

REFLEXÕES SOBRE A ELABORAÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS DIGITAIS PARA PARASITOLOGIA E ENTOMOLOGIA MÉDICA

B. S. DA SILVA¹

Universidade Federal do Rio Grande do Norte¹

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7689-8000>¹

bruno@imd.ufrn.br¹

Submetido 28/06/2015 - Aceito 15/02/2021

DOI: 10.15628/holos.2021.3159

RESUMO

Professores de Parasitologia e Entomologia Médica têm identificado dificuldades nos processos de ensino-aprendizagem e oportunidades de elaboração de novos materiais didáticos. Assim, nos engajamos em esforços interdisciplinares entre Biologia e Informática para desenvolver materiais didáticos em papel e em formato digital, acessados via computador e internet: um atlas virtual para apoiar as aulas práticas; uma chave de identificação virtual para orientar e apoiar os alunos na identificação taxonômica; e um jogo para estimular a curiosidade dos alunos enquanto se divertem.

Fundamentados em teoria Semiótica e de Comunicação, discutimos aspectos de algumas mídias utilizadas na elaboração de materiais didáticos que influenciam sua difusão e acesso ao conhecimento. Em particular, analisamos o que pode ser explorado na migração do papel para o mundo digital (computador + internet). Concluimos com reflexões sobre nossa colaboração interdisciplinar, formas de aproveitar o potencial de tecnologias digitais no ensino, e problemas de acesso às tecnologias digitais.

PALAVRAS-CHAVE: desenvolvimento de material didático, interdisciplinaridade, ensino de parasitologia e entomologia médica

REFLECTIONS ON DIGITAL TEACHING MATERIALS PREPARATION FOR PARASITOLOGY AND MEDICAL ENTOMOLOGY

ABSTRACT

Parasitology and Medical Entomology teachers have identified difficulties on teaching-learning processes and opportunities to elaborate new teaching materials. Thus, we had engaged in interdisciplinary efforts between Biology and Informatics to develop teaching materials in paper and in digital format, accessed through computer and internet: a virtual atlas to support practical classes; a virtual identification key to guide and support students during taxonomic identification; and an educational game to promote students' curiosity while they have fun.

Grounded in Semiotic and Communication theory, we discuss aspects of some medias used in the production of teaching materials that influence their diffusion and knowledge access. In particular, we analyze what can be explored in the migration from paper to digital world (computer + internet). We conclude with reflections about our interdisciplinary collaboration, ways to appropriate the potential of digital technologies in education, and access problems to digital technology.

KEYWORDS: teaching material development, interdisciplinary, parasitology and medical entomology teaching.



1 APRESENTAÇÃO

Os seres vivos interagem uns com os outros e com o meio ambiente durante todo seu ciclo de vida. Alguns deles possuem relações tão fortes, que podemos dizer que um depende do outro para sobreviver. Por exemplo, o piolho, comum em crianças, depende do homem para se alimentar e sobreviver; um vírus da gripe também não consegue sobreviver muito tempo fora de outro ser vivo como o homem, outro mamífero ou uma ave. Por essas relações de dependência, o piolho e o vírus da gripe são denominados de parasitos, enquanto que o homem, mamíferos e aves são considerados hospedeiros desses parasitos.

Os parasitos precisam de um hospedeiro para que continuem seu ciclo de vida. Chamamos de vetores os hospedeiros responsáveis por transportar e dispersar parasitos. Quando se alojam nos hospedeiros, alguns parasitos acabam causando doenças, como no caso do vírus da dengue ou do vírus da febre amarela. Com o aumento da globalização, da mobilidade, do desmatamento e da alteração significativa dos fatores climáticos no mundo, podemos observar atualmente uma elevação dos casos de doenças relacionados a parasitos; principalmente as que possuem seres vivos como vetores em seu ciclo biológico, destacando-se as leishmanioses, a malária e a esquistossomose (Thomson et al., 2012).

A Parasitologia estuda os parasitos, seus hospedeiros e as relações entre eles. A Entomologia estuda os insetos, incluindo os vetores de doenças. Esses conhecimentos são importantes na formação de alunos da área biológica e da saúde. Apesar de cada curso possuir particularidades em função do seu perfil profissional, o estudo de Parasitologia costuma envolver conhecimentos básicos sobre táxons (espécies, gêneros, famílias e demais níveis da taxonomia) relevantes para a saúde de pessoas e animais, incluindo parasitos, vetores e hospedeiros. Geralmente esse estudo envolve conhecimentos sobre a morfologia de exemplares para identificação de táxons; conhecimento sobre o ciclo de vida dos parasitos no ambiente, nos vetores e em hospedeiros; sintomas de presença dos parasitos nos hospedeiros; doenças causadas pelos parasitos; profilaxia e tratamento.

Este trabalho relata iniciativas para melhoria dos processos de ensino-aprendizagem de Parasitologia e Entomologia Médica através do desenvolvimento de materiais didáticos. Começamos usando tecnologias tradicionais como papel, plástico e semelhantes para desenvolver jogos e um atlas de espécies, bem como imprimir chaves de identificação existentes. Diante de resultados preliminares promissores, discutimos neste trabalho as limitações que as tecnologias tradicionais impõem a estes materiais didáticos e as potencialidades que as novas Tecnologias de Informação e Comunicação Digitais (TICDs) nos oferecem para construir versões digitais destes. *Smartphones*, computador pessoal e *tablets* são exemplos de TICDs, pois são capazes de processar informações (tem computação) e de se comunicar pela internet. Por fim, apresentamos nossa experiência na elaboração de materiais didáticos usando TICDs para apoiar o ensino de Parasitologia e Entomologia Médica, destacando potencialidades a serem exploradas e desafios a



serem vencidos. Esperamos que essa experiência possa contribuir com o desenvolvimento de outros materiais didáticos usando TICDs.

2 O ENSINO DE PARASITOLOGIA E ENTOMOLOGIA MÉDICA NA UFRN

Atualmente, o estudo de Parasitologia e Entomologia Médica está presente em oito cursos de graduação da UFRN: Ciências Biológicas, Medicina, Biomedicina, Enfermagem, Nutrição, Fisioterapia, Farmácia e Odontologia. Todos esses cursos oferecem ensinamentos básicos sobre as principais doenças parasitárias no Brasil, em especial na região Nordeste.

Entretanto, cada perfil profissional observa, interpreta e avalia um mesmo fenômeno biológico, com objetivos, interesses e valores próprios. Desse modo, cada curso busca desenvolver habilidades e competências nos seus alunos que, de alguma forma, os diferenciam dos demais. Isso estimula cada curso a ter abordagens, ênfases e avaliações distintas nas disciplinas que tratam de conteúdos semelhantes, até mesmo de fenômenos biológicos idênticos. Por exemplo, nos cursos de saúde, como Medicina e Enfermagem, a abordagem é mais voltada para a profilaxia e tratamento. As avaliações desses cursos acompanham essa linha de raciocínio, sendo utilizados muitos estudos de casos clínicos e simulações de atendimento. Já em um curso como o de Ciências Biológicas normalmente se dá um maior enfoque à compreensão de todo o ciclo de vida dos parasitos, incluindo vetores e hospedeiros. Essas diferenças ficam ainda mais evidentes quando analisamos as estruturas curriculares desses cursos. Eles apresentam diferenças importantes entre componentes que abordam a Parasitologia e Entomologia Médica, em particular de carga horária dedicada ao assunto.

A Parasitologia e Entomologia Médica são abordadas em pelo menos um componente curricular obrigatório nos cursos citados, normalmente em uma disciplina de quatro créditos que aborda três temas em conjunto: Helmintologia, Protozoologia e Entomologia Médica. Em geral, a dinâmica básica das aulas é uma explanação do conteúdo teórico; seguido por aulas práticas, com a análise de exemplares dos parasitos previamente discutidos. Dois cursos merecem destaque: Biomedicina e Biologia. A Biomedicina é o único curso que apresenta esses três grandes temas – Helmintologia, Protozoologia e Entomologia Médica – em componentes curriculares distintos, com 04 créditos cada. Esses três componentes permitem aprofundar os conteúdos, com maior discussão e atividades práticas, buscando desenvolver competências e habilidades importantes para atividades de análises clínicas (e.g. identificação de parasitos) comuns na atuação profissional desses alunos. Já a Biologia emprega maior atenção ao funcionamento dos organismos, ao estudo do ciclo de vida e da morfologia das espécies, sejam elas de importância médica ou não. Em particular, biólogos são muito requisitados para identificar táxons de exemplares de seres vivos.

3 ESTRATÉGIAS PARA A MELHORIA DO ENSINO DE PARASITOLOGIA E ENTOMOLOGIA MÉDICA NA UFRN

Quando observamos os processos de ensino-aprendizagem de Parasitologia e Entomologia Médica nos diferentes cursos de graduação da UFRN, podemos destacar alguns desafios: (1)



dificuldade de compreender todo o ciclo de vida das espécies devido sua complexidade; (2) dificuldade em visualizar e compreender estruturas morfológicas invisíveis a olho nu, tanto em exemplares microscópicos (e.g. protozoários) quanto em exemplares maiores cujos detalhes morfológicos só possam ser percebidos com auxílio de um microscópio ou lupa (e.g. larvas de mosquito); (3) dificuldade em relacionar e articular conhecimentos de diferentes áreas da biologia e da saúde. Temos explorado algumas estratégias para endereçar esses desafios na UFRN. Estamos desenvolvendo:

- materiais para apoiar atividades concretas e práticas, como um atlas e chaves de identificação; e
- ferramentas lúdicas para ajudar na descoberta, relação e memorização de conteúdos, como jogos educacionais.

3.1 Atlas de exemplares disponíveis no laboratório de Parasitologia e Entomologia Médica

Nas aulas práticas de Parasitologia e Entomologia Médica, os alunos vão para laboratório ter contato com exemplares de espécies estudadas nas aulas teóricas. Como nessa área os seres vivos são invisíveis a olho nu ou muito pequenos, é preciso utilizar instrumentos como microscópio ou lupa para visualizá-los. Mesmo com a ajuda dos professores, técnicos de laboratório e monitores, os alunos iniciantes têm relatado dificuldades na visualização de exemplares usando esses instrumentos.

A primeira grande dificuldade é ajustar o instrumento à capacidade visual de cada aluno para o exemplar na lâmina naquele momento: Como eu ajusto o foco? Qual o tamanho da imagem (zoom) necessário para analisar o exemplar? Para onde eu devo olhar? Responder perguntas como essas é uma tarefa difícil para os educadores, pois eles não sabem aquilo que o aluno está vendo naquele momento e não conseguem explicar bem apenas com palavras aquilo que o aluno deveria ver. Mesmo que os educadores tentem ver o microscópio no momento, os alunos podem ter capacidade visual diferente dos educadores.

A segunda grande dificuldade é orientar o aluno na análise do que está sendo visto no microscópio ou lupa: O que é isso? O que eu deveria ver aqui? O que é importante eu prestar atenção na imagem? Cadê aquela estrutura morfológica que o professor apresentou na aula? Será que o tamanho atual da minha imagem (distância focal, *zoom*) me permite ver o que o professor comentou ou eu deveria ajustar o *zoom*? É igualmente difícil responder dúvidas semelhantes dos alunos sem que o educador saiba o que ele está vendo e conversar sobre informações visuais apenas com palavras.

Essas dificuldades de observação nas aulas práticas atrapalham o aprendizado dos alunos, pois inviabiliza-os relacionar bem teoria e prática dos conteúdos estudados. Para endereçar essas dificuldades no aprendizado, docentes, técnicos de laboratório e monitores da área tomaram uma primeira iniciativa de elaborar um material didático para apoiar as aulas de laboratório. Foram elaboradas pranchas em papel com imagens e anotações (Figura 1). Os exemplares de seres vivos



utilizados nas aulas foram fotografados. Suas imagens foram editadas para melhorar a qualidade e destacar estruturas morfológicas importantes. Cada prancha apresenta um exemplar com seu nome científico, a imagem tratada e descrições de estruturas morfológicas que devem ser visualizadas pelo aluno no microscópio ou lupa.

As pranchas foram impressas em papel e passaram a fazer parte das aulas práticas. Quando o aluno observa o exemplar no microscópio, ele pode ter apoio da prancha para indicar a imagem que deve ser vista no microscópio, bem como as estruturas morfológicas que devem ser observadas nele. Como as pranchas foram produzidas a partir de exemplares disponíveis nos laboratórios de Parasitologia da UFRN, suas imagens são mais facilmente associadas àquilo que os alunos estão vendo no microscópio durante suas aulas práticas. Se utilizássemos outras imagens, como imagens disponíveis na internet, por exemplo, os alunos poderiam ter dificuldade de fazer a correspondência entre o que está sendo observado na prancha e no microscópio com as pranchas em papel.

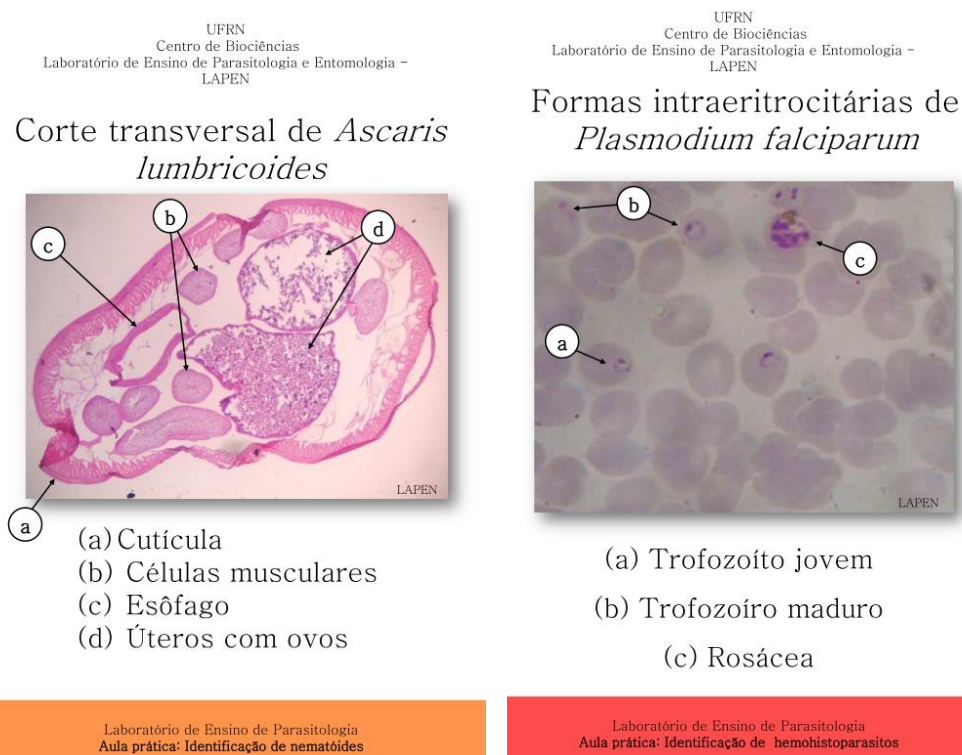


Figura 1: Duas páginas do atlas em papel com exemplares estudados em Parasitologia e Entomologia Médica. Fonte: Material didático produzido no Laboratório de Ensino de Parasitologia e Entomologia Médica da UFRN.

As pranchas em papel começaram a ser utilizadas em 2012 pelos alunos da UFRN. Lima (2012) avaliou o uso dessas pranchas através de questionários com perguntas sobre sua utilização, utilidade, benefícios, dificuldades e sugestões de melhorias. Dos alunos que responderam ao questionário, 99% afirmaram que as pranchas de Parasitologia e Entomologia Médica ajudam na visualização dos detalhes morfológicos dos parasitos; 84% afirmaram que, se caso elas fossem retiradas das aulas práticas da disciplina, os conteúdos não seriam assimilados da mesma maneira; e 95% dos estudantes afirmaram que as pranchas tornaram o entendimento dos assuntos dados em aulas práticas de 75% a 100% mais compreensíveis. Como o estudo de Lima revelou que as

pranchas de Parasitologia tiveram um alto nível de aprovação por parte dos alunos, elas continuam sendo utilizadas nas aulas práticas de Parasitologia e Entomologia.

Uma das poucas reclamações dos alunos sobre o uso das pranchas era que elas ficavam no laboratório e não podiam ser utilizadas em outros locais de estudo. Além disso, as pranchas em papel são estáticas, não permitindo atualizações ao logo do tempo que não implique em descarte do material impresso e plastificado. Pranchas em papel dificultam adaptar o material didático para os diferentes cursos de graduação da UFRN que estudam Parasitologia e Entomologia Médica com diferentes enfoques e em diferentes perspectivas. O custo de produção, reprodução (fazer cópias), armazenamento e gerenciamento de pranchas específicas para cada curso inviabilizam a utilização de um material didático mais adequado a cada curso.

As TICDs nos permitem contornar estes problemas mais facilmente do que o papel, pois são acessíveis aos alunos e professores em diferentes dispositivos e lugares através da internet, dentro e fora da universidade (Masetto, 2003). As TICDs nos permitem adaptar as pranchas para atender melhor às necessidades de formação de cada curso e atualizar facilmente o conteúdo ao longo do tempo. Além disso, as TICDs permitem que as informações produzidas para as pranchas possam ser facilmente utilizadas por outros materiais didáticos, como exercícios e jogos, por exemplo. Para explorar essas possibilidades, uma equipe interdisciplinar tem desenvolvido um **atlas virtual** com o conteúdo das pranchas. Essa equipe é formada por docentes, técnicos de laboratório e discentes das áreas de Informática e Biologia.

Na sua primeira versão, o atlas virtual (Figura 2) corresponde a um website onde cada página HTML possui o conteúdo de uma prancha de papel, acessado através de uma página principal com um índice de todos os táxons disponíveis. Nessa transição do papel para o virtual, foi proposta uma pequena melhoria com a inclusão de mais informações relacionadas ao táxon descrito na prancha. Acrescentamos informações sobre morfologia, biologia, ciclo de vida, importância médica, tratamento e controle dos exemplares, com o objetivo de auxiliar o aluno relacionar o que ele vê no microscópio (a prática) com o que ele estuda nas aulas (teoria). O atlas virtual ficou disponível via internet, com acesso livre dentro e fora da UFRN. Essa primeira versão do atlas virtual já atende a principal reclamação dos alunos que gostariam de consultar esse material fora do laboratório.



| UFRN/CENTRO DE BIOCÊNCIAS(CB) LABORATÓRIO DE ENSINO DE PARASITOLOGIA E ENTOMOLOGIA(LAPEN) | |
|---|---|
| Voltar ao índice do Atlas Voltar ao índice dos Cestóides Cestóides Taenia saginata Taenia solium Hymenolepis sp | |
| Página atual: Taenia saginata | |
| Introdução Morfologia Habitat Ciclo biológico Diagnóstico e tratamento Bibliografia | Seleccione uma foto indicada por um número: 1 2 3 4 Foto 1 de 4 |
| Ciclo O homem tem no intestino delgado o parasito adulto, que elimina ovos e proglótides grávidas nas fezes. Os ovos são ingeridos por bovinos, o embrião hexacanto se desenvagina, penetra a mucosa do intestino delgado, atinge a corrente sanguínea e se encista na forma de cisticerco. O homem ingere carne de bovina crua ou mal cozida contendo cisticercos de <i>T. saginata</i> , que desenvagina e fixa na mucosa do intestino delgado se transformando em parasito adulto. | Progote grávida de <i>T. saginata</i> 01 <p>(a)Átrio genital (b)Ramificações uterinas dicotômicas (c)Canal excretor</p> |
| Laboratório de Ensino de Parasitologia Aula prática: Identificação de Cestóides | |

Figura 2: Exemplo de página da primeira versão do atlas virtual de Parasitologia e Entomologia Médica.

Fonte: Foto e parte do conteúdo foram retirados do atlas em papel produzido pelo Laboratório de Ensino de Parasitologia e Entomologia Médica da UFRN.

A primeira versão do atlas virtual praticamente transpôs as informações do papel para a internet, com uma página em papel correspondendo a uma em HTML. A organização das informações, o cabeçalho e rodapé das páginas permaneceram quase idênticos. Ao analisarmos essa proposta inicial, percebemos vários problemas de usabilidade (Barbosa & Silva, 2010) e que relações importantes entre os conceitos não estavam claras. Além disso, durante a observação das aulas práticas de Parasitologia e Entomologia Médica, observamos que os alunos costumam usar smartphones e que poderia ser interessante acessar o atlas em dispositivos móveis. Assim, uma segunda versão do atlas virtual foi elaborada com melhorias na organização e apresentação do conteúdo e na usabilidade da interface (Marques, Silva & Gama, 2016); além de poder ser acessada em múltiplos dispositivos, como desktops (Figura 3) e smartphones (Figura 4).

Atlas > Reino > Filo > Classe > Ordem > Família > Gênero > Espécie

Animalia > Arthropoda > Insecta > Diptera > Culicidae > Aedes > A. aegypti

Buscar taxon 🔍 ⚙️

Culicidae família

Larva de Culicinae (Família Culicidae)



(a) Cabeça
(b) Tórax
(c) Abdome
(d) Ausência de sifão respiratório

Introdução
Os culicídeos são os insetos pertencentes à Ordem Diptera e que são conhecidos popularmente como pernilongos, muriçocas, mosquitos, carapanã e sovela. Na região Neotropical foram registradas 914 espécies distribuídas em 24 gêneros e atualmente a família Culicidae é dividida em duas subfamílias: Culicinae e Anophelinae (Foratini 2002, Rafael et al 2012). Os representantes dessa família possuem importante papel na transmissão de agentes causadores de doenças, como dengue, febre amarela, malária, elefantíase e oropouche.

Morfologia
Possuem probóscide, pernas e antenas longas, corpo afilado, presença de cerdas e escamas, asa membranosa e não possuem ocelos. Possuem dimorfismo sexual proeminente com machos apresentando antenas plumosas (muitas cerdas) e fêmeas antenas pilosas (poucas cerdas). As fêmeas de Culicinae apresentam palpos curtos e os machos palpos longos e retos. As fêmeas de Anophelinae apresentam palpos longos e os machos palpos clavados, e ambos possuem asas manchadas e pousam perpendicularmente na parede (como um prego).

Ciclo
As fêmeas da família Culicidae são hematófagas, exceto o gênero *Toxorhynchites*, onde ambos os sexos são apenas fitófagos. Dentre os gêneros hematófagos observa-se comportamento zoofílico, antropofílico e oportunista, variando conforme a espécie. Os horários de hematofagia são variados dentro da família, apresentando exemplares diurnos, noturnos e ou crepusculares. Os locais de oviposição também são diversificados, sendo utilizados desde ocos de árvores (*Haemagogus sp.*) até remansos de rios e lagoas (*Anopheles sp.*).

Métodos de Coleta
Os métodos de coleta variam de acordo com comportamento do mosquito e o estágio que se deseja coletar. Para mosquitos imaturos pode-se usar armadilha de oviposição (para ovos) e a busca ativa (busca de criadouros e coleta de larvas e pupas). Para adultos de hábitos noturnos são indicadas armadilhas luminosas (Shannon) e CDC e para diurnos Isca Humana e Busca Ativa.

Controle
O método de controle irá variar conforme os hábitos do mosquito e na fase do ciclo que se deseja controlar. Para os imaturos podem ser usados controle biológico (bactérias, peixes larvíparos e larvas de outros insetos predadores), controle químico convencional (inseticidas químicos), controle químico alternativo (reguladores de crescimento), controle mecânico (remoção de criadouros, limpeza do ambiente) e controle físico (alteração de temperatura, etc). Para os adultos podemos

Figura 3: Exemplo de página da segunda versão do atlas virtual de Parasitologia e Entomologia Médica num desktop.
Fonte: Fotos e parte do conteúdo foram retirados do atlas em papel produzido pelo Laboratório de Ensino de Parasitologia e Entomologia Médica da UFRN.

Atlas

Culicidae família

Imagem 1 de 5

Larva de Culicinae (Família Culicidae)



(a) Cabeça
(b) Tórax
(c) Abdome
(d) Ausência de sifão respiratório

Introdução
Os culicídeos são os insetos pertencentes à Ordem Diptera e que são conhecidos popularmente como pernilongos, muriçocas, mosquitos, carapanã e sovela. Na região

Figura 4: Exemplo de página da segunda versão do atlas virtual de Parasitologia e Entomologia Médica num smartphone.
Fonte: Fotos e parte do conteúdo foram retirados do atlas em papel produzido pelo Laboratório de Ensino de Parasitologia e Entomologia Médica da UFRN.

3.2 Chaves de identificação

Quando encontramos um exemplar de ser vivo é importante identificarmos seus táxons para compreendermos o próprio ser e sua relação com outros seres vivos e o meio ambiente. Quando alguém é picado por uma cobra, por exemplo, é desejável saber qual a espécie da cobra para verificar se ela é venenosa e, eventualmente, receber um antídoto adequado. Quando alguém encontra algum inseto dentro de casa semelhante a um barbeiro (família Reduviidae), faz diferença saber se ele é capaz ou não de transmitir a Doença de Chagas (caso seja hematófago). A capacidade de identificar táxons é relevante para diversos profissionais da biologia e da saúde, principalmente quando se trata de espécies que podem causar ou transmitir doenças. Dos profissionais de Biociências, o biólogo costuma ser o que atua mais na identificação taxonômica.

A identificação de táxons costuma ser realizada de forma sistemática usando um instrumento chamado de **chave de identificação**. Esse instrumento define etapas onde o biólogo verifica características de um exemplar para determinar se ele pertence a uma espécie (ou a outro nível da taxonomia), ou seja, se o exemplar pertence a um grupo de seres vivos com características semelhantes. Tradicionalmente as chaves de identificação assumem a forma dicotômica. Em cada etapa, a chave apresenta duas descrições de características diferentes que devem ser verificadas. Quando confirmado que o exemplar possui determinadas características definidas numa etapa da chave, o biólogo deve continuar a verificação do exemplar no próximo passo indicado pela chave até encontrar a indicação da espécie com todas as características verificadas. A Figura 5 ilustra parte de uma chave de identificação das principais famílias da ordem Diptera com interesse forense (Oliveira-Costa, 2013).

| |
|--|
| <p>Passo 1</p> <p>A. Corpo fortemente achatado dorsoventralmente passo 2</p> <p>B. Corpo cilíndrico passo 3</p> <p>Passo 2</p> <p>A. Larva hemicéfala; segmentos corporais apresentando cordas finas Stratiomyidae</p> <p>B. Larva acéfala; segmentos corporais apresentando evidentes processos carnosos com espinhos Fanniidae</p> <p>Passo 3</p> <p>A. Tubérculos do segmento 12 ausentes Muscidae</p> <p>B. Tubérculos do segmento 12 presentes passo 4</p> |
|--|

Figura 5: Exemplo de parte de chave de identificação de (Oliveira-Costa, 2013).

As chaves de identificação geralmente são registradas em muitas folhas de papel (como em um livro, por exemplo), que precisam ser manipuladas de forma sistemática em determinada ordem. Se quem estiver realizando uma identificação taxonômica se perder no meio do processo, será preciso voltar a algum passo anterior e revisar as verificações que fez. Como é difícil retomar algum ponto intermediário específico desse processo que manipula várias folhas de papel,

normalmente é preciso reiniciar a identificação quando quem a conduz se perde. Cometer equívocos faz parte da natureza humana, ainda mais durante processos de aprendizado. Sendo assim, é muito comum os alunos sofrerem impactos negativos para retomar ou corrigir suas verificações no processo de identificação taxonômica usando papel quando se perdem ou cometem equívocos.

Para apoiar o processo sistemático de identificação de espécies, desenvolvemos uma chave de identificação virtual. Este *software* permite o professor cadastrar chaves de identificação que serão usadas por seus alunos. Depois de escolher um exemplar e uma chave de identificação, o aluno é apresentado a características dicotômicas de cada passo por vez, conduzindo-o num processo sistemático (Figura 6). Então, ele verifica o exemplar e registra o grupo de características que o exemplar analisado possui. Se ele tiver seguro da verificação realizada, ele pode clicar no botão [✓] no lado correspondente para continuar o processo de identificação. Se eventualmente ele estiver em dúvida, ele pode clicar no botão [?] para informar que talvez o exemplar possua aquelas características descritas naquele passo, mas ele não tem muita segurança disso. No final, a chave de identificação indicará a espécie verificada. Como o histórico foi registrado, o aluno pode rever toda sua verificação facilmente na mesma página web, sem precisar percorrer diversas páginas como fazia no papel. Quando o aluno não encontra as características indicadas pela chave em determinado passo, ele pode ter cometido algum equívoco em passos anteriores ou a chave de identificação não se aplica àquele exemplar. Se eventualmente ele encontrar algum problema durante o processo de verificação, o aluno pode rever todo o histórico de sua verificação, com acesso rápido aos passos de verificação em que ficou em dúvida anteriormente e marcou com a opção “? talvez” em laranja. Na Figura 6, por exemplo, o usuário marcou estar em dúvida na verificação das características indicadas no passo 1. Se ele precisasse corrigir algum passo de verificação, o passo 1 deveria receber maior atenção neste caso.

Identificação

do exemplar **exemplar 1** coletado em 0000-00-00

Salvar

Cancelar

Táxon inicial

Reino

Animalia

Chave

Chave da ordem Diptera

Última edição: 28-06-2015

Trocar chave

1 Corpo fortemente achatado dorsoventralmente

? talvez

corrigir

2 Característica A

Larva hemicéfala; segmentos corporais apresentando cordas finas

Familia Stratiomyidae



Característica B

Larva acéfala; segmentos corporais apresentando evidentes processos carnosos com espinhos

Familia Fanniidae



Salvar

Cancelar

Figura 6: Exemplo de identificação taxonômica parcial usando a chave de identificação virtual desenvolvida.
Fonte: Desenvolvido pelos autores.

3.3 Ferramentas lúdicas facilitadoras no ensino da Parasitologia e Entomologia

As práticas lúdicas podem estimular diversos sentidos, exercitar a capacidade de análise e de crítica, e estimular o desenvolvimento do raciocínio dedutivo e indutivo e da cooperação (Mattar, 2010). Podemos explorar práticas lúdicas com objetivo educacional para facilitar o entendimento e a fixação dos conteúdos abordados, antes ou após a exposição da teoria (Escolano et al., 2011).

Para explorar o lúdico no ensino de Parasitologia e Entomologia Médica, D'Oliveira e Gama (2012) elaboraram um jogo de cartas chamado Batalha de Vetores, inspirado no jogo Super Trunfo. O jogo é composto de 32 cartas ilustradas. Cada uma apresenta um artrópode vetor com nome da espécie, família a qual pertence, nome popular, uma doença que transmite, o parasito causador desta doença, modo de transmissão do parasito, ocorrência geográfica e o hábitat (Figura 7). Essas informações podem levar o aluno a ler, interpretar e memorizar os nomes científicos e populares dos insetos vetores, bem como perceber ou lembrar características dos vetores relacionados com a transmissão de doenças causadas por parasitos.

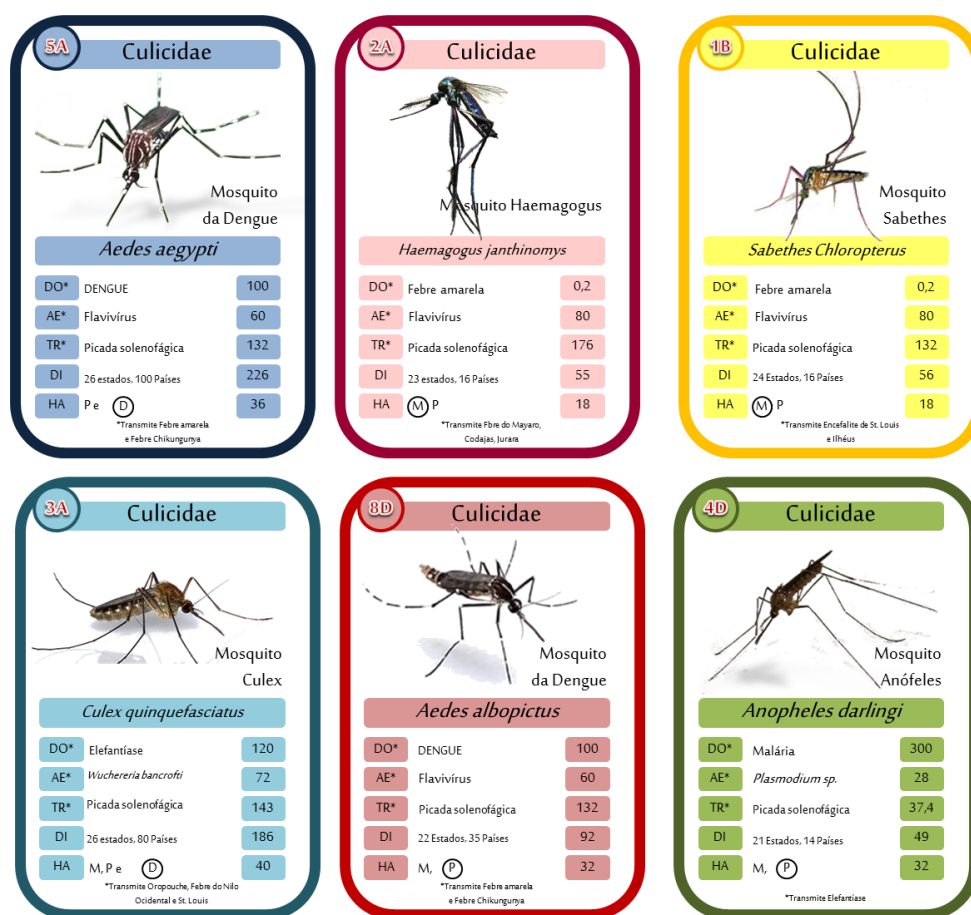


Figura 7: Exemplos de cartas do jogo Batalha de Vetores. Cada carta apresenta, de cima para baixo, a família de um inseto vetor, sua imagem, nome popular, nome científico, uma doença que transmite, o parasita causador desta doença, forma de transmissão do parasito, ocorrência geográfica e habitat. As autoras não indicaram significado específico para as diferentes cores. Elas provavelmente foram utilizadas apenas por questões estéticas. Fonte: (D'Oliveira & Gama, 2012)

O Batalha de Vetores foi avaliado através de 4 questionários elaborados pelas próprias autoras (D'Oliveira & Gama, 2012). Um deles analisou a opinião dos participantes após uma rodada do jogo. Sobre a dificuldade de jogar, o participante pôde indicar um valor na escala: muito fácil, fácil, média, difícil e muito difícil. Sobre a aprendizagem e a diversão, foi possível indicar um valor na escala: muito alta, alta, média, baixa, muito baixa e nenhuma. Os outros 3 questionários tinham perguntas com respostas de múltipla escolha sobre o conhecimento de insetos abordado nas cartas. Perguntou-se sobre o inseto que transmite a Malária, como o barbeiro transmite a Doença de Chagas, insetos que transmitem doenças pelo carreamento, a forma mais eficiente dos insetos transmitirem doenças e as doenças que pulgas podem transmitir. Estes 3 questionários foram respondidos antes e depois dos participantes jogarem. D'Oliveira (2011) descreve todos os questionários por completo, bem com seus resultados detalhados.

Participaram deste estudo 81 pessoas. Os resultados indicam que 72% dos participantes consideraram que a contribuição do jogo para aprendizagem foi alta, 67% acharam fácil jogar e 82% disseram que a diversão proporcionada pelo jogo foi alta. A média de acertos em cada questionário sobre conhecimentos de insetos após o jogo aumentou até 16% sobre a média de acertos antes do jogo.

A aceitação tornou o jogo uma ferramenta interessante para usar em sala de aula. Ele é particularmente útil na introdução de conteúdos sobre insetos vetores de importância médica, pois permite aos alunos um contato prévio, “descompromissado” e mais prazeroso com informações que serão abordadas durante as aulas. Além disso, permite um maior contato e entrosamento entre os alunos e dos alunos com o professor, quebrando um pouco a estrutura formal do ensino.

Um jogo digital possui algumas vantagens em relação ao jogo de cartas em papel, pois permite usar animações e recursos multimídia para chamar a atenção dos estudantes. Além disso, a mídia digital já é facilmente utilizada e com grande fascínio pelos jovens alunos. Pensando nisso, Melo (2013) e seus colegas estão desenvolvendo uma versão digital do jogo Batalha de Vetores para Tablets.

4 ELABORAÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS COM NOVAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

Muitas tecnologias podem ser utilizadas na construção de materiais didáticos; desde as mais tradicionais como a escrita em papel na confecção de um livro, até as mais recentes como as TICDs (Melo, Trindade, & Alves, 2020; Santa Rosa & Struchiner, 2011; Mattar, 2010; Briggs & Burke, 2006). No entanto, diversas dúvidas ainda existem sobre a utilização dessas tecnologias: Um livro em papel e um livro digital oferecem a mesma experiência? Um jogo de cartas em papel possui as mesmas características de um jogo digital? Uma simulação de atendimento com pessoas oferece a mesma experiência aos alunos do que uma simulação em computador? Quais são as semelhanças e diferenças entre eles? As características das tecnologias utilizadas na construção dos materiais didáticos afetam o que eles podem oferecer? Como tirar proveito das características particulares



das TICDs para o ensino de Parasitologia e Entomologia Médica? Vamos partir da discussão sobre o que é informação, como ela pode ser representada e o seu papel no processo de ensino-aprendizagem através da comunicação, para, então, refletirmos como tirar proveito das TICDs para representar e manipular informações.

4.1 Informação e suas Representações

Pense num animal que você acha bonito; no barulho que um mosquito faz próximo ao seu ouvido; ou na dor pelo corpo comum em casos de dengue. As coisas que pensou nesse momento são ideias ou significados resultantes de observações, experiências, raciocínios, reflexões e sentimentos durante sua interação com o mundo que o cerca. As ideias na nossa mente são voláteis e precisam ser registradas de algum modo para facilitar nossa lembrança depois.

Como registrar ideias? Vamos supor que você tenha pensado no animal gato doméstico. Como poderíamos registrar essa ideia que está na sua cabeça? Poderíamos representar um gato de diferentes formas: pelo seu nome popular, pelo seu nome científico, por uma escultura ou estátua, por um desenho feito à mão, por uma foto de um gato real. A Figura 8 ilustra essas diferentes formas de representação de um gato. Cada representação destaca alguns aspectos da ideia que está na sua cabeça, em detrimento de outros. Por exemplo, a representação *Felis catus* pode facilmente te fazer pensar que existem outras espécies similares ao gato doméstico que pertençam ao gênero *Felis*. Uma estátua de gato, como na Figura 8, pode te fazer pensar em questões culturais, como o desejo de boa sorte na cultura oriental. A foto de um gato lambendo sua pata pode te fazer pensar em como esses animais podem ser carinhosos com seus donos.

Exemplos simples e cotidianos como esses, nos permite perceber a ótima capacidade que as pessoas têm para criar e lidar com associações entre ideias e aquilo que as representam. A Semiótica tem investigado os processos pelos quais as pessoas codificam ideias em representações e os processos de interpretação pelos quais as pessoas atribuem significado àquilo que está representado (Peirce, 2012; Eco, 1976). Os processos que envolvem codificação e interpretação de ideias são chamados de processos de significação.





Figura 8: Exemplos de representações de um gato.

Fonte: As imagens foram retiradas do Flickr, com respectivos autores indicados na figura.

4.2 Informação no Processo de Ensino-Aprendizagem

A memória, a inteligência e o aprendizado humano têm como base a nossa capacidade para estabelecer e manipular (1) relações entre ideias (conceitos, ou significados) e (2) relações entre ideias e representações (Peirce, 2012; Eco, 1976). Todos nascem sem um nome próprio. Como uma criança aprende seu nome? Os pais arbitrariamente escolhem um nome para ser associado a seu filho. A partir dessa escolha, as pessoas de sua convivência sistematicamente se referem à criança pelo nome escolhido pelos nossos pais. De tanto ser exposta à associação entre um nome e a si própria, a criança acaba aprendendo seu nome. Quando aprendemos um conceito novo, costumamos associá-lo àquilo que já sabemos. Quando tentamos nos lembrar de algo, geralmente fica mais fácil quando partimos de conceitos relacionados já conhecidos. Sendo assim, as atividades didáticas devem apoiar os alunos a construírem e manipularem as relações (1) e (2).

Como uma ideia do professor é transmitida para os alunos? Através de processos de comunicação. A ideia (mensagem) precisa ser representada (em um meio de acordo com determinado código) pelo professor (emissor) para que os alunos (receptores) tenham acesso, atribuam significado, usem e atribuam valor ao que estava na cabeça do professor, em determinado contexto (Jakobson, 1960; Eco, 1976; Peirce, 2012). Existem outras definições mais recentes para processos de comunicação, mas a definição de Jakobson (1960) é suficiente para analisarmos o uso de TICDs (de Souza, 2005).

Nessa perspectiva, o professor deve se comunicar com os alunos para estimulá-los a aprender e desenvolver suas habilidades, através da construção e manipulação de conceitos, representações e relações entre eles. Materiais didáticos são meios de o professor oferecer aos alunos uma comunicação elaborada e aprimorada, geralmente com a contribuição de vários professores (especialistas no assunto tratado) e de outros profissionais da educação. Esta

comunicação além de apresentar dados, informações e conhecimentos (Tabela 1), também busca orientar os alunos sobre formas de exercitar competências e habilidades.

Tabela 1: Classificação de dado, informação e conhecimento, adaptado de Davenport (2002).

| dado | informação | conhecimento |
|--|--|------------------------------------|
| simples observações do estado do mundo | dados dotados de relevância e propósito | informação valiosa para as pessoas |
| percepção, observação | requer análise | inclui reflexão, síntese, contexto |
| fácil estruturação | estruturação mediana | difícil estruturação |
| facilmente obtido por máquina | exige necessariamente a mediação humana | difícil representação em máquinas |
| frequentemente quantificado | exige consenso em relação ao significado | frequentemente tácito |
| fácil transferência | transferência mediana | difícil transferência |

4.3 Tecnologias de Informação e Comunicação

Diferentes tecnologias podem ser utilizadas na elaboração de materiais didáticos, desde as mais tradicionais (e.g. livros) até as novas tecnologias digitais (e.g. computador e internet). Vamos analisar características de algumas tecnologias e discutir suas vantagens e desvantagens. Em particular, vamos discutir as possibilidades e desafios na elaboração de materiais didáticos digitais (com uso de sistemas computacionais e internet) para o ensino de Parasitologia e Entomologia Médica.

Tomaremos como base o modelo de Jakobson (1960) para analisar as tecnologias (Figura 9). Neste modelo, a comunicação ocorre quando um emissor envia uma mensagem para o receptor em determinado contexto. A mensagem é representada num código e transmitida através de um canal. Podemos considerar o conteúdo do material didático como sendo a mensagem do professor (emissor) para o aluno (receptor). O material didático pode representar num meio físico (canal) a mensagem usando diferentes códigos: linguagem natural, diferentes convenções (e.g. taxonomia dos seres vivos e nomes científicos), imagens, áudio, vídeos e simulações.

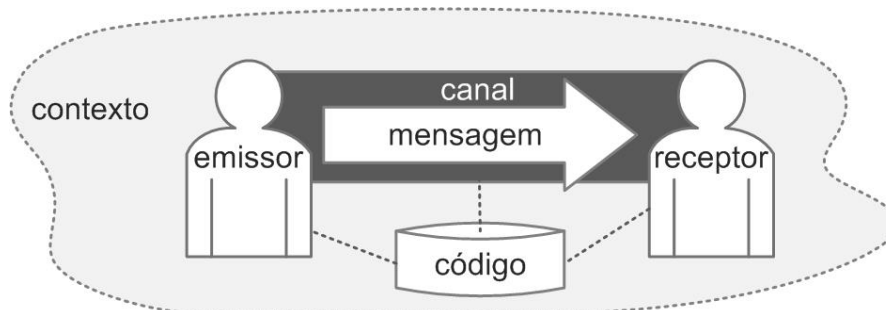


Figura 9: Modelo do espaço de comunicação de Jakobson (1960).

Fonte: Barbosa & Silva (2010).

A imprensa em papel é uma das tecnologias mais tradicionais para desenvolvimento de materiais didáticos, tais como: livros, listas de exercícios, revistas e jornais. Os professores podem enviar uma mensagem em papel para os alunos. Em casos muito particulares, o papel também pode ser usado para transmitir mensagens dos alunos para os professores. Por exemplo, o aluno entrega o livro com o exercício feito para o professor corrigir. As ideias podem ser representadas em papel usando códigos visuais, como em linguagem natural ou imagens, e algumas vezes o tato, quando utilizado o braile, por exemplo. A diversidade de códigos visuais permite ao professor explorar diferentes perspectivas do conteúdo na sua comunicação com o aluno. Porém, ele não pode fazer uso de códigos auditivos, por exemplo.

A gravação de áudio em CDs permite o desenvolvimento de materiais didáticos como livros em áudio, por exemplo. O áudio também é importante no ensino de Parasitologia e Entomologia Médica para facilitar o aprendizado da pronúncia de nomes científicos. Professores podem enviar mensagens (conteúdos) em áudio para os alunos através de CDs. Contudo, dificilmente a comunicação ocorre no sentido oposto com esta tecnologia, dificultando, dentre outras coisas, que o professor tenha acesso a pronúncia dos alunos distantes dele. Os CDs permitem ao professor explorar códigos auditivos, porém não lhe permitem explorar códigos visuais. É importante lembrar que a variedade de códigos (sistemas de significação ou linguagens) auditivos estabelecidos culturalmente (Eco, 1976; Peirce, 2012) costuma ser menor do que a de códigos visuais. Por exemplo, é comum pensarmos em menos sons do que imagens que representam a ideia de “pare”. Geralmente pensamos nas fonéticas desta palavra em várias línguas naturais contra as grafias desta palavra nestas mesmas línguas, bem como em um semáforo vermelho, um gesto com a palma da mão aberta e uma placa de trânsito.

Vídeos em DVDs permitem o desenvolvimento de materiais didáticos como videoaulas, explicações curtas sobre determinado tópico, filmes, documentários e reportagens, por exemplo. Os professores podem enviar uma mensagem em vídeo gravado em DVDs para os alunos. A comunicação no sentido oposto é muito rara. Isso poderia ser útil, por exemplo, para o professor ter acesso aos movimentos corporais dos alunos enquanto expõem algumas ideias ou para o professor ver como eles manipulam instrumentos em atividades de campo. Os DVDs permitem ao professor explorar códigos auditivos e visuais concomitantemente, porém não lhe permite explorar códigos táteis.

Computadores, *smartphones*, *tablets* ou qualquer dispositivo com capacidade de processar informações com acesso à internet (TICDs) são flexíveis o suficiente para incorporar uma gama de materiais didáticos digitais, incluindo o que podemos fazer com papel, CDs, DVDs e com mais possibilidades de interação entre professores e alunos. A comunicação neste caso pode ser em ambas as direções, professor → aluno, aluno → professor, bem como entre aluno → aluno, dependendo do objetivo pedagógico do material didático digital. Computadores permitem ao professor utilizar códigos visuais, auditivos e táteis concomitantemente, aliado à interatividade para controlá-los. Por exemplo, um material didático digital pode conter uma simulação controlada pelo aluno, contendo áudio, vídeo e respostas táteis. Essa é uma experiência mais rica do que um vídeo em DVD porque o usuário pode “ter controle sobre o vídeo” e explorar suas hipóteses via



raciocínios abduativos, indutivos e dedutivos (Peirce, 2012; Eco, 1976) na construção e manipulação de conceitos. A Tabela 2 resume a comparação dessas TICDs na elaboração de matérias didáticos.

Tabela 2: Comparação de Tecnologias de Informação e Comunicação.

| tecnologia dimensões de comparação | papel (livro) | áudio (CD) | vídeo (DVD) | computador + internet |
|--|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|
| interlocutores | geralmente professor → aluno | geralmente professor → aluno | geralmente professor → aluno | professor ↔ aluno |
| suporte físico | papel | CD + <i>player</i> | DVD + TV | arquivos digitais |
| estímulo aos sentidos | visão e talvez tato (braille) | audição | visão e audição | visão, audição, e talvez tato (e.g. <i>joysticks</i>) |

Além de aspectos de comunicação, também é importante refletirmos sobre os custos e a disponibilidade das tecnologias que apoiam a educação. Das quatro tecnologias sendo abordadas, computador e internet geralmente são aquelas com o maior custo de infraestrutura necessária para poderem ser utilizadas. Essa questão não pode ser ignorada, principalmente num país onde a oferta de ensino público e a desigualdade social são significativos. Se as instituições de ensino oferecerem a infraestrutura tecnológica necessária, pelo menos no ambiente acadêmico os professores podem explorar recursos didáticos digitais durante as aulas. Para continuar o estudo fora do ambiente acadêmico, também seria necessário que o aluno tenha a infraestrutura disponível em casa ou em algum local disponível adequado ao estudo próximo da sua casa.

O que fazer quando algum aluno não tiver a infraestrutura disponível para continuar seus estudos com TICDs fora das aulas? Este é um dilema difícil ao professor. Por um lado, deixar de oferecer oportunidades de usufruir dessas tecnologias não parece ser uma boa opção aos alunos que tem condições de utilizá-las. Por outro, o aluno sem acesso a infraestrutura necessária para usar recursos didáticos digitais poderia ser prejudicado e não estaria em condições de igualdade com os que tem acesso. Como esses extremos são complicados, uma abordagem interessante seria buscar a equidade para administrar melhor as diferenças. Isso envolve buscar oferecer uma variedade de materiais didáticos digitais e não digitais para os alunos, para que eles possam utilizar os materiais mais adequados à sua realidade. Em paralelo, o professor pode investigar espaços alternativos de estudo que possam oferecer a infraestrutura necessária para uso das TICDs nos processos de aprendizagem. Por exemplo, o professor pode procurar e recomendar que os alunos usem espaços públicos adequados ao estudo fora e dentro da instituição de ensino com a infraestrutura necessária, tais como bibliotecas e laboratórios de estudo. Em iniciativas de mais longo prazo, o professor pode se empenhar em demandar e estimular comunidades e governos a criarem espaços de estudo com a infraestrutura adequada às TICDs.

É importante lembrar que as dificuldades de acesso relacionadas às questões econômicas não são exclusivas dos materiais didáticos digitais. Livros em papel, CDs e DVDs também têm custo não desprezível e também requerem alguma infraestrutura adequada para serem utilizados. Sendo assim, cabe ao professor refletir se os seus alunos terão condições de utilizar os materiais didáticos propostos. As estratégias de oferecer materiais didáticos alternativos e buscar diferentes opções para os alunos terem condições de estudar dentro e fora da sala de aula parecem ser úteis para uma grande variedade de materiais didáticos, sejam eles digitais ou não.

Computadores e internet possuem características particulares que permitem ao professor explorar:

- **escala** – os materiais didáticos digitais podem ser utilizados por um, poucos ou muitos alunos ao mesmo tempo; todos em um único lugar ou espalhados geograficamente. As outras tecnologias oferecem menos possibilidades de escala.
- **convergência** – os materiais didáticos digitais podem conjugar em um único artefato diferentes tipos de mídias (texto, áudio, vídeo, simulações), que permitem a interação entre professores e alunos para explorar diferentes perspectivas do mesmo assunto. Essa diversidade de recursos auxilia o professor a explorar melhor a construção e manipulação de conceitos (dados, informações e conhecimentos), representações e relações entre eles, contribuindo para promover o aprendizado dos alunos. As outras tecnologias também podem oferecer diversidade equivalente de textos, áudios, vídeos e simulações, porém de forma separada em vários materiais didáticos. Isso pode dificultar a articulação entre conteúdos e atividades em diferentes materiais didáticos. A convergência em um artefato proporcionada por computadores e internet é um valioso recurso para explorar as associações que fundamentam o funcionamento da memória e do raciocínio humano (Peirce, 2012; Eco, 1976).
- **processamento de informações** – diferente das outras TICDs que apenas apresentam a informação, os computadores (e semelhantes) são capazes de processá-las. Isso significa que o computador é capaz de manipular informações existentes para gerar outras informações que não existiam antes, de forma autônoma, sob o controle do professor ou do aluno. A capacidade de processamento de informações torna os materiais didáticos dinâmicos, flexíveis, fáceis de atualizar e adaptáveis a diferentes necessidades pedagógicas depois de pronto. Por exemplo, os alunos podem explorar diferentes parâmetros de uma simulação para compreender melhor certos fenômenos da natureza (os alunos ganham liberdade para perguntar: E se..."); ou cada aluno da turma pode ser exposto a um subconjunto diferente de exercícios sorteados aleatoriamente pelo computador para evitar a cópia. Sem capacidade de processamento isso não seria possível.

5 REFLEXÕES SOBRE ESSAS EXPERIÊNCIAS

Durante nossas iniciativas de desenvolver materiais didáticos digitais para o ensino de Parasitologia e Entomologia Médica surgiram alguns desafios sobre os quais precisamos refletir: Qual material didático precisa ser desenvolvido? Como desenvolver esse material? Como trabalhar



efetivamente numa equipe interdisciplinar? Como lidar com infraestrutura limitada para utilização das TICDs?

A experiência de ensino dos professores de Parasitologia e Entomologia Médica foi fundamental como ponto de partida. Eles diagnosticaram as dificuldades dos alunos, como no uso do microscópio nas aulas práticas. Identificaram limitações nos materiais didáticos existentes, como nas chaves de identificação em papel. Também apontaram oportunidades de melhoria em processos de ensino-aprendizagem na sua área, como no desenvolvimento de atividades lúdicas em jogos com conteúdos educacionais. Os objetivos educacionais desses professores guiaram toda nossa experiência de elaboração de novos materiais didáticos digitais e não digitais.

Apesar de eles compreenderem bem os problemas educacionais nas suas disciplinas, sozinhos, apenas com sua formação em Biologia e experiência em ensino de Parasitologia e Entomologia Médica, eles não foram capazes de resolvê-los. As soluções necessárias não estão relacionadas apenas ao conteúdo. Por exemplo, livros didáticos estão disponíveis há muito tempo e esses problemas permanecem. Foi necessário repensar a forma de apresentar, acessar e usar este conteúdo para enriquecer o conhecimento dos alunos e estimular o desenvolvimento de suas competências e habilidades. Para isso, foi importante explorar as possibilidades das novas TICDs (principalmente computador + internet) em conjunto com professores de Informática.

Na transição das pranchas em papel para o atlas virtual nossa primeira tentativa foi reproduzir em páginas HTML aquilo que estava nas pranchas em papel. Vencido o primeiro desafio tecnológico, começamos a refletir: O material digital deveria mesmo ser cópia do material impresso? Deveríamos organizar a apresentação do material digital da mesma forma que o impresso? Ler no papel é o mesmo que ler numa página web? Nenhum dos docentes envolvidos conseguia responder essas perguntas somente com conhecimentos e experiência da sua área de atuação. Percebemos então a necessidade de aprender um pouco da outra área para compreendermos melhor o problema e sermos capazes de pensar numa solução mais adequada. Neste momento as ações interdisciplinares deixaram de ser apenas justapostas, cada professor se envolvendo apenas com atividades da sua área, para começarem a se integrar de fato.

Um professor de Informática começou a frequentar aulas teóricas e práticas de Parasitologia e Entomologia Médica, a consultar bibliografias da área e a participar de atividades de pesquisa em campo (geração de conhecimento) na área. Ele se esforçou para compreender o processo de ensino-aprendizado em Parasitologia e Entomologia Médica na perspectiva dos alunos e dos professores. Este envolvimento trouxe resultados benéficos. Esse professor de Informática começou a compreender melhor o que os professores de Parasitologia e Entomologia Médica falavam durante as reuniões. As dificuldades durante o processo de ensino e aprendizagem nessa área passaram a fazer sentido e ganharam maior importância para ele. As discussões ficaram mais ricas conforme o vocabulário técnico de Parasitologia e Entomologia Médica era aprendido por ele.

Depois dessa aproximação para conhecer a área dos colegas, os professores de Informática e de Parasitologia e Entomologia Médica trabalharam em conjunto para melhorar a organização e a apresentação do conteúdo no atlas virtual, dando origem à segunda versão do sistema. Enquanto



os professores de Parasitologia e Entomologia Médica esclareciam a estrutura do conteúdo e apresentavam boas formas de apresentá-lo, os professores de Informática elaboravam ideias de como usar as novas TICDs para apresentar o conteúdo aos alunos proporcionando uma melhor experiência durante seus processos de aprendizagem. Este resultado só foi possível com uma integração efetiva das atividades e conhecimentos interdisciplinares, buscando compreender e valorizar as diferentes áreas. Como próximo passo, os professores estão se questionando: Todos os cursos deveriam acessar o mesmo conteúdo, representado da mesma forma? Todos os cursos precisam estudar o conteúdo no mesmo nível de detalhe? Senão, como lidar com isso? Certamente mecanismos de adaptação das TICDs são promissores para viabilizar a construções de soluções customizadas para o curso, pelo professor. Questões semelhantes surgiram durante o desenvolvimento de cada um dos outros materiais didáticos. Novas pesquisas devem ser conduzidas para buscarmos respostas para elas.

A problemática de acesso e infraestrutura necessária para utilizar as TICDs também foi posta durante as nossas experiências de ensino de Parasitologia e Entomologia Médica na UFRN. As salas de aulas teóricas e os laboratórios de aulas práticas não possuem computadores. Apesar de existir acesso à internet via rede sem fio em muitos locais no ambiente acadêmico, a rede sem fio não é acessível dentro dos laboratórios de aulas práticas e em algumas partes das salas de aula teóricas. Deste modo, os materiais didáticos digitais desenvolvidos – atlas e chave de identificação virtuais – não puderam ser utilizados durante as aulas pelos alunos. Ainda assim, os professores de Parasitologia e Entomologia Médica decidiram apresentar e disponibilizar esses materiais digitais aos alunos para utilização de forma complementar fora da sala de aula. Os alunos poderiam utilizá-lo nos laboratórios de informática da universidade (espaços diferentes dos laboratórios de aula de Parasitologia e Entomologia Médica), nos computadores dos laboratórios de pesquisa em que estivessem envolvidos, em computador pessoal em casa ou em outro local fora da universidade. O atlas virtual também poderia ser utilizado nos *smartphones* dos alunos.

Apesar da falta de infraestrutura ainda ser um obstáculo importante para o uso de materiais didáticos digitais na UFRN, é fundamental que iniciativas como a nossa continuem sendo desenvolvidas para entendermos melhor as necessidades desses outros dispositivos dentro dos ambientes acadêmicos de ensino de Parasitologia e Entomologia Médica, bem como entendermos quais são as vantagens e desvantagens do uso destes novos materiais no ensino dessa área. Os laboratórios de ensino de Parasitologia e Entomologia Médica não foram projetados para abrigar computadores e internet de forma integrada aos outros artefatos típicos da área (e.g. bancada, pia, microscópios e lupas). Essa é uma mudança cultural grande, não apenas do ponto de vista metodológico de ensino. A realidade provavelmente vai se adaptar devagar, conforme entendemos o benefício das mudanças e os custos passem a ser compreendidos como investimentos necessários e aceitáveis.

Essa experiência diversificada de desenvolvimento de materiais didáticos também levantou questões relativas ao uso desses materiais pelos alunos e professores: Quando seria adequado utilizar os materiais didáticos desenvolvidos? Antes, durante ou depois das aulas? Quais deveriam ser os objetivos pedagógicos desses materiais no ensino (despertar interesse, relembrar conteúdo,



aprofundar conteúdo, revisar conteúdo, propor exercícios, avaliar aprendizado, etc.)? Como fazer um bom uso destes materiais didáticos? Além disso, esses diferentes materiais abordam conteúdos semelhantes que de alguma forma se relacionam ou se sobrepõem. Como lidar com conteúdos e atividades semelhantes nos materiais didáticos? É possível reusar conteúdos de forma automática? É possível reusar atividades de forma automática? Como orientar o professor no desenvolvimento e uso desses materiais didáticos integrados via computador e internet? As iniciativas de desenvolvimento de materiais didáticos digitais relatadas neste trabalho são um passo importante para contribuir com os processos de ensino e aprendizagem de Parasitologia e Entomologia Médica. Contudo, o assunto está longe de ser esgotado e muita pesquisa ainda precisa ser realizada no futuro para responder as questões básicas que se apresentam em aberto.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho relatamos nossa experiência no desenvolvimento de materiais didáticos digitais e não digitais para o ensino de Parasitologia e Entomologia Médica na UFRN. Desenvolvemos e continuamos aprimorando um atlas virtual, jogos educativos e uma chave de identificação virtual. Estudos preliminares apontam essas iniciativas como promissoras.

Aprendemos nessa experiência que não podemos nos contentar em apenas transpor para o meio digital aquilo que já fazíamos em outras tecnologias. Precisamos identificar oportunidades no processo de ensino-aprendizagem para utilizar recursos que somente o computador e internet podem oferecer, tais como: escala, convergência e capacidade de processamento. Esses recursos não podem ser desprezados nem subutilizados. Por exemplo, eles são particularmente úteis para oferecermos um apoio mais personalizado ou individualizado no processo de ensino-aprendizagem. Deste modo, pretendemos explorar a elaboração de materiais didáticos digitais que possam atender melhor as particularidades e necessidades de formação de cada curso sobre a área de Parasitologia e Entomologia Médica. Além disso, precisamos construir materiais didáticos que respeitem o ritmo, estilo de aprendizado e as demais particularidades de cada aluno.

O desenvolvimento de materiais didáticos digitais para Parasitologia e Entomologia Médica levanta questões difíceis de responder, pois tratam de problemas genuinamente interdisciplinares, na fronteira entre Biologia, Educação e Informática. Se uma pessoa de qualquer uma dessas áreas não se aproximar da fronteira, é provável que nem mesmo consiga percebê-los adequadamente, quanto mais solucioná-los. Não basta boa vontade para conversar com parceiros de outras áreas, nem mesmo participar de algumas reuniões é suficiente. É preciso se empenhar para entender o que acontece na fronteira sob o ponto de vista de todas as áreas: Quais problemas cada área enxerga na fronteira? Como cada área interpreta tais problemas? Como sua área pode contribuir para solucioná-los? Isso exige que os parceiros interdisciplinares aprendam um pouco sobre outras áreas para compreendê-la melhor.

O profissional de Informática tem papel fundamental neste caso, pois conhece as potencialidades e limitações das tecnologias digitais, e está acostumado a identificar problemas, propor e desenvolver soluções computacionais. Com base na experiência adquirida neste trabalho,



recomendamos que o profissional de Informática atue como mediador das atividades da equipe interdisciplinar durante a elaboração de materiais didáticos digitais.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barbosa, S. D. J., & Silva, B. S. (2010) *Interação Humano-Computador*. Editora Campus-Elsevier.
- Briggs, A., & Burke, P. (2006) *Uma História Social da Mídia: de Gutenberg à Internet*. 2ª Edição. Zahar.
- Coadic, Y. F. L. (2004) *A Ciência da Informação*. 2ª edição. Brinquet de Lemos Livros.
- D'Oliveira, R. C. B. (2011). *Desenvolvimento e Aplicação do Jogo "Insetos Mais Carrapatos Vetores" Como Instrumento Facilitador do Ensino da Entomologia*. Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Biológicas. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- D'Oliveira, R. C. B., & Gama, R. A. (2012) Desenvolvimento e Aplicação do Jogo "Insetos Mais Carrapatos Vetores" Como Instrumento Facilitador do Ensino da Entomologia. *Anais do IV ENEBIO e II EREBIO da Regional 4*.
- Davenport, T.H. (2002) *Ecologia da Informação*. 5ª edição. Futura.
- de Souza, C. S. (2005) *The Semiotic Engineering of Human-Computer Interaction*. The MIT Press.
- Eco, U. (1976) *A Theory of Semiotics*. Indiana University Press.
- Escolano, A. C. M., Generozo, D.B., & Dornfeld, C.B. (2011) Jogos: Uma proposta lúdica para a aprendizagem de biologia. *Anais do 3º Congresso Internacional de Educação*.
- Jakobson, R. (1960) Linguistics and poetics. In: Sebeok, T. A. (ed.) *Style in language*. Cambridge, MA. The MIT Press, 350-377.
- Lima, J. C. (2012) *Desenvolvimento e Avaliação de Métodos Facilitadores para o Ensino da Parasitologia*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2012.
- Marques, V. G., Silva, B. S., & Gama, R. A. (2016). Atlas Virtual de Parasitologia e Entomologia. In *Anais do Congresso Regional sobre Tecnologias na Educação*, 1-14.
- Masetto, M. T. (2003) *Competência Pedagógica do Professor Universitário*. São Paulo: Summus editorial.
- Mattar, J. (2010) *Games em educação: como os nativos digitais aprendem*. São Paulo: Pearson Prentice Hall.
- McGarry, K. (1999) *O Contexto dinâmico da Informação*. Brinquet de Lemos Livros.
- Melo, A. C. F. L., Trindade, R. A. D., & Alves, D. (2020). Uso de mídias digitais como auxílio no ensino



de Parasitologia. *Revista de Saúde Digital e Tecnologias Educacionais*, 5(2), 161-174.

Melo, H. H. A. R. F., Andrade, A. F., Silva, B. S., & Gama, R. A. (2013) Das Cartas para o Tablet: Transição de um Jogo para Auxiliar o Aprendizado de Entomologia Médica. In: *Anais do V Encontro Regional de Ensino de Biologia do Nordeste* (V EREBIO NE).

Oliveira-Costa, J. (2013) *Insetos Peritos - a entomologia forense no Brasil*. Millennium Editora.

Peirce, C. S. (2012) *Semiótica*. 4. ed. São Paulo: Perspectiva.

Santa Rosa, J. G., & Struchiner, M. (2011) Tecnologia Educacional no Contexto do Ensino de Histologia: pesquisa e desenvolvimento de um ambiente virtual de ensino de aprendizagem. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 35(2), p. 289-298.

Thomson, M., Mantilla, G., Platzer, B., Willingham, A. L., Sommerfeld, J., & Touré, Y. (2012) Assessment of research needs for public health adaptation to social, environmental and climate change impacts on vector-borne diseases in Africa. *UNICEF/UNDP/World Bank/WHO Special Programme for Research and Training in Tropical Diseases*.

COMO CITAR ESTE ARTIGO:

SILVA, B. S. da (2021). Reflexões sobre a elaboração de materiais didáticos digitais para Parasitologia e Entomologia Médica. *Holos*. 37(1), 1-23.

SOBRE OS AUTORES

B. S. DA SILVA

Doutor em Informática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro/PUC-Rio (Brasil); Professor do Instituto Metrópole Digital e do Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal do Rio Grande do Norte/UFRN (Brasil). Membro do Grupo de Pesquisa Tecnologia e Gestão da Informação e do Conhecimento/CNPq.

E-mail: bruno@imd.ufrn.br

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7689-8000>

Editor(a) Responsável: Fábio Paiva

Pareceristas Ad Hoc: Carlos Marchiori e Rúbia Eliza Ascari

