

Integração de tecnologias de informação e de comunicação no ensino de ciências e saúde: construção e aplicação de um modelo de análise de materiais educativos baseados na internet

Taís Rabetti Giannella e Miriam Struchiner

Laboratório de Tecnologias Cognitivas, Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde, Universidade Federal de Rio de Janeiro, Brasil. E-mails: taisrg@yahoo.com.br e miriamstru@yahoo.com.br.

Resumo: Este trabalho tem como objetivo relatar a construção de um modelo de análise de materiais educativos baseados na Internet para o ensino de ciências e saúde. Apresenta, também, os resultados da aplicação deste modelo na análise de materiais educativos construídos por 12 professores em formação. A partir da aplicação do modelo desenvolvido, constatou-se que a maioria dos materiais analisados apresentou uma abordagem pedagógica centrada na aprendizagem, contemplando os estágios de conceituação, construção e diálogo. Foram identificadas cinco estratégias de ensino-aprendizagem: aprender refletindo, aprender explorando, aprender fazendo, aprendizagem baseada em casos e aprendizagem incidental. Em relação às modalidades de uso das TICs, todos os materiais analisados exploraram o potencial da Internet para o "Acesso e organização da informação". Conclui-se que o modelo desenvolvido pode constituir-se tanto como um instrumento para compreender as possibilidades pedagógicas atribuídas pelos professores às TICs, como para subsidiar estudos e estratégias futuras de pesquisa e desenvolvimento no campo da tecnologia educacional no ensino de ciências.

Palavras-chave: Materiais educativos baseados na internet, modelo de análise, ensino de ciências.

Title: Information and communication technology integration in science and health education: Construction and application of an analytical framework for internet based educational materials.

Abstract: This paper reports the construction of an analytical framework for Internet based Science educational material based on the literature in this area. Furthermore, it presents the results of its application in the analyses of 12 virtual learning environments (VLE) developed by a group of student teachers. Results of the analyses showed that most of the VLEs presented a learning centered pedagogical approach, integrating the stages of conceptualization, construction, and dialog. It was possible to identify five teaching strategies: learning by reflection, learning by exploring, learning by doing, case based learning, and incidental learning. All VLEs explored the potential of the Internet for "Information access and organization". Based on the analyses, it was possible to observe that the analytical framework proposed for Internet based educational material is a useful tool for understanding teachers' perspectives about the pedagogical potential of

ICT, as well as for supporting further studies about ICT research and development in the field of Science Education.

Keywords: internet based educational material, analytical framework, science education

Introdução

O avanço da pesquisa e do desenvolvimento de materiais educativos nas últimas décadas vem sendo impulsionado pela disseminação das tecnologias de informação e de comunicação (TICs) e pela integração de uma diversidade de abordagens nos estudos e aplicações na área da Educação. É significativa a literatura sobre o desenvolvimento de novos sistemas educativos mediados pelas TICs (Chang et al., 2006; Wang e Hannafin, 2005), sobre estudos que avaliam o processo de implementação destes sistemas (Mckenney e Van Den Akker, 2005) e sobre a percepção de professores e alunos em relação ao uso destes recursos nos processos educativos (Bongalos et al., 2007; Jones e Jones, 2005).

A evolução das TICs tem ampliado, também, a oferta de ferramentas de Internet de fácil utilização, viabilizando aos professores experiências de construção e publicação de seus próprios materiais educativos, de acordo com seus interesses, necessidades e abordagens pedagógicas (Chang et al., 2006). Portanto, o potencial oferecido pelos recursos da Internet, influencia e impõe desafios às relações e aos papéis tradicionais desempenhados pelos sujeitos, ferramentas e conteúdos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem.

É possível afirmar que os materiais educativos baseados na Internet constituem-se em lentes por meio das quais podemos pesquisar e desenvolver conhecimentos sobre o processo educativo. Isto porque, na construção destes materiais, os professores modelam suas abordagens pedagógicas, escolhendo estratégias de ensino-aprendizagem e atribuindo diferentes papéis às TICs.

No campo da pesquisa em educação em ciências é significativa a literatura sobre o desenvolvimento e a avaliação de materiais educativos baseados na Internet (Chang, 2003; Dehaan, 2005; Krajcik, 2002; Linn, 2004). No entanto, são poucos os trabalhos que buscam construir e aplicar modelos de análise que integrem os aspectos tecnológicos e pedagógicos fundamentados do ponto de vista teórico metodológico (Moreira, 2004).

Este trabalho relata a construção de um modelo de análise de materiais educativos baseados na Internet para o ensino de ciências e saúde. Esta construção envolveu a revisão da literatura neste campo e procurou articular diferentes abordagens pedagógicas, estratégias de ensino-aprendizagem e modalidades de uso pedagógico dos recursos da Internet. Apresenta, também, os resultados da utilização do modelo desenvolvido na análise de materiais educativos construídos por um grupo de professores da área de ciências e saúde, o que permitiu não apenas avaliar a sua aplicação, mas também, conhecer as opções pedagógicas dos professores ao utilizarem as TICs. Esta primeira aplicação do modelo de análise ocorreu durante um curso de pós-graduação sobre o uso pedagógico da Internet, em que os professores cursistas tinham como atividade o desenvolvimento

de materiais educativos utilizando uma plataforma de autoria de cursos na Internet.

Construção de um modelo de análise de materiais educativos baseados na Internet

Fundamentação teórica

A construção do modelo de análise foi baseada na revisão da literatura sobre as diferentes classificações dos tipos de uso do computador e da Internet no ensino. Foi possível identificar dois principais momentos de classificação pautados pelo estágio de desenvolvimento das TICs: no primeiro momento, marcado pelo desenvolvimento da "Informática educativa", o enfoque está centrado no uso mais individualizado pelo aluno de programas e aplicativos computacionais; no segundo, marcado pelo desenvolvimento dos "Materiais educativos baseados na Internet" (Internet based learning materials, Wang e Hanaffin, 2005), a inserção das TICs, especialmente a Internet, oferece novas possibilidades pedagógicas de comunicação e distribuição da informação, potencializando a interatividade e a participação ativa dos sujeitos do processo educativo.

Classificações pautadas pelo desenvolvimento da informática educativa

Uma das primeiras abordagens de classificação e análise de materiais educativos informatizados baseou-se nos programas de Instrução Assistida por Computador (IAC). No intuito de gerar maior eficiência ao processo educativo, estes programas, comumente denominados "máquinas de ensinar" (Alessi e Trollip, 1985), possuem como principal objetivo automatizar os processos educativos, substituindo tarefas do professor, como a oferta de informações e a avaliação do conhecimento dos alunos. Diversos autores apontam estratégias de implementação destes programas, apresentando três principais categorias de aplicativos: sistemas exercício e prática (drill and practice), que reforçam determinadas habilidades ou conhecimentos, apresentando testes a serem respondidos e feedback imediato; sistemas tutoriais (tutorials), que ensinam conteúdos específicos, oferecendo informação e formas de testar o conhecimento e sistemas de simulação (simulations), que apóiam os usuários na replicação de características de determinadas tarefas ou habilidades a serem aprendidas (Jonassen, 1998; Alessi e Trollip, 1985).

Em uma outra perspectiva, Jonassen (1998) propõe uma abordagem para o uso das TICs no ensino, que ressalte o papel ativo e crítico do aluno na construção do conhecimento. Utilizando o conceito de ferramentas cognitivas (mindtools), Jonassen enfoca a aprendizagem em parceria com o computador, sendo seus aplicativos (bancos de dados, hipermídias, software para comunicação) ferramentas potencializadoras das capacidades cognitivas. Como no caso dos sistemas de IAC, a compreensão e a discussão sobre como este efeito potencializador se integra aos conteúdos de ensino não está no foco desta abordagem. No entanto, diferente da IAC, que contempla sistemas/pacotes fechados orientados para o ensino de determinado objetivo, neste caso temos uma classificação que ressalta o papel ativo e crítico do estudante na escolha e no uso das TICs.

Uma outra abordagem sobre as possibilidades de integração das TICs na educação é apresentada por Schank e Cleary (1995) que apresentam cinco diferentes estratégias de ensino-aprendizagem de ciências com o uso do computador: 1) aprender explorando (*learning by exploring*), que ressalta estratégias de ensino-aprendizagem que incentivem os alunos a buscarem conhecimentos em diferentes fontes, além daquelas oferecidas pelo professor; 2) aprender fazendo (*learning by doing*), que enfatiza o uso de atividades práticas e reais, proporcionando ao aluno a simulação e experimentação de processos e fenômenos; 3) aprender refletindo (*learning by reflection*), que ressalta a relevância de se criar oportunidades para os estudantes realizarem perguntas e questionamentos, externalizando seu processo de construção do conhecimento; 4) aprendizagem baseada em casos (*cased-based teaching*), que explora a oferta integrada de diferentes perspectivas e olhares sobre um determinado caso/problema, para que o aluno construa conhecimento discutindo possíveis soluções e 5) aprendizagem incidental (*incidental learning*), que explora a utilização de atividades instigantes e lúdicas que não necessariamente tenham um enfoque educacional explícito, mas que levem à aprendizagem de determinados conceitos. Nesta classificação percebe-se uma integração entre a perspectiva dos sistemas de IAC de oferecer programas educativos informatizados e a visão discutida por Jonassen (1992; 1995), já que ressalta o processo de sinergia entre a tecnologia e o estudante na construção do conhecimento.

Classificações pautadas no desenvolvimento de materiais educativos baseados na Internet

Com o avanço das TICs, em especial o desenvolvimento da Internet, os materiais e ambientes educativos informatizados incorporam novos elementos, principalmente no que diz respeito à busca e publicação de informações e às formas de interação e comunicação (Handal e Herrington, 2003). Neste contexto, as classificações sobre as formas de integração das TICs no ensino passam a considerar estes novos elementos e, como pode ser observado na literatura (Alessi e Trollip, 1985; Bodzin et al., 2005; Marques, 1999; Roberts, 2003; Sugrue, 2000;), são construídos diferentes modelos voltados especificamente para a análise de materiais educativos baseados na Internet.

Acompanhando estes avanços tecnológicos, a classificação de Alessi e Trollip (1985) apresentada anteriormente é ampliada, incluindo duas novas categorias de uso do computador no ensino: ambientes de aprendizagem abertos (*open-ended learning environments*) e aprendizagem baseada na Web (*web-based learning*) (Handal e Herrington, 2003). A incorporação destas duas categorias abriga não apenas as novas possibilidades informacionais e comunicacionais oferecidas pela Internet, mas, também os avanços dos paradigmas educacionais, impulsionados principalmente pela difusão da abordagem construtivista do conhecimento.

Bodzin et al (2001; 2005), enfocando especificamente a análise de atividades educativas de investigação científica baseadas na Internet (*Web based inquiry activities*), propõem um modelo de classificação, onde as categorias de análise são definidas a partir dos elementos considerados essenciais para uma atividade educativa de investigação científica. Assim,

segundo os autores, em uma atividade de investigação, os alunos devem: estar envolvidos com questões científicas; priorizar as evidências, o que os permite desenvolver e avaliar explicações científicas; formular explicações a partir das evidências; avaliar suas explicações à luz de outras formulações existentes e comunicar e justificar suas explicações (Dahaan, 2005; Krajcik, 2002). Cada um destes cinco elementos é analisado segundo o nível de atuação dos alunos, existindo dois possíveis modelos: "atividades direcionadas pelos alunos" e "atividades direcionadas pelos materiais".

Embora o modelo de Bodzin et al (2005) ofereça um detalhado instrumento para a análise de materiais educativos baseados na Internet ele concentra-se nos aspectos relacionados às estratégias de ensino para a investigação científica, não se aprofundando nas diferentes possibilidades de aplicação dos recursos e ferramentas da Internet.

Visando investigar como os professores integram a Internet em suas práticas educativas, Roberts (2003) apresenta um modelo de análise que se aprofunda nas diferentes modalidades de uso da Web e na relação destas com as concepções de ensino dos docentes. A análise das "Concepções de ensino" está baseada no trabalho de Kember e Kwan (2000) que, a partir da investigação de uma série de variáveis do contexto educativo (papel do professor e do aluno, natureza do uso, relação entre estudantes, tempo e espaço de uso), classifica as concepções de ensino, a partir de duas abordagens: 1) centrada no professor ou no conteúdo (teacher/content-centred) e 2) centrada nos alunos, ou na aprendizagem (student/learning centred). Já a análise das modalidades de uso da Web está baseada no conceito de Ciclo de Aprendizagem de Mayes e Fowler (1999). Estes autores definem três principais modalidades de uso das TICs, a partir dos diferentes estágios de aprendizagem: Tecnologias primárias: -estágio de conceituação, onde o enfoque está na oferta de material informativo para a compreensão e fixação de conceitos; Tecnologias secundárias: estágio de construção, quando são propostas atividades de aprendizagem para os alunos e Tecnologias terciárias: estágio de diálogo, quando são oferecidas possibilidades de interação entre os participantes.

A abordagem das diferentes formas de integração da Internet utilizada por Roberts é compatível com a classificação de Sugrue (2000), que define quatro modalidades pedagógicas de uso da Internet, a partir de suas relações com os processos cognitivos de construção do conhecimento: "Acesso e organização da informação": relacionada à aquisição de conhecimentos declarativo e factual, "Atividades autênticas": relacionada ao processo de construção de conhecimento a partir da realização de atividades educativas, "Aprendizagem colaborativa": referente ao processo social de compartilhamento e construção do conhecimento) e "Modelagem dos estudantes": referente aos processos de metacognição e acompanhamento da aprendizagem.

Como o modelo de Roberts (2003), a abordagem de Sugrue (2000) reforça que o desenvolvimento de diferentes funções e habilidades cognitivas reivindicam estratégias e recursos educativos específicos. Para o acesso e organização da informação, a Internet oferece inúmeros formatos e fontes de informação; para o desenvolvimento de atividades autênticas, há recursos multimídia e hipermídia que permitem aos alunos construir e

publicarem seus produtos na rede, programas para a experimentação e simulação de fenômenos reais, além de sistemas que estimulam a tomada de decisão e a resolução de problemas complexos; para a promoção da aprendizagem colaborativa, são oferecidas ferramentas para a comunicação síncrona e/ou assíncrona; para a modelagem do estudante, há aplicativos que permitem recuperar o histórico de navegação dos alunos, monitorar e avaliar seu progresso e apoiar a melhoria de sua performance. Incluem tanto sistemas automatizados (tutores inteligentes), quanto recursos de apoio a ação direta do professor (recursos de comunicação, ferramentas para o envio e correção de tarefas etc).

Proposta de um modelo de análise para materiais educativos na área de ciências e saúde

Com base na revisão da literatura, este trabalho propõe um modelo de análise que enfoque a área de ensino de ciências e saúde. Para analisar a abordagem pedagógica, as estratégias de ensino-aprendizagem e as modalidades de uso das TICs no processo educativo foi construído um modelo de análise baseado nos trabalhos de Kember e Kwan (2000), Mayes e Fowler (1999), Roberts (2003), Schank e Cleary (1995) e Sugrue (2000) (Tabela 1).

Categorias de análise	Indicadores
Abordagem Pedagógica	Abordagem Centrada no conteúdo/professor Abordagem Centrada na aprendizagem/aluno (Kember e Kwan, 2000)
Estratégias de ensino-aprendizagem	Oferta de recursos de informação e de atividades de fixação do conteúdo Oferta de atividades que envolvem participação ativa do aluno: aprender explorando, aprender fazendo, aprender refletindo, aprendizagem baseada em casos e aprender refletindo (Schank e Cleary, 1995)
Modalidades de uso das TICs	Estágios do Ciclo de Aprendizagem com o Uso das TICs: Estágio de conceituação (Tecnologias primárias), Estágio de construção (Tecnologias secundárias) e Estágio de diálogo (Tecnologias terciárias) (Mayes e Fowler, 1999) Papel das TICs no processo educativo: Acesso e organização da informação, Atividades autênticas, Aprendizagem colaborativa e Modelagem do aluno (Sugrue, 2000)

Tabela 1.- Categorias e indicadores do modelo de análise de materiais educativos baseados na Internet, voltados ao ensino de ciências e saúde.

Em relação à abordagem pedagógica, o modelo propõe observar qual a tendência apresentada pelos materiais educativos: abordagem centrada na aprendizagem/no aluno, ou centrada no conteúdo/ professor. Como discute Kember e Kwan (2000), esta classificação não pressupõe a polarização dos modelos, mas a identificação de

tendências em suas abordagens, cujo enfoque pode se aproximar mais de uma proposta de ensino centrada na transmissão de informações ou da idéia de construção conjunta de conhecimento, numa parceria entre professores e alunos.

Para analisar as estratégias de ensino aprendizagem, o modelo propõe as categorias apresentadas por Schank e Cleary (1995) que tem como enfoque a área de ensino de ciências: aprender explorando, aprender fazendo, aprender refletindo, aprendizagem incidental e aprendizagem baseada em casos.

Em relação às modalidades de uso das TICs no processo educativo, a análise é fundamentada, em primeira instância, a partir das categorias de Mayes e Fowler (1999): tecnologias primárias, tecnologias secundárias, e tecnologias terciárias. Como esta classificação das TICs se relaciona às diferentes estágios do processo educativo (conceituação, construção e dialogo) ela pode ser usada como eixo norteador do esquema de análise. Para caracterizar mais especificamente as modalidades de uso das TICs integrou-se ao modelo de análise os elementos propostos por Sugrue: "Acesso e organização da informação, "Atividades autênticas", "Aprendizagem colaborativa" e "Modelagem dos estudantes". Neste trabalho, a categoria Modelagem dos estudantes será denominada "Acompanhamento dos estudantes", focando as ferramentas de avaliação e acompanhamento do processo de educativo.

A figura 1 apresenta o esquema do modelo proposto, podendo-se visualizar como os diferentes elementos de análise se relacionam.

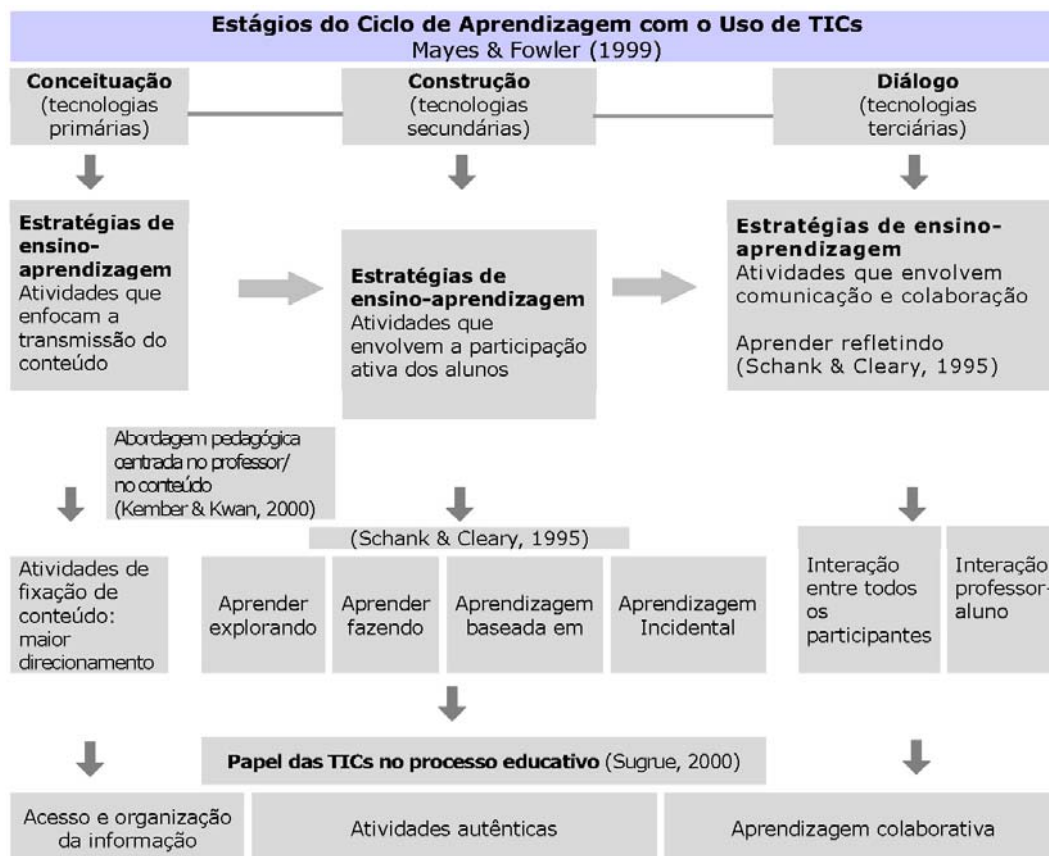


Figura 1.- Esquema do modelo construído para analisar materiais educativos baseados na Internet, voltados para o ensino de ciências e saúde.

Aplicação do modelo de análise: material e métodos

Para verificar as potencialidades e limitações do modelo desenvolvido, o mesmo foi aplicado na análise dos materiais educativos elaborados por professores em formação, durante um curso sobre o uso da Internet no ensino superior. Na última etapa do curso, uma disciplina semipresencial oferecida para alunos de pós-graduação da área de educação em ciências, os 12 participantes tiveram como atividade a construção de um material educativo ou curso na Internet (semipresencial ou a distância), utilizando a ferramenta de autoria Constructore. A área de conhecimento dos participantes concentrou-se no campo das ciências e da saúde: alunos com formação em ciências biológicas (n=6), astronomia (n=2), educação física (n=1), física (n=1), fisioterapia (n=1) e medicina (n=1).

Para o desenvolvimento de seus materiais educativos, os participantes contaram com os recursos de conteúdo, comunicação e gerência da Ferramenta Constructore. Cada curso ou material educativo possuía as seguintes áreas: Página inicial (apresentação do curso/material educativo), Módulos (onde foi feita uma apresentação dos objetivos dos módulos e foram inseridos e organizados os objetos de aprendizagem, atividades e formulários para envio das atividades), Comunicação (avisos, fórum, e-mail e perguntas frequentes), Consulta (glossário, links e bibliografia), Participantes (lista de todos os participantes, com acesso às suas páginas pessoais), Página pessoal (página com informações sobre o usuário) e *Gerência* (recursos para acompanhamento do curso, como administração de usuários, boletim, histórico de navegação e estatísticas de uso).

Ao final da disciplina, a partir da apresentação realizada pelos alunos dos materiais desenvolvidos e da observação direta dos produtos publicados na Constructore, aplicou-se o modelo de análise descrito neste trabalho (Figura 1).

Com base nas categorias de Kember e Kwan (1999), para identificar a abordagem pedagógica norteadora dos materiais desenvolvidos, foram analisados os conteúdos dos textos de apresentação dos cursos (que contemplavam os objetivos, público-alvo, ementa etc) e de cada um de seus módulos, os enunciados das atividades propostas e dos formulários de realização das atividades. Para classificar as estratégias de ensino-aprendizagem, segundo as categorias de Schank e Cleary (1995), foram analisados os textos das apresentações de cada módulo, as atividades propostas e os formulários para envio das atividades. Em relação às modalidades de uso da Internet, a partir do modelo de Roberts (2003) e do trabalho de Sugrue (2000), foram analisados os textos de apresentações de cada módulo, as atividades propostas, os formulários para envio das atividades e os recursos de comunicação. Ressalta-se que neste estudo não foi possível analisar a modalidade "Acompanhamento dos estudantes", já que os ambientes virtuais analisados descreviam superficialmente como seria realizado este processo. Para ilustrar as categorias identificadas neste estudo, serão apresentados trechos dos conteúdos analisados, retirados dos ambientes virtuais dos cursos.

Exemplos de imagens dos materiais analisados podem ser consultados no trabalho de Giannella (2007).

Resultados da aplicação do modelo de análise

Os docentes participantes do estudo construíram doze cursos com a Ferramenta Constructore, voltados para a área de ciências e saúde. Como pode ser observado na Tabela 2, dois destes cursos tinham como enfoque a formação pedagógica de professores da área de ciências (C4 e C7) e um voltava-se para o ensino sobre o uso de ferramentas de pesquisa na Internet na área da saúde (C8).

Cursos	Modalidade	Público alvo	Tema
(C1) Astronomia observacional	Totalmente a distância	Professores de física e geografia	Técnicas e ferramentas para a observação astronômica.
(C2) Atividades físicas: conhecimentos básicos	Semipresencial	Funcionários de uma instituição pública	Benefícios da prática regular de atividades físicas
(C3) Cultura de tecidos vegetais	Semipresencial	Estudantes de ciências biomédicas	Técnicas de cultura de tecidos in vitro.
(C4) Didática nas ciências biológicas	Semipresencial	Professores de ciências	Conteúdos e estratégias no ensino de ciências
(C5) Doenças amiloidogênicas	Semipresencial	Estudantes de ciências biomédicas	Doenças causadas pela via de envelhecimento incorreta.
(C6) Ferramentas em biologia molecular	Semipresencial	Estudantes de ciências biomédicas e da saúde	Técnicas de biologia molecular utilizadas em pesquisa, diagnóstico e ciência forense.
(C7) Lançamento de projéteis	Semipresencial	Professores de ciências e de física	Recursos tecnológicos para apoiar os professores no ensino sobre lançamento de projéteis.
(C8) Levantamento bibliográfico online	Totalmente a distância	Profissionais da saúde	Ferramentas e técnicas de pesquisa na Internet.
(C9) O uso do ultra som terapêutico	Totalmente a distância	Profissionais de fisioterapia	Efeitos físicos do aparelho de ultra som
(C10) Ordem Blattaria	Semipresencial	Estudantes de ciências biológicas	Aspectos biológicos e ecológicos dos insetos da Ordem Blattaria.
(C11) Restauração ecológica de áreas degradadas	Totalmente a distância	Estudantes de ciências biológicas	Técnicas alternativas de restauração baseadas em princípios ecológicos.
(C12) Sistema solar atual	Totalmente a distância	Professores de Ciências e Geografia	Atualização sobre o sistema solar

Tabela 2.- Descrição dos cursos analisados no estudo.

Com base no modelo de análise desenvolvido, observou-se que 10 cursos contemplaram os três estágios do ciclo de aprendizagem de Mayes e Fowler (1999) e dois cursos concentraram-se no estágio de conceituação (Figura 2). Estes dois cursos (C3 e C5) apresentaram uma abordagem pedagógica em que prevaleceu o ensino centrado no professor (Kember e Kwan, 2000), enfocando principalmente a oferta e a transmissão de informações e a realização de atividades de fixação de conteúdo (Figura 2). Nestes cursos, predominou o enfoque no primeiro estágio de aprendizagem com o uso de recursos tecnológicos discutido por Mayes e Fowler (1999) – estágio de conceituação. Para ilustrar esta categoria, temos o curso C3 (Figura 2), em que são oferecidos alguns textos e apresentações de slides para apresentar informações sobre a temática de cultura de tecidos vegetais e são propostas atividades que envolvem basicamente a leitura dos materiais e a resposta de questões relacionadas aos textos:

“Listar equipamentos de um laboratório de cultura de tecidos e definir as funções destes equipamentos.” (Enunciado da primeira atividade do módulo “Infra-Estrutura de Laboratório de Cultura de Tecidos e Matrizes de Plantas”).

Em 10 cursos, observou-se uma tendência para o ensino centrado no estudante, ou na aprendizagem, já que a maioria das atividades envolvia uma postura ativa dos alunos, que deviam buscar diferentes fontes de informação, explorar recursos educativos variados e articular conhecimentos (Figura 2). Nestes cursos, o enfoque em atividades construtivas e reflexivas, além da oferta de recursos informacionais, caracterizou a passagem para o segundo estágio do ciclo de aprendizagem, o “estágio de construção” (Mayes e Fowler, 1999).

Em relação ao segundo estágio de aprendizagem, foram identificadas quatro diferentes estratégias de ensino-aprendizagem, segundo as categorias de Schank e Cleary (1995): aprender explorando, aprender fazendo, aprendizagem baseada em casos e aprendizagem incidental.

Nove cursos possuíam atividades que enfocavam a busca de novas informações e conteúdos por parte dos estudantes (aprender explorando), fazendo com que a fonte do conhecimento se ampliasse além dos recursos oferecidos no curso (Figura 2).

No curso C1, por exemplo, esta abordagem foi bastante recorrente e serviu como ponto de partida para as discussões entre os participantes:

“Vamos pesquisar um pouco sobre o conhecimento astronômico de diferentes culturas antigas. Você pode pesquisar sobre constelações, mitos relacionados às estações do ano (...). Que tal pesquisar sobre um dos seguintes povos: Astecas – Egípcios - Gregos - Índios Tupi e Guarani - Índios norte-americanos – Maias? (...) Utilize o espaço do formulário para resumir as informações (...) e não deixe de compartilhar seus resultados no fórum.” (Enunciado da atividade do módulo “Os primeiros observadores”).

Seis cursos apresentavam atividades que ofereciam a oportunidade de os alunos aprenderem na ação, ou na experimentação de um determinado processo (aprender fazendo) (Figura 2). Nestes cursos, observou-se a intenção de ancorar os saberes práticos aos saberes teóricos.

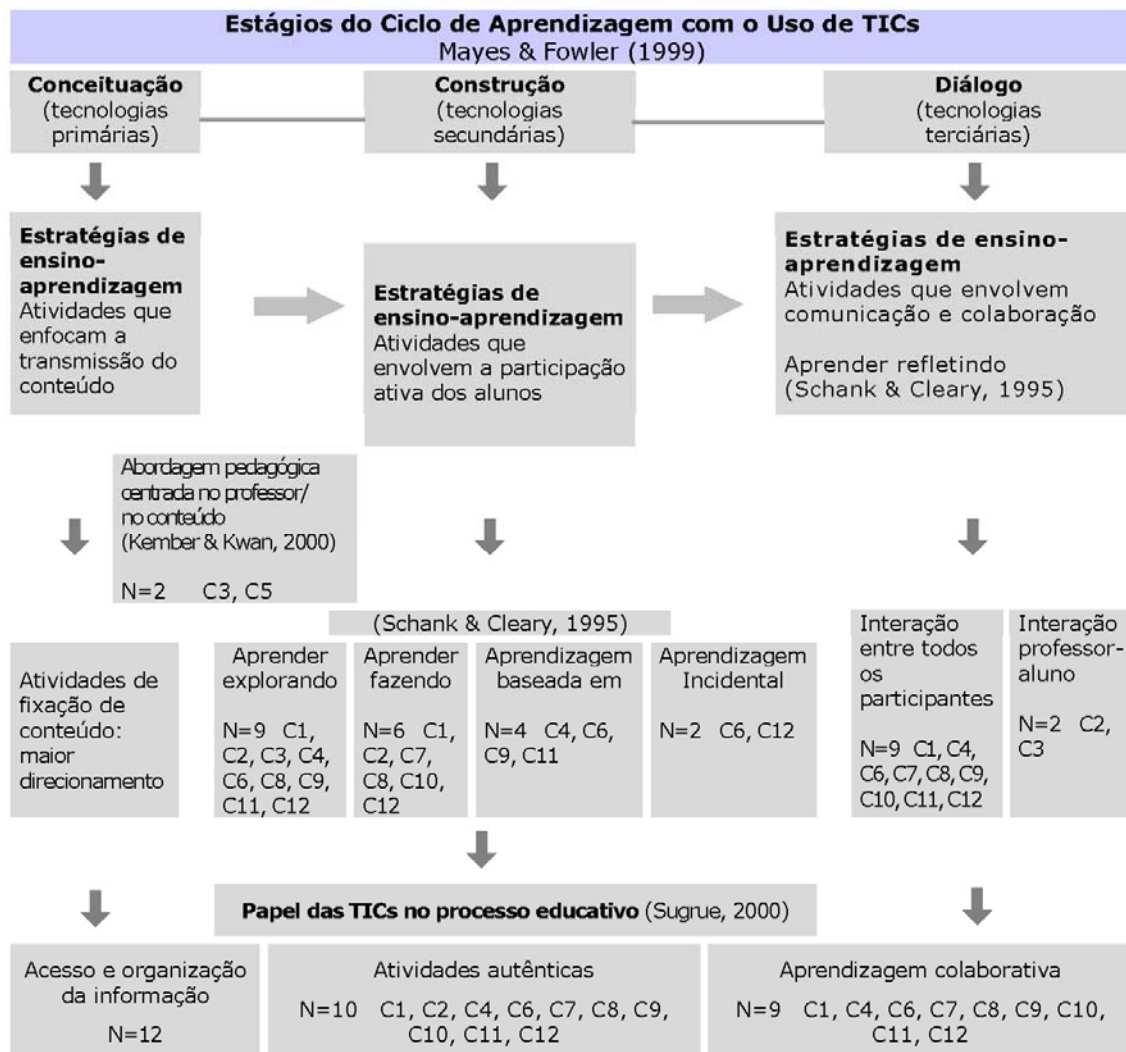


Figura 2.- Classificação dos materiais educativos baseados na Internet para o ensino de ciências e saúde, com base no modelo de análise desenvolvido.

No curso C1, por exemplo, uma das atividades propunha o uso de um simulador virtual ("Your sky") para que os alunos pudessem aprender a utilizar cartas celestes.

No curso C7, que tinha como objetivo discutir as potencialidades do uso de simulações no ensino de física, as atividades indicavam o uso de simuladores ("Modellus" e "SuperLogo") para integrar diferentes formas de ensinar conceitos e fenômenos, como a queda livre e o lançamento de projéteis.

Quatro cursos contemplaram a estratégia de aprendizagem baseada em casos, criando oportunidades de os alunos se envolverem de maneira crítica na resolução de um determinado problema, articulando e refletindo sobre as diversas variáveis e perspectivas envolvidas (Figura 2).

No curso C6, por exemplo, foram oferecidos casos de ciência forense para que os alunos pudessem compreender e aplicar diferentes técnicas de biologia molecular:

“Discuta diversas maneiras de abordar o caso descrito, sugerindo diferentes formas de solucioná-lo. Utilize a maior quantidade de técnicas possível para a solução dos casos”. (Enunciado da atividade do módulo “Resolvendo problemas”).

O curso C4, voltado para a formação pedagógica de professores de biologia, possuía uma “sala de casos pedagógicos” que contemplava os diversos temas abordados no curso (recursos didáticos, estratégias de ensino etc). Cada módulo, além de outras atividades de leitura e pesquisa, incluía uma atividade específica de resolução de casos.

“Na sala de casos, cada aluno irá analisar um caso que será disponibilizado a cada semana. Este caso trata de uma vivência ou situação-problema a ser apresentada. O fórum da sala de casos permanecerá até o final do curso, recebendo os pareceres dos alunos (...)”. (Enunciado do módulo “Sala de casos”).

Em dois cursos (C6 e C12) foram identificadas estratégias classificadas como “aprendizagem incidental” pelo fato de explorarem recursos tradicionalmente não educacionais (Figura 2).

No curso C6, o uso de casos criminalísticos para o ensino de técnicas de biologia molecular, por envolver temas instigantes e da vida real, poderia promover motivação nos estudantes, tornando o processo de aprendizagem mais natural e não tão sistematizado.

O curso 12 propunha que os alunos assistissem filmes como “2001 uma odisséia no espaço” e “2010” (filmes clássicos, porém não educativos em seu fim) para se discutir os elementos e a importância do planeta Júpiter.

Em relação ao terceiro estágio de ensino-aprendizagem, “diálogo”, que a partir da classificação de Schank e Cleary (1995) contempla a estratégia “aprender refletindo”, a análise limitou-se a apontar a indicação do uso de ferramentas de comunicação, não sendo possível verificar a natureza das atividades envolvidas. A maioria dos cursos (n=9) apresentou atividades que ressaltavam o compartilhamento das experiências e dos resultados das tarefas realizadas no fórum de discussão, promovendo a colaboração entre todos os participantes envolvidos (Figura 2). Em especial, no curso C11, desde o início das atividades, os participantes eram divididos em grupos, cada qual possuindo um fórum específico para discussão. Assim, ao longo de todo o curso, os participantes dos diferentes grupos deveriam trabalhar em colaboração, realizando atividades e discutindo no fórum:

“Neste módulo vamos tentar descobrir como funcionam os ecossistemas, quais seus elementos básicos, para que então possamos recuperá-los. Cada aluno escolherá um grupo temático: 1- Mata Atlântica, 2- Cerrado, 3- Caatinga, 4- Restinga, 5- Mangue. Nestes grupos serão discutidas essas questões com auxílio da internet” (Enunciado da atividade do módulo “Princípios ecológicos da restauração”).

Dois cursos apontaram apenas a utilização de e-mail para a interação professor-aluno, basicamente para o envio das atividades (C2 e C3) (Figura 2).

Como o curso C5 teve como enfoque a disponibilização de um ambiente de armazenamento e oferta de recursos informacionais de apoio às aulas presenciais,

não indicou nenhuma forma de diálogo entre os participantes, por meio da ferramenta Constructore.

Em relação às modalidades de uso das TICs no processo educativo, foram identificadas quatro diferentes possibilidades, a partir da classificação de Sugrue (2000):

Acesso e organização da informação: Todos os cursos utilizaram esta possibilidade, caracterizando a Constructore como um ambiente para o professor disponibilizar diferentes recursos informacionais para seus alunos (arquivos de formatos diversos, indicações de sites e bibliografia). Naqueles cursos com abordagem centrada no conteúdo, esta foi a única forma de utilização da Internet, já que o objetivo dos ambientes virtuais era fundamentalmente apoiar os alunos no estágio de conceituação. Nos demais cursos, o uso da Internet para o acesso e a organização da informação esteve articulado às outras modalidades: atividades autênticas e aprendizagem colaborativa. Para as atividades de simulação (aprender fazendo) propostas no curso C7, por exemplo, além dos softwares a serem utilizados, foram oferecidos alguns exemplos de simulações. Para as atividades baseadas em casos do curso C6, foi oferecido o link para uma página com os casos a serem trabalhados, além de uma série de textos, imagens e apresentações contemplando a temática abordada no curso (Figura 2).

Atividades autênticas: Esta modalidade foi identificada nos cursos que contemplavam os estágios de construção e diálogo. Os nove cursos que utilizaram a estratégia "aprender explorando" (Figura 2) possuíam atividades onde os alunos deveriam buscar fontes diversas de informação para solucionar as questões apresentadas. Dois cursos (C9 e C12) ofereciam em seus módulos iniciais, links para páginas na Internet com dicas sobre como realizar buscas, indicando a importância desta ferramenta como apoio à pesquisa. Dentre os seis cursos que exploraram a estratégia "aprender fazendo", dois utilizaram explicitamente ferramentas computacionais, para apoiar os alunos na manipulação e experimentação, como foi citado anteriormente (C1 e C7). Os cursos que apresentaram a estratégia de aprendizagem baseada em casos (C4 e C6) e a aprendizagem incidental (C6 e C12) utilizaram a Constructore como meio para apresentar os recursos de estudo (casos e/ou vídeos) e os passos para orientar os alunos em sua utilização (Figura 2).

Aprendizagem colaborativa: Observou-se que tanto os cursos totalmente a distância, como os cursos semipresenciais, que contavam com o momento de sala de aula para a interação, utilizaram o uso de ferramentas de comunicação para promover a troca entre os participantes (aprender refletindo, Schank e Cleary, 1995). Dos dez cursos centrados no aluno/na aprendizagem, nove possuíam atividades voltadas para a discussão nos fóruns; um deles (C2), por apresentar como atividade principal a construção de um programa individualizado de atividades físicas, utilizou apenas o e-mail como ferramenta de comunicação. Dos dois cursos centrados no professor, o C3 utilizou apenas o e-mail como ferramenta para o envio das atividades e o C5 outro não explorou nenhuma ferramenta comunicacional (Figura 2).

Discussão

A maioria dos professores participantes do estudo (n=10) ao desenvolverem seus materiais com o uso da Ferramenta Constructore adotou os três estágios de aprendizagem definidos por Mayes e Fowler (1999) (conceituação, construção e diálogo), prevalecendo como tendência uma abordagem pedagógica centrada nos alunos ou na aprendizagem (Kember e Kwan, 2000). Este resultado pode estar relacionado ao fato de os cursos serem voltados para o ensino das ciências, uma área tradicionalmente envolvida com as questões educacionais e que constitui um campo particular de pesquisa. A área de ensino de ciências é considerada pioneira em diversas inovações educacionais, inclusive em relação ao uso das TICs (Dehaan, 2005; Moreira, 2004;). Vale apontar que muitos dos modelos de análise de materiais educativos baseados na Internet encontrados na literatura são propostas de grupos de pesquisa neste campo (Bodzin et al., 2001, 2005; Dori et al., 2002; Nachmias e Tuvi, 2001).

Considerando a especificidade da área de ensino dos cursos, observou-se que as estratégias de ensino-aprendizagem adotadas integram as diferentes etapas envolvidas nos processos de investigação científica, contemplando atividades como “formular questões autênticas e significativas, planejar tarefas, coletar recursos e informações, predizer resultados, discutir o valor e avaliar as informações, colaborar com outros e relatar os achados” (Krajcik, 2002, p. 411). Assim, utilizando a classificação de Schank e Cleary (1995), além de estratégias voltadas para a transmissão e fixação dos conteúdos científicos, apresentadas no estágio de conceituação, também foram integradas as estratégias aprender explorando, aprender fazendo, aprendizagem baseada em casos, aprendizagem incidental e aprender refletindo.

Em relação às modalidades de uso das TICs, constatou-se que todos os cursos analisados exploraram o potencial da ferramenta Constructore para o “Acesso e organização da informação” (Sugrue, 2000). Discutindo a relevância desta modalidade, Linn (2004) aponta que uma das principais potencialidades da Internet para a área do ensino de ciências é “Tornar a ciência acessível”. A autora argumenta que para a construção do pensamento e raciocínio científicos é fundamental o acesso a variadas fontes de informação que possibilitem aos estudantes “o exercício da investigação, buscando, comparando, analisando e reconstruindo dados e idéias” (p.16). Assim, as tecnologias primárias (Mayes e Fowler, 1999) oferecem aos estudantes múltiplas formas de representação do conhecimento (textos, imagens, animações, simulações, vídeos, áudios), por meio de diferentes fontes de informação (periódicos eletrônicos, bancos de dados eletrônicos, portais governamentais, páginas institucionais, ambientes de cursos a distância e semipresenciais, dentre outros).

Como discute Sugrue (2000), a Internet como ferramenta para o “Acesso e a organização da informação” possui grande potencial para a aquisição de conhecimentos científicos. No entanto, para que estes conhecimentos sejam transferidos e aplicados a outras situações, compartilhados, analisados e reconstruídos, outras possibilidades de uso da Internet devem ser integradas, com a realização de atividades autênticas e colaborativas.

Ao definir a realização de “atividades autênticas” como uma modalidade de uso pedagógico das TICs, Sugrue apresenta o conceito de aprendizagem situada (*situated learning*), ressaltando que o conhecimento é mais facilmente internalizado e transferido em contextos similares aqueles onde ele será aplicado. Segundo a autora, “atividades autênticas” potencializam os processos de aprendizagem situada e são a base conceitual de abordagens educacionais como a instrução ancorada (*anchored instruction*, Bransford et al., 1999) e aprendizagem baseada em problemas (*problem-based learning*, Savery e Duffy, 1996). Esta modalidade proposta por Sugrue é compatível com uma outra categoria de Linn (2004) sobre o uso da Internet no ensino de ciências: “Tornar o pensamento visível”. Com esta categoria Linn (2004) ressalta a complexidade envolvida na compreensão dos processos científicos, que precisam ser apoiados e “modelados” por estratégias que facilitem a visualização, experimentação e reflexão. A presença destas atividades caracteriza a transição do estágio de conceituação para o estágio de construção (Mayes e Fowler, 1999).

No estudo apresentado, os cursos que contemplaram o estágio de construção exploraram diferentes estratégias de ensino-aprendizagem, classificadas a partir da abordagem de Schank e Cleary (1995). Nove cursos utilizaram a estratégia “aprender explorando”, criando oportunidades de os alunos buscarem fontes alternativas de conhecimento. Neste processo, os alunos devem desenvolver competências para definir o que devem buscar (formular perguntas e objetivos), como e onde buscar (estratégias de pesquisa, a partir das diferentes possibilidades de recursos), além de selecionar e analisar criticamente os resultados encontrados (integrando e contrapondo múltiplas perspectivas e visões), atividades fundamentais do processo de investigação científica (Bransford et al., 2000; Bodzin, 2002). Para Schank e Cleary (1995), esta estratégia favorece um processo de construção de conhecimento ativo e autônomo, de maneira que os alunos sejam orientados não apenas pelos conteúdos de ensino oferecidos, mas pelos seus saberes prévios e interesses de aprendizagem. Seis cursos adotaram a estratégia “aprender fazendo”, oferecendo oportunidades de os alunos simularem fenômenos físicos e/ou biológicos. Como discutem Jonassen e Murphy (1999), a integração desta estratégia parte do princípio de que a aprendizagem consciente emerge da atividade, não é sua precursora. A partir da experimentação de ações concretas, os alunos podem desenvolver processos de reflexão e abstração (Dehaan, 2005), processo crucial para a construção do pensamento científico (*scientific reasoning*) (Dori et al, 2002). A estratégia “aprendizagem baseada em casos” foi adotada por quatro cursos que propuseram atividades com enfoque na identificação, reflexão e discussão de problemas da realidade. Como discute Dehaan (2005), a estratégia de resolução de problemas faz parte da natureza dos processos de investigação científica, envolvendo o confronto e a análise crítica das múltiplas variáveis relacionadas. Dois cursos exploraram a “aprendizagem incidental”, oferecendo atividades e recursos tradicionalmente não educativos para instigar a curiosidade e a ação dos alunos. Segundo Schank e Cleary (1995), esta estratégia valoriza a motivação natural para a construção de conhecimento, fazendo com que recursos e acontecimentos da realidade se tornem matéria prima para a aprendizagem.

Ao discutir o potencial das tecnologias secundárias na construção de atividades autênticas, Mayes e Fowler (1999) citam o conceito de Mindtools de Jonassen (1998), ressaltando o papel das ferramentas computacionais como potencializadoras das capacidades cognitivas. No entanto, Mayes e Fowler indicam que as tecnologias secundárias não necessariamente implicam o uso de um determinado programa ou software especificamente desenvolvido para fins educacionais. Elas incluem qualquer atividade, mediada pelas TICs, que envolva a construção de conhecimento, "(...) já que o que define as tecnologias secundárias é mais a natureza da atividade educativa, do que os atributos da tecnologia" (Mayes e Fowler, 1999, p. 491).

Nos cursos que apresentaram o estágio de diálogo, que na classificação de Schank e Cleary (1995) contempla a estratégia "aprender refletindo", o uso das ferramentas de comunicação foi realizado de acordo com as tecnologias terciárias (Mayes e Fowler, 1999) oferecidas pela Constructore. Assim, nove cursos com abordagem pedagógica centrada no estudante indicaram o uso do fórum como ferramenta de discussão e colaboração. Dos dois cursos que apresentavam a abordagem centrada no professor, um indicou apenas o uso do e-mail e outro não integrou qualquer ferramenta de comunicação, indicando que a Constructore seria utilizada apenas como espaço para oferta de recursos informacionais.

Discutindo especificamente sobre o campo de ensino de ciências, Linn (2000) aponta que o potencial comunicativo da Internet favorece o levantamento de hipóteses, questionamento, contraposição e compartilhamento de idéias, elementos fundamentais do processo de investigação científica. O estágio de diálogo corresponde à modalidade "aprendizagem colaborativa" de Sugrue (2000) e segundo Giordan (2005) constitui-se como uma das formas de aplicação da Internet mais investigadas nos contextos formais de ensino de ciências. Giordan (2005) argumenta que a comunicação mediada por computador caracteriza-se como uma nova área de investigação no campo do ensino de ciências e defende que as formas de interação entre alunos e professores se constituem o cenário prioritário de pesquisa quando se pretende analisar as possibilidades e limitações de ferramentas mediacionais como o computador e a Internet que influenciam fortemente as ações de ensino e aprendizagem.

Conclusão

Com a aplicação do modelo de análise, a partir da concepção dos Estágios do Ciclo de Aprendizagem (Mayes e Fowler, 1999) pôde-se caracterizar as abordagens pedagógicas dos materiais analisados que se configuraram desde uma tendência mais centrada no conteúdo/no professor, quando estes se concentravam no Estágio de Conceituação, até uma tendência centrada na aprendizagem/no aluno (Kember e Kwan, 2000), quando os materiais ampliavam seu enfoque contemplando os Estágios de Construção e Diálogo.

Como apontam Sugrue (2000) e Roberts (2003), o desenvolvimento de cada habilidade cognitiva exige diferentes estratégias e recursos educativos. Assim, para cada um dos estágios de aprendizagem, de acordo com os objetivos de ensino, foram identificadas diferentes modalidades de

utilização da Internet: no estágio de conceituação, foram utilizadas tecnologias primárias, para facilitar o acesso e a organização da informação; no estágio de construção foram utilizadas tecnologias secundárias, para o desenvolvimento de atividades autênticas e no estágio de diálogo foram utilizadas tecnologias terciárias, para a promoção da aprendizagem colaborativa.

Vale ressaltar que embora o modelo tenha como enfoque a análise de materiais educativos, compreende-se que estes são produtos da ação dos professores, constituindo-se como lentes para analisar suas visões e opções pedagógicas (Struchiner e Giannella, 2005).

Conclui-se que o modelo proposto neste estudo pode constituir-se tanto como um instrumento para compreender os usos pedagógicos das TICs, como para subsidiar estudos e estratégias futuras de pesquisa e desenvolvimento no campo da tecnologia educacional no ensino de ciências. No entanto, não se pode deixar de considerar que esta foi uma primeira experiência de aplicação do modelo de análise, sendo fundamental ampliar seu foco para novos contextos, integrando as interações entre professores, alunos e TICs.

Tendo em vista que o modelo de análise foi aplicado em um contexto educativo específico e com materiais desenvolvidos a partir de uma mesma ferramenta de autoria de cursos na Internet, é fundamental que estudos futuros busquem replicar e adaptar o modelo proposto aos diferentes contextos e áreas de ensino, além de traçar relações entre os materiais analisados e as percepções e práticas docentes sobre educação e tecnologia.

Referências bibliográficas

Alessi, S. e S. Trollip (1985). *Computer-based instruction: Methods and development*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.

Alessi, S. e S. Trollip (1991). *Computer-based instruction: Methods and development*. (2nd ed.). Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.

Bodzin, A.M. e W.M. Cates (2003). Enhancing preservice teachers' understanding of web-based scientific inquiry. *Journal of science teacher education*, 14, 4, 237-257.

Bodzin, A.M. (2005). Implementing web-based scientific inquiry in preservice science methods courses. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 5, 1, 50-65.

Bongalos, Y.; Bulaon, D.; Celedonio, L.; Guzman, A. e C. Ogarte (2006). University teachers' experiences in courseware development. *British Journal of Educational Technology*, 37, 5, 695-704.

Bransford, J.D.; Brown, A.L. e R.R. Cocking (2000). *How people learn: brain, mind, experience and school*. Washington: National Academy Press.

Chang, C.Y. (2003). Teaching earth sciences: should we implement teacher-directed or student-controlled CAI in the secondary classroom? *International Journal of Science Education*, 25, 427-438.

Chang, K.E.; Sung, Y.T.; e H.T. Hou (2006). Web-based Tools for Designing and Developing Teaching Materials for Integration of Information Technology into Instruction. *Educational Technology e Society*, 9, 4, 139-149.

Dehaan, R. (2005). The Impending Revolution in Undergraduate Science Education. *Journal of Science Education and Technology*, 14, 2, 253-269.

Deek, F.; Ki-Wang, H. e H. Ramadhan (2001). A Critical Analysis and Evaluation of Web-based Environments for Program Development. *Internet and Higher Education*, 3, 4, 223-269.

Dori, Y.J.; Tal, R.T. e Y. Peled (2002). Characteristics of Science Teachers Who Incorporate Web-Based Teaching. *Research in Science Education*, 32, 1, 511-547.

Giannella, T.R. Inovações no Ensino das Ciências e da Saúde: Pesquisa e Desenvolvimento da Ferramenta Constructore e do Banco Virtual de Neurociência. *Tese de Doutorado* (Programa de Educação, difusão e Gestão em Biociências, IBqM/UFRJ). 2007. Em: http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=eco_obra=107989.

Giordan, M. (2005). O Computador na Educação em Ciências: breve revisão crítica acerca de algumas formas de utilização. *Ciência e Educação*, 11, 2, 279-304.

Handal, B. e A. Herrington (2003). Re-examining categories of computer-based learning in mathematics education. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 3, 3, 275-287.

Jonassen, D. (1998). Designing Constructivist Learning Environments. Em: C.M. Reigeluth (Ed.), *Instructional theories and models* (pp.215-240). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Jonassen, D. e L. Murphy (1999). Activity Theory as a Framework for Designing Constructivist Learning Environments. *Educational Technology Research and Development*, 47, 1, 61-79.

Jones, G.H., e B.H. Jones (2005). A Comparison of Teacher and Student Attitudes Concerning Use and Effectiveness of Web-based Course Management Software. *Educational Technology e Society*, 8, 2, 125-135.

Kember, D. e K. Kwan (2000). Lecturers approaches to teaching and their relationships to conceptions of good teaching. *Instructional Science*, 28,5-6, 469-490.

Krajcik, J.S. (2002). The Value and Challenges of Using Learning Technologies to Support Students in Learning Sciences. *Research in Science Education*, 32, 1, 411-414.

Linn, M. (2004). Using ICT to teach and learn science. Em: R. Holliman e E. Scalon (Eds.), *Mediating Science Learning through Information and Communications Technology* (pp.9-26). London: Routledge Farmer.

Marques, P.G. (1999). Espacios web multimedia: tipología, funciones, criterios de calidad. Documento eletrônico.

Em: <http://dewey.uab.es/pmarques/tipoweb.htm>.

Mayes, J.T. e C.J.H. Fowler (1999). Learning technology and usability: a framework for understanding courseware. *Interacting with computers*, 11, 5, 485-497.

Mckenney, S. e J. Van Den Akker (2005). Computer-Based Support for Curriculum Designers: a Case of Development Research. *Educational Technology Research and Development*, 53, 2, 41-66.

Moreira, M. (2004). Pesquisa Básica em Educação em Ciências: uma visão pessoal. *Revista Chilena de Educación Científica*, 3, 1, 10-17.

Roberts, G. (2003). Teaching using the web: conceptions and approaches from a phenomenographic perspective. *Instructional Science*, 31, 1, 127-150.

Savery, J. e T. Duffy (1996). Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework. Em: B. Wilson (Ed.), *Constructivist learning environments: Case studies in instructional design* (pp.135-148). Englewood Cliffs, N.J.: Educational Technologies Publications.

Schank, R.C. e C. Cleary (1995). *Engines for Education*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Struchiner, M. e T.R. Giannella (2006). Novas Tecnologias de Informação e Comunicação na Formação de Recursos Humanos em Saúde. In: S. Monteiro e E. Vargas (Org.), *Educação, Comunicação e Tecnologia Educacional: interfaces com o campo da saúde* (pp.129-140). Rio de Janeiro: Fiocruz.

Sugrue, B. (2000). Cognitive Approaches to Web-Based Instruction. In: S. Lajoie (Ed), *Computers as Cognitive Tools: No More Walls* (pp. 133-162). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Wang, F. e M. Hannafin (2005). Design-Based Research and Technology-Enhanced Learning Environments. *Educational Technology Research and Development*, 53, 4, 5-23.