

Transferência didática como problema pedagógico para o ensino em programas de formação em biomonitoramento ambiental

Didactic transposition as pedagogical problem for education and training program in environmental biomonitoring

Riccardo Mugnai¹
Darcilio Fernandes Baptista²
Júlio Vianna Barbosa³

Resumo

Este trabalho tem a finalidade de apresentar o processo de investigação com o qual procuramos estabelecer o quanto e como um conjunto de estudos acadêmicos deve ser adaptado para desenvolver um livro técnico específico, a ser utilizado para o ensino em programas de formação em biomonitoramento. Realizar produtos didáticos a partir de material científico não é só pensar em aplicar estratégias e processos de transferência didática necessários por interligar a cultura científica à cultura de destino, mas também utilizar elementos facilitadores de consulta e compreensão do texto. Tal atividade deve incluir outros elementos, entre os quais aqueles ligados ao idioma e à cultura local.

Palavras-chave

Transferência Didática; Biomonitoramento; Texto Técnico; Manual; Livro Didático.

Abstract

This work aims to present the research process which was established as and how many a set of academic studies should be adapted to develop a specific technical book for teaching in biomonitoring training programs. To realize an educational product from scientific papers is not just thinking in applying strategies and processes for didactic transposition. That necessary to link scientific culture with target culture, but also use facilitators elements to access and understanding the text and should include other elements like the local language and culture.

Keywords: *Didactic Transposition; Biomonitoring; Technical Text; Handbook; Didactic Book.*

Introdução

O ensino de determinada disciplina apresenta realidades distintas em função do ambiente no qual essa prática é desenvolvida (MILICIC et al., 2008). Um dos recursos mais importantes nas atividades de ensino é o livro didático. O texto didático utilizado para atividades de ensino, de acordo com Choppin (2004), é voltado para a didática com as funções de referencial curricular, de instrumentalização de método de aprendizagem, ideológica e cultural e, mais restritamente, documental; esse recurso deve ser desenvolvido de acordo com a sua realidade.

¹ Laboratório de Avaliação e Promoção da Saúde Ambiental - IOC/FIOCRUZ
mugnai@ioc.fiocruz.br

² Laboratório de Educação Ambiente e Saúde - IOC/FIOCRUZ

³ Programa de Pós-Graduação em Ensino em Biociência e Saúde - IOC

As atividades de ensino, voltadas especificamente para a formação de competências, necessitam de uma organização curricular que leve em consideração a diversidade dos processos educativos e das prioridades de formação (BARBOSA et al., 2003). Assim, para o desenvolvimento de um recurso didático específico para a área de ensino em biomonitoramento devem ser considerados vários fatores, entre outros, a diferença entre texto científico e texto técnico e o processo com o qual esse tipo de recurso didático será desenvolvido.

Segundo Genouvrier & Peytard (1973), o texto científico é constituído por conceitos e resultados de uma pesquisa ou de uma reflexão científica; o técnico exerce “um papel de denominação dos ramos ou objetos próprios de uma técnica, e estabelece uma classificação entre os resultados obtidos enquanto atividade”. Com relação ao processo de desenvolvimento de livros didáticos, Bernstein (1998) reporta que esse é um procedimento no qual a transferência de conceitos e textos de um contexto para outro deve estar sujeita a uma recontextualização, assumindo caráter híbrido, mediando diferentes contextos, adaptando-os a um perfil cultural específico.

O presente trabalho tem como finalidade descrever o processo de investigação com o qual procuramos estabelecer o quanto e como um conjunto de estudos acadêmicos deve ser adaptado para desenvolver um livro técnico específico para o ensino em programas de formação em biomonitoramento, a ser utilizado em controle das águas doces superficiais, utilizando estudos de sistemática relativos aos invertebrados aquáticos, e avaliar os possíveis conflitos entre a *cultura de origem* (acadêmica), na qual o conhecimento é gerado, e a *cultura de destino*, à qual pertence o público-alvo, com base no conceito de *cultura acadêmica* descrito por Hyland (1997) e de *teoria da transferência* desenvolvido por Chevallard (1985; 2007).

Descrição da área de atuação

Para o controle da qualidade da água hoje são empregados, em vários países, sistemas de monitoramento utilizando a biota (*biomonitoramento*), muitos baseados no estudo da fauna presente em um corpo hídrico de comprimento superior ao milímetro (*macroinvertebrados*) (BONADA, 2006). O Brasil, na última década, fez grandes avanços na pesquisa relativa a sistemas de biomonitoramento (JUNQUEIRA; CAMPOS, 1998; BAPTISTA et al., 2007; MUGNAI et al., 2008) e deu os primeiros passos para a adequação da sua legislação com a promulgação da Resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005). Porém, nada ainda foi feito para transferir o saber relativo à biota aquática e as ferramentas de biomonitoramento do meio acadêmico para a área de aplicação, tornando difícil o ensino. Entretanto, o interesse da academia nessa área de ensino é crescente, como demonstram os cursos introdutórios recentemente oferecidos por várias universidades.

Cultura acadêmica e necessidade de transferência

Hyland (1997) considera *cultura acadêmica* o conhecimento gerado no âmbito da pesquisa científica, distinto por ter formas de linguagem e léxico característicos. Para

que haja o processo de ensino é necessário que o conhecimento que surge no meio da comunidade científica (*saber sábio*) se transforme em conhecimento útil para ser ensinado (*saber ensinado*), existindo uma *distância* entre os saberes (CHEVALLARD, 1985; 1998). Essa passagem da cultura de origem para a cultura de destino, dependendo da distância e do grau de identificação com uma ou com outra cultura, pode originar tensões e conflitos, além de choque cultural (OBERG, 1960), até a *ruptura epistemológica*, com a qual o processo de passagem é interrompido (CHEVALLARD, 1998).

Para a interpretação de um texto científico por parte de indivíduos leigos uma das barreiras é constituída pela estrutura linguística e lexical (HYLAND, 1997), devido ao desconhecimento do significado das palavras e/ou do idioma, da falta de integridade informativa, da inconsistência ou da inexistência de informações necessárias para sua compreensão e, além disso, da presença de situações discordantes com os padrões da cultura pertinente (CHIMM; BREWER, 1993; MATURANO; MAZZITELLI, 2003).

Com base nestes conceitos formulamos uma série de perguntas: Quais são as características que distinguem as duas diferentes culturas (ou saberes) a serem interligadas? Existem critérios ou modelos para que se construa uma ponte entre as duas culturas? Qual é a *distância* máxima e/ou o grau da *transferência didática* que pode ser alcançado na realização de um material didático, sem perder qualidade científica?

Desenho investigativo

Com a finalidade de responder às questões levantadas e realizar nossa investigação, este trabalho foi subdividido em três etapas:

Etapa 1 - estudo dos saberes envolvidos e avaliação da transferência didática necessária, considerando os seguintes saberes: *Saber acadêmico* - constituído por artigos acadêmicos nacionais e internacionais, monografias, dissertações e teses relativas à fauna aquática; *Saber de referência* - constituído por livros técnicos produzidos e utilizados em outras localidades do mundo para as atividades didáticas, de treinamento e laboratoriais; *Saber a ser ensinado* – constituído pelo conjunto de saberes resultado da *transferência didática* dos saberes acadêmicos, utilizando padrões do ensino de referência.

Etapa 2 - produção do material didático com base nas informações obtidas na etapa 1.

Etapa 3 - realização de um teste de avaliação do processo de *transferência didática* realizada a partir das etapas 1 e 2.

Resultados

Saber acadêmico

A taxonomia pode ser definida como o ramo da biologia que se ocupa da organização e da caracterização dos grupos de organismos, do estabelecimento das relações de parentesco entre esses grupos, da identificação de formas já conhecidas e da descrição

e da denominação de formas novas (MARTINS, 1983). Do ponto de vista tipológico, os conhecimentos científicos nessa área são produzidos de três formas principais: artigos científicos, divulgados por revistas especializadas; monografias, dissertações e teses, que geralmente estão depositadas nas bibliotecas acadêmicas; e livros científicos, comercializados por editoras especializadas.

No Brasil, foi observado, na última década, o aumento do número de publicações relativas aos estudos faunísticos e taxonômicos, principalmente no estado do Rio de Janeiro, onde a pesquisa foi desenvolvida. Nesta, foram considerados os três tipos de produtos acadêmicos. Devido à grande quantidade de material consultado para a realização da nossa pesquisa e da confecção do material didático, remetemos o leitor interessado em consultar a bibliografia reportada em *Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro* (MUGNAI et al., 2009). Além disso, para cada obra consultada foram avaliados os seguintes parâmetros: quantidade, tipologia, clareza e tipo de representação dos caracteres taxonômicos utilizados e a presença de fatores facilitadores de interpretação do texto.

O resultado evidenciou um padrão bastante homogêneo, no qual as informações úteis para a classificação dos exemplares estão disponíveis em forma de chaves dicotômicas, a maioria redigida no formato descritivo, com grande número de caracteres, muitas delas redigidas em inglês e com escassos recursos gráficos. Esse formato se torna útil para repassar as informações entre acadêmicos em ampla escala geográfica, mas dificulta o processo de ensino. Do ponto de vista dos conceitos, as publicações acadêmicas, sendo reservadas a especialistas, nunca tratam de conceitos básicos que, no caso de estudantes, devem ser aprendidos em outros textos, e quase nunca fornecem informações sobre onde deveriam ser buscadas.

Com relação à terminologia utilizada, é importante ressaltar que, na área da biologia, como em outras áreas acadêmicas, existe uma complicada terminologia técnica, em muitos casos específica para cada grupo de organismo zoológico, podendo acarretar dificuldades de interpretação do texto até para um biólogo experiente, mas não especialista do grupo tratado (HYLAND, 1997). Com relação aos termos técnicos utilizados nesses tipos de publicação, foi constatado que nem sempre um glossário é apresentado e, quando presente, não é muito conspícuo, impondo, assim, o uso de dicionários ou coletâneas de termos técnicos específicos.

Saber de referência

Como saber de referência, examinamos um conjunto de livros técnicos produzidos e utilizados em outros países, em atividades didáticas, de treinamento e de laboratório. Assim, procurando abranger a maior área geográfica possível, foram estudadas e avaliadas as obras de: CAMPAIOLI et al., 1994 (Itália), CROFT, 1986 (Inglaterra), CSIRO, 1996 (Austrália), COSTA et al., 2006 (Brasil), FERNÁNDEZ e DOMÍNGUEZ, 2001 (Argentina), FITTER e MANUEL, 1993 (Itália), LEHMKUHL, 1979 (USA), MERRIT e CUMMINS, 1996 (USA), PROVINCIA DI TRENTO ed., 1992 (Itália), STEHR, 1991 (USA), TACHET et al., 1987

(França) e USINGER, 1968 (USA) (ver Tabela 1 em anexo ou MUGNAI et al., 2009). Com a finalidade de avaliar o procedimento de *transferência didática* utilizado para tais publicações, em cada obra foi avaliado o seguinte conjunto de parâmetros: modalidade didática, quantidade, tipologia, clareza e tipo de representação dos caracteres taxonômicos utilizados, presença de fatores facilitadores de interpretação e/ou de consulta do texto e de potencial uso em treinamento técnico, presença de informações ecológicas, aspectos da editoração e glossário. O resultado dessa avaliação é apresentado de forma resumida na Tabela 1, que mostra a existência de uma relação direta entre potencial uso de uma publicação para atividades de treinamento e número de caráter, tipo de representação e presença de elementos facilitadores utilizados. Manuais com chaves descritivas e grande número de caracteres diagnósticos são utilizáveis para atividades acadêmicas ou para atividades de identificação por parte de pessoal especializado na área de entomologia. Manuais com maior investimento em transferência didática, com diminuição de caracteres diagnósticos, transformação das chaves descritivas em gráficos e um bom glossário são potencialmente utilizáveis para atividades de treinamento e ensino e em atividades laboratoriais de rotina.

Saber a ser ensinado

O *saber a ser ensinado* é constituído por um conjunto de informações e noções derivadas de um processo de *transferência didática* do *saber acadêmico*, de acordo com as características de determinado currículo de estudo ou de determinado público-alvo (CAVALCANTIMOREIRA; MARTINS, 2003). Assim, para que esse tipo de saber seja originado, três fatores são necessários: a) que o *saber acadêmico* seja disponível; b) que estudando o *saber de referência* seja planejado para realizar a *transferência didática*; c) que seja definido o público-alvo, de maneira a quantificar o processo de *transferência didática*.

No âmbito da nossa pesquisa, porém, o terceiro fator resulta ignoto. No Brasil, apesar dos avanços técnicos e legislativos, ainda não foi oficialmente aberta a discussão relativa ao recurso humano a ser utilizado para a função de técnico em biomonitoramento das águas, ou seja, não existem informações disponíveis relativas à figura profissional, seu currículo e suas competências. Assim, após avaliar as figuras profissionais utilizadas em outros países, decidimos produzir o material didático para o profissional menos especializado, podendo ser representado por estudantes de biologia sem especialização em entomologia, considerando que os insetos representam a maioria da fauna de invertebrados aquáticos e pressupondo que, no Brasil, o profissional mais adequado para atuar como especialista técnico em programas de biomonitoramento seja um biólogo, cuja formação não contemple obrigatoriamente a especialização em entomologia.

Produção do material didático

Com base nas etapas precedentes, a publicação didática foi estruturada em duas unidades. A primeira, introdutória, com a finalidade de fornecer conceitos básicos úteis para o trabalho técnico, tanto de campo quanto de laboratório, e essenciais nos estudos limnológicos e de controle ambiental. E a segunda unidade, relativa aos aspectos da morfologia e identificação taxonômica, referentes aos grupos de macroinvertebrados abordados.

Para a realização de uma *transferência didática* adequada, a redação de cada capítulo exigiu atenta revisão da literatura e a completa reestruturação dos textos, principalmente para os capítulos relativos aos aspectos da morfologia e identificação taxonômica, tendo como finalidade atender às seguintes exigências: explicar, de forma simples, os conceitos básicos; inserir conceitos ou técnicas que podem ser desconhecidos para um público não-especialista; reduzir ao máximo a quantidade de termos técnicos; explicar os termos técnicos utilizados junto ao recurso gráfico, na parte introdutória, ao grupo taxonômico tratado, com o textual realizando um extenso glossário.

Em cada capítulo relativo a cada grupo biológico, decidimos tratar, de forma obrigatória, os seguintes itens: etimologia do nome do táxon; descrição geral do grupo, morfologia e notas ecológicas; terminologia técnica apresentada, utilizando recursos gráficos; principais fontes bibliográficas utilizadas para a realização da chave pictórica, permitindo ao estudante buscar o conhecimento acadêmico específico. As chaves de identificação pictóricas foram realizadas utilizando fotomicrografias, produzidas especificamente para tal publicação.

Como resultado, o manual de identificação resultou em um volume de 176 páginas, contendo 60 pranchas coloridas de identificação e um glossário constituído por cerca de 180 termos. Visando a localizar os melhores exemplares a serem fotografados, foram consultados os acervos do Laboratório de Avaliação e Promoção da Saúde Ambiental do Instituto Oswaldo Cruz (LAPSA-IOC/FIOCRUZ) e coleções dos Departamentos de Carcinologia e Entomologia do Museu Nacional da Universidade Federal de Rio de Janeiro (UFRJ), do Laboratório de Entomologia da (UFRJ) e da coleção do laboratório de Malacológica-IOC da Fundação Oswaldo Cruz.

Teste do material didático e suas modificações

Após uma primeira pré-edição realizada no Instituto Oswaldo Cruz, com a finalidade de verificar o processo de *transferência didática* realizado e a possível presença de choques culturais, foi realizado um teste no laboratório do LAPSA-IOC/FIOCRUZ. Cópias da pré-edição foram disponibilizadas para realizar ciclos de treinamento e para o trabalho de bancada. O conjunto de sujeitos de pesquisa utilizado era constituído por seis estudantes, que, no período de treinamento, frequentavam cursos de Ciências Biológicas do III até o V período, e de um técnico de laboratório, formado em Biologia. Nenhum dos candidatos apresentava no *curriculum studiorum* cursos de entomologia ou de especialização na área.

Os componentes do grupo receberam informações genéricas relativas às atividades laboratoriais, à entomologia geral, à sistemática e ao funcionamento de chaves dicotômicas. Após essa fase, os candidatos realizaram tarefas rotineiras do laboratório, que consistiam, principalmente, na separação dos espécimes da matriz ambiental (pedras, areia e folhas) e na classificação de material biológico coletado em campo, utilizando o material didático produzido. O auxílio na compreensão do texto para utilização das chaves de identificação da fauna e no reconhecimento dos caracteres

taxonômico foi fornecido só em caso de pedido explícito. Durante todo o período de teste, de novembro de 2008 até março de 2009, as atividades dos estudantes foram monitoradas. Com o intuito de não interferir no andamento das atividades, seu monitoramento foi realizado entrando com frequência na sala de trabalho, oficialmente para a execução de outras tarefas, observando as atividades, ouvindo e anotando os comentários e as sugestões e/ou críticas.

A importância dos recursos gráficos e das micrografias utilizados ficou evidente ao longo do processo de investigação. Durante o período de observação das atividades de laboratório, foi visto que, em alguns casos: 1- os estudantes procuravam imagens fotográficas dos táxons utilizando pesquisa na internet, principalmente em casos de texto em que estivesse presente um desenho no lugar de uma micrografia; 2 – o manual era usado em conjunto com uma das publicações que serviu para realizar as chaves de identificação.

A procura de imagens para comparação dos desenhos evidenciou a importância do recurso fotográfico para um iniciante, fornecendo uma “sensação” mais próxima à realidade. Vale ressaltar que, num trabalho científico, a utilização de foto apresenta vantagens e desvantagens. Se, por um lado, a fotografia, principalmente a do tipo digital, representa um recurso de baixo custo e possibilita aos estudantes a rápida aproximação ao uso do microscópio e às atividades de laboratório, por outro lado, a imagem é a representação fiel de um exemplar, com todas as variações de cor, tamanho relativo e outros caracteres que este pode possuir, o que pode gerar problemas na leitura do caractere taxonômico utilizado. Porém, o desenho é geralmente fruto da representação de uma média de um conjunto de caracteres, realizado através do estudo de vários exemplares, mas apresenta custos e tempo de execução relativamente elevados.

O fenômeno do uso conjunto da pré-edição do manual com as publicações originais que serviram para confeccionar as chaves de identificação foi avaliado com o objetivo de revelar a existência de problemas de construção e/ou de interpretação das chaves de identificação. A observação dos sujeitos de pesquisa revelou que o uso conjunto era realizado por mais de um grupo taxonômico. O caso mais frequente era representado pelo uso da publicação *Os heteropteros aquáticos de Minas Gerais* (NIESER; DE MELO, 1997), que apresenta uma chave dicotômica puramente descritiva e desenhos relegados a um capítulo separado, deixando a situação com pouca clareza. Porém, nossa chave, pelo menos em teoria, deveria ser de mais fácil uso, sendo confeccionada de forma gráfica. Os sujeitos de pesquisa foram assim consultados. As respostas fornecidas evidenciaram que nosso material didático apresentava chaves de mais rápida e fácil utilização, quando comparado ao material original, porém este apresentava desenhos muito maiores em tamanho, o que facilitaria a visualização do caractere taxonômico, evidenciando, assim, a importância do tamanho das figuras para iniciantes.

Os sujeitos de pesquisa foram entrevistados a fim de se avaliar possíveis melhorias do produto didático. Os resultados foram divididos por assunto e dispostos da seguinte forma:

A - conceitos apresentados: inclusão na seção introdutória de argumentos geralmente não incluídos nesse tipo de manual, a citar: biossegurança, conceitos de sistemática e técnicas de coleta e preparação específica de cada grupo taxonômico;

B - terminologia técnica: mais rigor na padronização e diminuição da quantidade de palavras técnicas utilizadas;

C - iconografia: aumento do tamanho das micrografias e repetições dos desenhos para cada grupo taxonômico, possibilitando mais rapidez na consulta e na memorização;

D - chaves de identificação: foi discutida a dificuldade de utilização de chaves dicotômicas muito longas e a possibilidade de fracionamento das mesmas.

Com base nesse resultado, foram apontadas modificações no manual, inserindo-se, na parte introdutória, novos capítulos e modificando-se a formatação gráfica. Por último, procuramos diminuir a quantidade da terminologia técnica utilizada, buscando os termos sinônimos utilizados em diferentes grupos taxonômicos. Com relação à dificuldade de memorização dos caracteres morfológicos a serem utilizados, repetimos os desenhos ilustrativos da nomenclatura para cada grupo taxonômico e, para facilitar a utilização de chaves dicotômicas, as mesmas foram fracionadas e interrompidas em nível de família.

Realizadas as modificações e impressa uma nova pré-edição, o material didático foi novamente disponibilizado para as atividades de laboratório e realizamos um novo ciclo de treinamento e monitoramento de novos estagiários. Esse segundo ciclo de avaliação não evidenciou necessidades de modificações ou incremento da estrutura do texto.

Discussão

Os avanços científicos e o aumento de complexidade das novas tecnologias impõem a utilização de recurso humano cada vez mais especializado, portanto os estudantes precisam de literatura tecnológica ou facilidade de acesso às informações tecnológicas, com a finalidade de ter vantagens na vida profissional (HIGGINS; SPITULNIK, 2008). Para a formação do recurso humano a ser empregado nas áreas de aplicação das novas tecnologias e na pesquisa, é urgente que, no Brasil, sejam realizadas publicações específicas (BRASIL, 2006; ZANCAN, 2000).

No Brasil, o setor de avaliação da qualidade da água e de gestão de recursos hídricos que utilizam a integridade biológica é ainda incipiente e novas metodologias estão sendo implementadas e testadas (MUGNAI et al., 2008). Em alguns estados, é bastante rico o conhecimento relativo a essa área e a bibliografia disponível está, em geral, sob a forma de artigos acadêmicos e algumas obras monográficas, mas tudo direcionado a especialistas (MUGNAI; GATTI, 2008). Entretanto, há escassez de material bibliográfico para formação de recurso humano.

O processo de produção de material didático, como também sua avaliação, deve ser cuidadosamente planejado, considerando como fatores determinantes o alvo a ser atingido e o contexto no qual deve ser utilizado (AMRI, 2003; CHEN; CHEN, 2002;

MEHRJERDI, 2010; MILICIC, 2008; PITMAN et al., 1996; WILDE; SOCKEY, 1995). Para Bernstein (1998), a produção de material didático de uma área científica particular requer a recontextualização, através de um conjunto de adaptações chamadas *transferência didática* (CHEVALLARD, 1998). Quando um conhecimento científico é escolhido, deve sofrer “transformações adaptativas” para passar de um contexto cultural (acadêmico) a outro (não-acadêmico). Assim, o saber é uma realidade que muda, adaptando-se ao próprio “nicho” específico determinado por um conjunto de fatores: instituição, organização curricular, recursos humanos, recursos metodológicos e infraestrutura (BARBOSA et al., 2003; CHEVALLARD, 1985). “...Knowledge is not a given, the theory says, it is built up, and transformed, and –such was the keyword – *transposed...*” (CHEVALLARD, 2007).

No presente trabalho, procuramos entender o processo de *transferência didática* necessário para realizar um material didático, constituído por um manual de identificação da fauna aquática específico para a realidade brasileira, com a finalidade de instrumentalizar a capacitação técnica especializada em identificação taxonômica para fins de biomonitoramento da água. Na fase de estudo preliminar, resultou evidente que a necessidade de realizar uma *transferência didática* não é determinada só pelas diferenças culturais entre origem do saber e do destino, relativos ao léxico e/ou aos conceitos, como sugerido por Hyland (1997) e Milicic (2008), mas também relativo a fatores externos ao sistema de ensino (CHEVALLARD, 1985) e à forma como o conhecimento é gerado. Citam-se as palavras de Russel (1969): “...Nos livros de texto, costumamos adotar a ordem dedutiva, mas nos laboratórios a ordem indutiva é que é a seguida...”.

Chevallard (1985) reconhece no processo de transferência fatores de risco, entre os quais a possibilidade de existência de choque cultural, quando o processo de transferência é escasso e o material didático não tem capacidade de alcançar o estudante, ou quando o processo é excessivo e não atende às exigências de formação. Outros riscos são constituídos pela possibilidade de realizar deformação da informação, substituições, novas criações ou de ocultação em fase de redação do texto, além de desgaste *biológico* e *moral*.

Com relação aos problemas citados, devido à natureza do nosso trabalho, descartamos a hipótese de existência de desgaste moral. Em contraposição, como assinalado por Viana Alves et al. (2008), o risco de desgaste *biológico*, entendido como obsolescência do conhecimento (CHEVALLARD, 1985), por um livro técnico é elevado. Sendo assim, para desenvolver material didático ligado a novas tecnologias, há a exigência de realização no menor tempo possível. Já em fase de redação do nosso texto, foram necessários alguns reajustes devido a publicações de novos artigos acadêmicos.

O maior obstáculo para definir os padrões norteadores do processo de *transferência didática* para o nosso texto técnico foi constituído pela falta da definição do público-alvo (MUGNAI; GATTI, 2008) e, assim, de um padrão do *saber de destino*. Nesse contexto, a estratégia de escolher um público-alvo constituído por profissionais pouco especializados, por um lado, possibilitou o processo de *transferência didática* e a realização de material didático, por outro, determinará a necessidade de realizar

um novo material didático, caso, uma vez definido por ato legislativo, o padrão do recurso humano a ser utilizado para a função de biomonitoramento não corresponda ao idealizado pelos autores.

Com relação à pergunta relativa à *distância* máxima e/ou ao grau da *transferência didática* que pode ser alcançado, sem perder qualidade científica, a avaliação dos *saberes de referência* evidenciou casos de ruptura epistemológica. Um é representado pela utilização de manuais de identificação de grande alcance técnico, a citar as obras de Merrit e Cummins (1996) ou de Stehr (1991), para o treinamento de público-alvo não-especializado, sendo essas obras de revisão bibliográfica, nas quais existe pouco investimento em *transferência didática* e os elementos facilitadores da consulta e da compreensão do texto são escassos. Caso oposto é representado pela obra de Fitter e Manuel (1993). Nesta, há excessivo esforço de *transferência didática* e de utilização de elementos facilitadores, assim, o texto não tem a quantidade e a qualidade de informações necessárias para ser utilizado num contexto técnico. Tudo isso de acordo com os resultados apresentados por Milicic (2008), num estudo de conflitos gerados pela distância entre cultura de origem e de destino no ensino da física.

Para a organização das informações utilizamos como base teórica a aprendizagem significativa proposta por Ausubel (1993), segundo quem a aprendizagem é favorecida se os conteúdos apresentam uma organização lógica compreensível e se estão relacionados com os conhecimentos prévios de quem aprende. Há dificuldade quando não existem (ou são escassas) as inter-relações por falta de subsunçores aos quais as novas informações podem estar relacionadas. Nesse caso, é recomendado o uso de organizadores prévios que sirvam para ancorar a nova informação, levando ao desenvolvimento dos subsunçores que facilitem a aprendizagem.

Contudo, procuramos realizar um material didático procurando uma solução intermediária, realizando chaves de identificação gráficas e utilizando micrografias, possibilitando, assim, aos estudantes uma rápida aproximação ao uso do microscópio e as atividades de laboratório, sem diminuir a qualidade técnica das informações. Além disso, particular atenção foi dada aos possíveis elementos facilitadores individualizados por meio do estudo dos *saberes de referência* e do teste realizado no nosso laboratório, constituídos pela organização sequencial das informações e dos elementos facilitadores de memorização, de compreensão do texto e de consulta.

Com relação à memorização, Lacreu (1997) aponta que, na aprendizagem mecânica ou memorística, os novos conhecimentos se adquirem mediante a repetição dos atos, assim, com a finalidade de facilitar o processo de memorização dos caracteres a serem utilizados, foi decidido repetir o esquema ilustrativo da morfologia para cada grupo taxonômico. Como elemento facilitador de utilização do material didático, usamos faixas coloridas nas bordas das páginas, procurando fornecer um rápido sistema de consulta.

Por último, conforme proposto por Chevallard (1985), ao longo da trajetória sofrida pelo saber existem fatores externos ao sistema de ensino que influenciam o processo. Os saberes estão inseridos em um ambiente mais amplo, onde coexistem e se influenciam.

Assim, consideramos que existem elementos facilitadores que, de certa forma, podem ser independentes da cultura local, como os gráficos, a organização sequencial, entre outros, e elementos que são diretamente ligados ao idioma utilizado (MICHINEL; FRÓES, 2007; ORLANDI, 1996). No nosso trabalho, optamos pelo o uso da etimologia, sendo esta de grande potencial quando utilizada no ensino de biologia para estudantes de um idioma de origem latina, já que os nomes dos grupos são, em muitos casos, formados de palavras que descrevam características do grupo em latim e/ou grego segundo regras preestabelecidas (PAPAVERO, 1983; MUGNAI et al., 2009). Assim, a explicação da origem da palavra facilita a fixação dos nomes dos grupos para os neófitos.

Considerações finais

Realizar produtos didáticos a partir de material científico não é só pensar em aplicar estratégias e processos de *transferência didática* necessários para interligar a cultura científica à cultura de destino, mas também utilizar elementos facilitadores de consulta e compreensão do texto. Nesta atividade, devem ser incluídos outros elementos ligados ao idioma, à cultura e à realidade local.

Referências

AMRI, I. A. 2003. *Textbook evaluation: an avaluation plan*. Disponível em: <<http://web.squ.edu.om/lan/Micro%20Gallery/forum/forum7/textbookevaluaationIbtisamAl-Amri.pdf>>

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, Y.H. *Psicología educativa*. Un punto de vista cognoscitivo. 6 ed. México: Trillas, 1993.

BAPTISTA D.F. et al. A multimetric index based on benthic macroinvertebrates for evaluation of Atlantic Forest stream at Rio de Janeiro Estate, Brazil. *Hydrobiologia*, v. 575, p. 83-94, 2007.

BARBOSA, E.F.; FIGUEIREDO GONTIJO, A.; SANTOS, F.F. Inovações pedagógicas em educação profissional: uma experiência de utilização do método de projetos na formação de competências. *Educação e Tecnologia*, v. 8, n. 2, p. 06-13, 2003.

BERNSTEIN, B. *Pedagogía, control simbólico e identidad: teoría, investigación y crítica*. Madrid: Morata, 1998.

BONADA, N.; PRAT, N.; RESH, B.; STATZNER, V.H. Developments in aquatic insect biomonitoring: a comparative analysis of recent approaches. *Annual Reviews of Entomology*, v. 51, p. 495-523, 2006.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. *Diretrizes e estratégias para a modernização de coleções biológicas brasileiras e a consolidação de sistemas integrados de informação sobre biodiversidade*. Ministério da Ciência e Tecnologia, Brasília, 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Resolução CONAMA n. 357*, de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.dcm.puc-rio.br/download/Conama357.pdf>>. Acesso em: 11.12.2007.

CAMPAIOLI, F. et. al. *Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane*. Trento: [s.n.], 1994. V.1: Província Autonoma di Trento.

CAVALCANTI MOREIRA, P.; e MARTINS, M.M. Matemática escolar, matemática científica, saber docente e formação de professores. *ZETETIKÉ*, v. 11, n. 19, p. 57-80, 2003.

CHJEN, J.; CHEN, J.C. QFD-based Technical textbook evaluation – procedure and a case study. *Journal of Industrial Technology*, v. 18, n. 1, p. 2-8, 2002.

CHEVALLARD, Y. *La Transposición didáctica: del conocimiento erudito al conocimiento enseñado*. Del Carmen: La Pensée Sauvage, 1985.

CHEVALLARD, Y. On didactic transposition theory: Some introductory notes. *International Symposium on Research and development in Mathematics*, Bratislava, Czechoslovakia, 1998. Disponível em: <http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/On_Didactic_Transposition_Theory.pdf>. acesso em: 3.8.2009.

CHEVALLARD, Y. Readjusting Didactics to a Changing Epistemology. *European Educational Research Journal*, v. 6, n. 2, p. 131-134, 2007.

CHIMM, C.A.; BREWER, W.F. The role of anomalous data in knowledge acquisition. A theoretical framework and implications for science instruction. *Review of Educational Research*, v. 63, p. 1-50, 1993.

CHOPPIN, A. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. *Revista Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 549-566, 2004.

COSTA, C.; IDE, S ; SIMONKA C. E. (Ed). *Insetos imaturos: metamorfose e identificação*. Brasil: Holos, 2006.

CROFT, P.S. *A Key to the major groups of british freshwater invertebrates*. Inglaterra: Field studies, 1986.

CSRIO (Ed.). *The insect of Australia: a textbook for students and research workers*. 2 ed. Australia: Melbourne University Press, 1991.

FERNÁNDEZ, H.R.; DOMINGUEZ E. (Ed.). *Guia para la determinación de los Artrópodos Bentónicos Sudamericanos*. Serie Investigaciones de la UNT. Subserie Ciencias exactas e naturais. Universidad Nacional de Tucumán. Argentina, 2001, 282p.
FITTER, R.; MANUEL, R. *La vita nelle acque dolci*. Itália F. Muzio, 1993.

GENOUVRIER, E.; PEYTARD, J. *Lingüística e ensino do português*. Coimbra: Livraria Almedina, 1973.

- HIGGINS, T. E.; SPITULNIK, M. W. Supporting Teachers' Use of Technology in Science Instruction Through Professional Development: A Literature Review. *Journal of Science Education and Technology*, v. 17, n. 1, p. 511-521, 2008.
- HYLAND, K. Scientific claims and community values: articulating an academic culture. *Language and Communication*, v. 17, n. 1, p. 19-31, 1997.
- JUNQUEIRA, V.M.; CAMPOS, S.C.M. Adaptation of the "BMWP" method for water quality evaluation to Rio das Velhas watershed (Minas Gerais Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensis*, v. 10, n. 2, p. 125-135, 1998.
- LACREU, H.L. Transposición didáctica de las geociências. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, v. 5, n. 1, p. 37-48, 1997.
- LEHMKUHL, D. M. *How to know the aquatic insects*. Pictured Key Nature Series. W. C.: Brown, 1979.
- MARTINS, U.R. A nomenclatura zoológica. In: PAPAVERO N. (Ed.) *Fundamentos práticos de taxonomia zoológica: coleções, bibliografia, nomenclatura*. Museu Paranaense Emílio Goeldi e Sociedade Brasileira de Zoologia editor, 1983.
- MATURANO, C.I.; MAZZITELLI, C.A. Los estudiantes verifican la consistencia interna de los textos científicos o retienen la primeira informacion que leen? *Investigações em ensino de ciências*, v. 8, n. 1, 91-105, 2003.
- MEHRJERDI, Y. Z. Quality function deployment and its extensions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 27, n. 6, p. 616-640, 2010.
- MERRIT, R.W.; CUMMINS, K.W. *Aquatic insect of North América*. 3 ed. Estados Unidos: Kendal/Hunt Publishing Company, 1996.
- MICHINEL, J. L.; FRÓES, T. B. A socialização do conhecimento científico: um estudo numa perspetiva discursiva. *Investigações em ensino de ciências*, v. 12, n. 3, p. 369-381, 2007.
- MILICIC, B. et al. Transposición didática y dilemas de los profesores em la enseñanza de física para no físico. *Investigações em ensino de ciências*, v. 13, n. 1, p. 07-33, 2008.
- MUGNAI, R. et al. Adaptation of the Indice Biotico Esteso (IBE) for water quality assessment in rivers of Serra do Mar, Rio de Janeiro State, Brazil. *Tropical Zoology*, v. 20, n. 2, p. 57-74, 2008.
- MUGNAI, R.; GATTI, M.J. Infra-estrutura básica de suporte para o estudo de ecossistemas aquáticos. *Oecologia Brasiliensis*, v. 12, n. 3, p. 506-519, 2008.
- MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J.L.; BAPTISTA, D.F. *Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Technical Books, 2009.
- NIESER, N.; MELO, A.L. *Os heterópteros aquáticos de Minas Gerais*. Brasil: UFMG, 1997.

- OBERG, K. Cultural shock: adjustment to new cultural environments. *Practice of Anthropology*, v. 7, p. 177-182, 1960.
- ORLANDI, E. *A linguagem e seu funcionamento. As formas do discurso*. Campinas: Pontes, 1996.
- PAPAVERO, N.; MARTINS, U.R. Itens da publicação taxonômica. In: PAPAVERO, N. (Org.). *Fundamentos práticos da taxonomia zoológica: coleções, bibliografia, nomenclatura*. Belém: Museu Paraense E. Goeldi, 1983.
- PITMAN, G.; MOTWANI, J.; KUMAR, A.; CHENG, C. H. QFD application in an educational setting: a pilot field study. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 13, n. 4, p. 99-108, 1996.
- PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO. *Atlante per il riconoscimento dei macroinvertebrati dei corsi d'acqua italiani*. 2 ed. Itália: Provincia Autonoma di Trento, 1992.
- RUSSEL, B. *A perspectiva científica*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1969.
- STEHR, F.W. *Immature insects*. Estados Unidos: Kendall/Hunt publishing Company, 1991.
- TACHET, H.; BOUNARD, M.; RICHOUX, P. *Introduction á l'étude des macroinvertebrés des eaux douces*. França, C.R.D.P., 1987.
- USINGER, R.L. (Ed.). *Aquatic insects of California*. Berkeley: University of Califórnia Press, Estados Unidos, 1968.
- VIANA ALVES, B.; FIGUEIREDO ANDRADA, C. Revisão de textos técnicos de engenharia. *Educação Tecnológica*, v. 13, n. 2, p. 09-18, 2008.
- WILDE, J.; SOCKEY, S. 1995. *Evaluation handbook*. Disponível em: http://ares.unimet.edu.ve/didactica/conti/Respaldo/Departamento%20de%20Did%E1ctica/Materias/Semestre%2004-05A/Evaluaci%F3n%20Curricular/Evaluaci%F3n%20Curricular%20Maru/EVALUATION_HANDBOOK.doc
- ZANCAN, G. T. Educação científica uma prioridade nacional. *São Paulo em perspectiva*, v. 14, n. 1, p. 3-7, 2000.

Anexo

Tabela 1. Principais características dos livros técnicos produzidos e utilizados em vários países, em atividades didáticas e laboratoriais para o biomonitoramento da água.

Autor	Título	País	Ano	Tipo de representação dos caracteres taxonômicos	Quantidade de caracteres taxonômicos	Tipo de chave	Clareza dos caracteres taxonômicos	Fatores facilitadores para o treinamento	Informações ecológicas	Potencial uso para treinamento	Glossário
Campaioli et al.	Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane	Itália	1994	Chaves pictóricas com desenhos e descrição dos grupos	Baixa	Gráfica	Ótima, de fácil consulta sendo gráfica	Nenhuma, a não ser os recursos gráficos de grande tamanho	Ausentes	Boa	Presente, mas muito limitado
Costa et al.	Insetos imaturos	Brasil	2006	Chaves dicotômicas descritivas, com alguns desenhos em pranchas separadas	Média	Descritiva	Bom	Nenhuma	Estão presentes algumas informações no texto introdutório e talvez nas chaves, mas no contexto geral são escassas	Baixa	Bom
Croft	Freshwater invertebrates	Inglaterra	1986	Chaves dicotômicas descritivas, com alguns desenhos na chave	Média	Descritiva	Boa	Nenhuma	Ausentes	Média	Presente, mas muito limitado
CSIRO	Australian aquatic invertebrates	Austrália	1996	Descritiva, com desenhos, utilizando chaves só para alguns grupos	Alta	Descritiva	Escassa	Nenhuma	Ausentes	Baixa	Presente, mas muito limitado
Fernández & Domínguez	Guia para la determinacion de los artropodos bentônicos sudamericanos	Argentina	2001	Chaves dicotômicas descritivas, com alguns desenhos em pranchas separadas	Média	Descritiva	Bom	Nenhuma	Ausentes	Média	Ausente
Fitter & Manuel	La vita nelle acque dolci	Itália	1993	Descritiva, com desenhos, utilizando chaves só para alguns grupos	Baixa	Não existe chave, só descrição dos grupos	Escassa	Nenhuma	Ausentes	Baixa	Presente, mas muito limitado
Lehmkuhl	Aquatic insects	USA	1979	Chaves dicotômicas descritivas, com alguns desenhos na chave	Média	Descritiva	Boa	Presença de uma chave descritiva para os grandes grupos	Ausentes	Média	Ausente
Merrit & Cummins	Aquatic insects of North America	USA	1984	Chaves dicotômicas descritivas, com alguns desenhos em pranchas separadas	Alta	Descritiva	Ótima, mais precisa para consulta de muita experiência	Presença de uma faixa lateral nas páginas com nome do grupo	Presentes em forma de tabelas	Baixa	Ausente

Provincia di Trento ed.	Atlante per il riconoscimento dei macroinvertebrati dei corsi d'acqua italiani	Itália	1988	Descritiva, sem chaves, com fotografias	Baixa	Gráfica	Escassa, não tendo talvez ligação entre foto e descrição	Presença de chave introdutória aos grupos de fácil consulta e faixas de cores de referência nas paginas	Ausentes	Ótima	Presente, mas muito limitado
Stehr	Immature insects	USA	1991	Chaves dicotômicas descritivas, com alguns desenhos em pranchas separadas	Alta	Descritiva	Ótima, mais precisa para consulta de muita experiência	Nenhuma	Ausentes	Baixa	Bom
Tachet et al.	Introduction a l'etude des macroinvertebres des eaux douces	França	1987	Chaves dicotômicas gráficas com desenhos	Baixa	Gráfica	Ótima, de fácil consulta sendo gráfica	Presença de chave introdutória aos grupos de fácil consulta	Presentes, em forma de tabelas	Boa	Presente, mas muito limitado
Usinger	Aquatic insects of Caifornia	USA	1968	Chaves dicotômicas descritivas, com alguns desenhos em pranchas separadas	Alta	Descritiva	Ótima, mais precisa para consulta de muita experiência	Nenhuma	Escassas	Baixa	Bom