21.

Wolff JFS. Avaliação de Softwares educacionais: critérios para seleção de Softwares educacionais para o ensino de matemática. Rev Ciência e Conhecimento. 2008;13:1-14.

Woodfin A, Reichel CA, Khandoga A, Corada M, Voisin M-B, Scheiermann C, et al. JAM-A mediates neutrophil transmigration in a stimulus-specific manner in vivo: evidence for sequential roles for JAM-A and PECAM-1 in neutrophil transmigration. Blood Journal The American Society of Hematology. 2007;110(6):1848-56.

Xavier IM. Ser, não ser e vir a ser interdisciplinaridade. Rio de Janeiro: Colégio Pedro II; 1997.

Zacharias VLC. Teoria do desenvolvimento mental e problemas da educação. 2009: Disponível em: <http://www.centrorefeducacional.com.br/vydesmen.htm>. .

Zimmerman BE, Zimmerman DJ. Killer germs: microbes and diseases that threaten humanity. New York, NY: McGraw-Hill; 2003.





**Pós-graduação em Ensino em Biociências e Saúde**  
**Instituto Oswaldo Cruz – Fiocruz**  
**Ministério da Saúde**  
**Laboratório de Comunicação Celular**

**Instrumento de Avaliação**

O presente questionário tem por objetivo avaliar o software de imunologia intitulado **“Imunologia Virtual: Então é assim?!?”**. A sua participação nesta pesquisa é muito importante, pois poderemos verificar o impacto deste programa como ferramenta no ensino da disciplina imunologia. Agradecemos desde já a sua participação.

**LEGENDA**

<b>(1)</b> <i>Concordo totalmente</i>
<b>(2)</b> <i>Concordo</i>
<b>(3)</b> <i>Nem concordo e nem discordo</i>
<b>(4)</b> <i>Discordo</i>
<b>(5)</b> <i>Discordo totalmente</i>

De acordo com a legenda acima, escolha um número como opção para as questões seguintes.

**Avaliação do software**

- 1) O software é de fácil manuseio. ( )
- 2) A utilização do software facilita a visualização dos processos imunológicos. ( )
- 3) O esquema demonstrado no módulo “Inflamação” está bem representado. ( )
- 4) As instruções de ajuda na tela do software são necessárias. ( )
- 5) A apresentação da tela é clara, atraente e informativa. ( )
- 6) O software com a leitura particular facilitaria o entendimento do assunto. ( )
- 7) Os botões de navegação são facilmente acessíveis. ( )
- 8) O auxílio de tutores/monitores para a utilização do software não é necessário. ( )
- 9) O software poderia complementar a leitura de livros-texto. ( )
- 10) O software apresenta o conteúdo de forma organizada. ( )
- 11) Eu não gostei deste método de aprendizagem. ( )
- 12) Eu recomendaria o software para ser utilizado novamente no curso. ( )
- 13) Eu recomendaria o software a outros interessados no assunto. ( )
- 14) A utilização do software não trouxe nenhum benefício na compreensão do assunto abordado. ( )

**Este espaço é aberto a críticas e sugestões sobre o programa.**

---

---

---

**As questões abaixo têm como objetivo saber um pouco sobre seu conhecimento em informática e sua situação socioeconômica. Todas as suas respostas permanecerão em sigilo absoluto.**

Idade: \_\_\_ Data de nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Masc  Fem

Solteiro  Casado

Tem filhos? NÃO  SIM  Quantos?\_\_\_\_

Considerando os seus rendimentos e de outros que morem com você (pais, responsáveis ou cônjuge), qual aproximadamente a **renda de sua família?**

- ( ) R\$ 650,00 até R\$ 1.300,00 ( ) R\$ 3.901,00 a R\$ 5.200,00  
( ) R\$ 1.301,00 a R\$ 2.600,00 ( ) R\$ 5.201,00  
( ) R\$ 2.601,00 a \$ 3.900,00 ( ) R\$ 650,00

**Escolaridade do pai:**

- ( ) sem escolaridade ( ) Ensino Fundamental ( ) Ensino Médio  
( ) Ensino superior ( ) Pós-graduação

**Escolaridade da mãe:**

- ( ) sem escolaridade ( ) Ensino Fundamental ( ) Ensino Médio  
( ) Ensino superior ( ) Pós-graduação

**Escolha uma opção abaixo para classificar seus conhecimentos em informática:**

- ( ) Muito satisfatório ( ) Satisfatório ( ) Pouco satisfatório ( ) Insuficiente

**Dos exemplos abaixo, assinale a ÚNICA opção referente a hardwares:**

- ( ) Placa-mãe e Processador ( ) Mouse e Editor de texto  
( ) Sistema operacional e Disco Rígido-HD ( ) Teclado e Linux

**São Sistemas Operacionais:**

- ( ) Excel ( ) Microsoft Office  
( ) Linux (UNIX) ( ) Windows

**Das opções abaixo, assinale qual (ou quais) você usaria para acessar a internet.**

- ( ) Mozilla Firefox ( ) Linux  
( ) Opera ( ) Internet Explorer  
( ) Safari

**Possui computador com acesso à internet?**

- ( ) sim ( ) Não

**Se NÃO possui computador com acesso à internet, onde você acessa?**

- ( ) Universidade / Escolas  
( ) Lan Houses/ Cyber café  
( ) Trabalho  
( ) Outros \_\_\_\_\_

**Em média, quanto tempo você gasta utilizando a Internet por sessão?**

- ( ) menos que 30 minutos  
( ) 30 a 60 minutos  
( ) 60 a 90 minutos  
( ) mais que 90 minutos

**Possui endereço de e-mail?**

- ( ) Sim  
( ) Não

**Geralmente, você utiliza o computador e internet para:**

- ( ) Enviar e receber e-mails
- ( ) Fazer download de filmes e músicas
- ( ) Participar de salas de bate-papo (Chat)
- ( ) Jogar (games)
- ( ) Acessar redes sociais (Orkut, Facebook, Twitter, MSN)
- ( ) Pesquisa
- ( ) Editar fotos/imagens
- ( ) Trabalho. Como \_\_\_\_\_

**Pós-graduação em Ensino em Biociências e Saúde**  
**Instituto Oswaldo Cruz – Fiocruz**  
**Ministério da Saúde**  
**Laboratório de Comunicação Celular**

**Instrumento de Avaliação - Módulo: Órgãos e tecidos linfoides**

Você está sendo convidado a participar do questionário “Imuno Quiz”. Neste questionário são apresentadas algumas questões específicas abordando o assunto “órgãos e tecidos linfoides”. Este questionário será aplicado novamente antes e após a utilização do software “Imunologia Virtual. Então é assim?!?”. A sua participação é muito importante, pois poderemos verificar o impacto desta ferramenta como recurso no ensino da disciplina imunologia.

1 - São órgãos linfoides em adultos, EXCETO!!!

- |                                 |                                    |
|---------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Timo   | <input type="checkbox"/> Linfonodo |
| <input type="checkbox"/> Fígado | <input type="checkbox"/> Tonsilas  |
| <input type="checkbox"/> Baço   |                                    |

2 – São órgãos linfoides primários em adultos.

- |  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Timo                  | <input type="checkbox"/> Baço     |
| <input type="checkbox"/> Medula óssea vermelha | <input type="checkbox"/> Tonsilas |
| <input type="checkbox"/> Linfonodos            |                                   |

3 – A maturação e diferenciação de Linfócitos T ocorre\_\_\_\_\_ e a maturação de Linfócitos B ocorre\_\_\_\_\_ . (Escreva ou numere de acordo com as respostas, respectivamente)

- |  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Baço                  | <input type="checkbox"/> Timo     |
| <input type="checkbox"/> Medula óssea vermelha | <input type="checkbox"/> Tonsilas |
| <input type="checkbox"/> Pâncreas              |                                   |

4 – São órgãos/tecidos linfoides secundários em adultos.

- |                               |   |
|-------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Baço | <input type="checkbox"/> Linfonodo      |
| <input type="checkbox"/> Timo | <input type="checkbox"/> Placa de Peyer |
| <input type="checkbox"/> Rim  |   |

5 – Placas de Peyer são tecidos linfoides secundários e estão localizadas...

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Pulmões           | <input type="checkbox"/> Intestino grosso |
| <input type="checkbox"/> Intestino delgado | <input type="checkbox"/> Estômago         |
| <input type="checkbox"/> Fígado            |   |

6 – Após a injeção de nanquim (antígeno) via intradérmica, as células da imunidade inata capturam este antígeno e migram para...

- |                                 |                                    |
|---------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Sangue | <input type="checkbox"/> Linfonodo |
| <input type="checkbox"/> Baço   | <input type="checkbox"/> Pulmões   |

7 - A injeção de nanquim por via endovenosa faz com que o antígeno (nanquim) caia diretamente na corrente sanguínea. Marque o órgão responsável pela captação de antígenos presente na corrente sanguínea.

- |                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Timo   | <input type="checkbox"/> Placa de Peyer |
| <input type="checkbox"/> Baço   | <input type="checkbox"/> Rim            |
| <input type="checkbox"/> Nenhum |   |

8 - O Baço está amplamente envolvido com respostas a antígenos provenientes...

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> dos tecidos | <input type="checkbox"/> do sangue           |
| <input type="checkbox"/> dos pulmões | <input type="checkbox"/> do trato urogenital |

**Pós-graduação em Ensino em Biociências e Saúde**  
**Instituto Oswaldo Cruz – Fiocruz**  
**Ministério da Saúde**  
**Laboratório de Comunicação Celular**

**Instrumento de Avaliação - Módulo: Inflamação**

Você está sendo convidado a participar do questionário “Imuno Quiz”. Neste questionário são apresentadas algumas questões específicas abordando o assunto “inflamação”. Este questionário será aplicado antes e após a utilização do software “Imunologia Virtual. Então é assim?!?”. A sua participação é muito importante, pois poderemos verificar o impacto desta ferramenta como recurso no ensino da disciplina imunologia.

1 – Quais desses agentes causam inflamação?

- Agentes químicos                       Agentes físicos  
 Agentes biológicos                       Todos

2 – NÃO é etapa da migração celular.

- Rolagem                                       Ativação  
 Migração                                       Seleção

3 – Que tipo celular chega primeiro ao sítio de inflamação?

- Linfócito                                       Neutrófilo  
 Basófilo                                       Eosinófilo

4 – Qual desses eventos não faz parte da fagocitose?

- Reconhecimento                               Engolfamento  
 Degradação                                       Necrose

5 – Que molécula NÃO participa no processo de adesão e transmigração celular?

- E-selectina                                       P-selectina  
 ICAM     Hemoglobina

6 – Após uma injúria e um antígeno obter acesso ao tecido, as células da imunidade inata capturam este antígeno e migram para...

- Sangue     Linfonodo  
 Baço     Pulmões

7 – O processo de apresentação de antígeno por uma APC (célula apresentadora de antígeno) para um linfócito faz com que essa APC aumente sua expressão de moléculas como...

- MHC     BCR  
 TCR     CD-3

8 – Que evento não é característica do processo inflamatório?

- Rubor     Calor  
 Dor     Hipotermia

**Pós-graduação em Ensino em Biociências e Saúde**  
**Instituto Oswaldo Cruz – Fiocruz**  
**Ministério da Saúde**  
**Laboratório de Comunicação Celular**

**Instrumento de avaliação do software (Professores): “Imunologia. Então é Assim?!?”**

Olá, você está sendo convidado a participar da utilização e avaliação do nosso software educacional. Sua participação é muito importante, pois assim poderemos verificar o impacto desta ferramenta como recurso auxiliar no processo de ensino-aprendizagem da disciplina Imunologia.

Desde já agradecemos a sua participação.

Segue abaixo as afirmações relacionadas ao software.  
Escolha uma opção de resposta de acordo com a legenda.

Legenda:

Concordo totalmente (5) – Concordo (4) – Nem concordo nem discordo (3)

Discordo (2) – Discordo Totalmente (1)

Afirmativas:

O software é de fácil manuseio. ( )

A utilização do software facilita a visualização dos processos imunológicos. ( )

Os esquemas demonstrados nos módulos estão bem representados. ( )

As instruções de ajuda na tela do software são necessárias. ( )

O software é livre de erros. ( )

A apresentação da tela é clara, atraente e informativa. ( )

O software com a leitura particular facilitaria o entendimento do assunto. ( )

Os botões de navegação são facilmente acessíveis. ( )

O auxílio de tutores/monitores para a utilização do software não é necessário. ( )

O software pode complementar a leitura de livros-texto. ( )

O software apresenta o conteúdo de forma organizada. ( )

Eu não gostei deste método de ensino-aprendizagem. ( )

Eu recomendaria o software para ser utilizado na disciplina imunologia. ( )

Eu recomendaria o software a outros interessados no assunto. ( )

A utilização do software NÃO traz benefícios na compreensão dos assuntos abordados. ( )

Abaixo seguem algumas questões abertas. Solicitamos que opinem sobre os aspectos abaixo sugerindo, criticando ou apontando alterações.

1 - Conteúdos abordados

---

---

---

2 – Você acha que este software tem caráter interdisciplinar?

---

---

---

3 - Faixa etária aconselhável (nível graduação)

---

---

---

4 - Interface adequada para a faixa etária.

---

---

---

5 - Vocabulário é adequado para a compreensão do aluno

---

---

---

6 - Os objetivos do *software* e as etapas a serem atingidas são claros e estão no nível de compreensão do aluno.

---

---

---

7 - Caso o aluno tenha dificuldades em termos conceituais, o *software* apresenta reforço ou informação, buscando apresentar ao aluno as dificuldades pontuais?

---

---

---

8 - Apresenta múltiplos caminhos para a solução do mesmo problema?

---

---

---

9 – Você poderia apontar qual o nível de interação que *software* apresenta e por quê?  
Alta interatividade, Média Interatividade ou Baixa Interatividade

---

---

---

10 - Quais são os conhecimentos prévios necessários para a aprendizagem utilizando este *software* em sua opinião?







**MINISTÉRIO DA SAÚDE  
FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ – FIOCRUZ  
Instituto Oswaldo Cruz - IOC**

Laboratório de Comunicação Celular e

Pós-Graduação em Ensino de Biociências e Saúde

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

(Conforme a Resolução nº 196, do Conselho Nacional de Saúde de 10 de outubro de 1996)

Você está sendo convidado para participar da pesquisa “**uso de um software como ferramenta auxiliar no ensino de imunologia**”. Sua participação é **voluntária**. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com quaisquer envolvidos neste projeto.

**O problema investigado:** O objetivo principal desse estudo é testar e avaliar um *software* como ferramenta pedagógica no curso de imunologia. Pretendemos com isso conhecer as vantagens e desvantagens desta ferramenta, bem como confrontá-la com práticas e outras ferramentas tradicionais já utilizadas.

**Procedimento:** Sua participação nesta pesquisa consistirá em **responder a questionários estruturados** com informações relacionadas ao uso do *software* e suas características e sobre conhecimentos específicos abordando o tema estudado.

**Riscos:** Não existem quaisquer riscos relacionados com a sua participação.

**Benefícios:** Ao aceitar participar desta pesquisa você estará contribuindo para o conhecimento mais detalhado das práticas de ensino da imunologia bem como para a sua melhoria. De forma mais específica, você estará recebendo uma ferramenta didática (*software*) que poderá ser útil nas relações ensino-aprendizado.

**Confidencialidade:** As informações obtidas através desta pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre a sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação. Os resultados serão divulgados em apresentações ou publicações com fins científicos ou educativos.

**Custo e pagamento:** Participar dessa pesquisa não implicará em nenhum custo para você, e, como voluntário, você também não receberá qualquer valor em dinheiro como compensação pela participação.

**Pesquisadores Responsáveis:** Filipe Faria Berçot e Luiz Anastácio Alves  
Lab. de Comunicação Celular, IOC – FIOCRUZ e Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biociências e Saúde.

Av. Brasil, 4365 – Manguinhos, 21045-900, Rio de Janeiro, Brasil.

Telefones: (21) 25621717 das 10 às 17 horas.

E-mails: [filipebercot@gmail.com](mailto:filipebercot@gmail.com) e [alveslaa@ioc.fiocruz.br](mailto:alveslaa@ioc.fiocruz.br)

---

Sujeito da pesquisa

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios da minha participação na pesquisa e aceito participar.

Desejo também, ser contatado para participar da segunda etapa da pesquisa recebendo e utilizando o software.

Não, não aceito participar da pesquisa.