

A PESQUISA BASEADA EM DESIGN EM ARTIGOS CIENTÍFICOS SOBRE O USO DE AMBIENTES DE APRENDIZAGEM MEDIADOS PELAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E DA COMUNICAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA ANÁLISE PRELIMINAR

DESIGN-BASED RESEARCH IN SCIENTIFIC PAPERS ON THE USE OF TECHNOLOGY ENHANCED LEARNING ENVIRONMENTS IN SCIENCE EDUCATION: A PRELIMINARY ANALYSIS

Paula Ramos¹

Tais Rabetti Giannella², Miriam Struchiner³

1 Universidade Federal do Rio de Janeiro, Núcleo de Tecnologia Educacional para Saúde,
paularamos2612@yahoo.com.br, Apoio CAPES

2 Universidade Federal do Rio de Janeiro, Núcleo de Tecnologia Educacional para Saúde,
taisrg@yahoo.com.br, Apoio FAPERJ

3 Universidade Federal do Rio de Janeiro, Núcleo de Tecnologia Educacional para Saúde,
miriamstru@yahoo.com.br, Apoio CNPq

Resumo

Este trabalho apresenta os resultados de uma análise preliminar que busca discutir como a metodologia da Pesquisa baseada em Design (PBD) vem sendo adotada em artigos científicos da área de ensino de ciências, voltados para pesquisa e desenvolvimento de ambientes de aprendizagem mediados pelas TICs. Especificamente, foram analisados: (1) os problemas educativos e a forma como foram conceituados; (2) as teorias de aprendizagem eleitas como norteadoras das intervenções e (3) os métodos e técnicas utilizados e conhecimentos teóricos e práticos gerados na intervenção. Os principais resultados apontam que os artigos analisados apresentaram um posicionamento crítico em relação ao ensino tradicional e propuseram, principalmente, a adoção da aprendizagem baseada em investigação como norteadora das intervenções. As intervenções foram realizadas principalmente no contexto escolar e avaliadas com a integração de dados quantitativos e qualitativos. A natureza cíclica das intervenções oferecem conhecimentos práticos que, embora específicos de uma situação, contribuem para pesquisadores envolvidos com problemas e situações similares.

Palavras-chave: Pesquisa baseada em Design, Ensino de ciências, Ambientes de Aprendizagem mediados pelas Tecnologias de Informação e Comunicação

Abstract

This article presents the results of a preliminary analysis that aims to discuss how the Design-based research (DBR) methodology has been used in scientific studies within the area of science education that emphasize the research and development of technology enhanced learning environments. Specifically, we aim to examine: (1) major educational issues and how their conception has been defined; (2) theories of learning that have been elected as the guiding interventions and (3) methods and techniques used and theoretical and practical knowledge generated within the intervention. The main results show that articles presented a critical position in relation to mainstream education, and proposed, mainly the adoption of research-based learning as the guiding interventions. The interventions were carried out mainly in the school context and evaluated with the integration of various methods of collecting and analyzing data. The cyclical nature of the interventions offered practical knowledge that, albeit generated in a specific situation, help other researchers involved in similar situations and problems.

Keywords: Design-based Research, Science Education, Technology Enhanced learning Environment

INTRODUÇÃO

Muito se tem falado e várias iniciativas vêm sendo registradas acerca da incorporação das tecnologias de informação e comunicação (TICs) nos ensino de ciências (GIORDAN, 2005; MOREIRA, 2004). Por um lado, o acelerado desenvolvimento científico e tecnológico em nossa sociedade tem influenciado a transformação constante nos espaços de trabalho, demandando um profissional com perfil mais aberto, capaz de adaptar-se a mudanças e motivado a continuar aprendendo ao longo de sua vida. As transformações atuais desafiam os modelos tradicionais de ensino, baseados na transmissão de conhecimentos, que não dão conta de formar um cidadão preparado para lidar com a crescente evolução e as rápidas mudanças no conhecimento com as quais convivemos. Nesse contexto, é crucial capacitar os sujeitos para buscar conhecimento e acompanhar criticamente os avanços das ciências (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1996; STRUCHINER, 2006).

Por outro lado, o próprio avanço tecnológico tem possibilitado o aparecimento de recursos interativos e de bases de informação oferecidos pela informática e pelas telecomunicações, que potencializam a difusão de novos espaços e contextos de aprendizagem, como é o caso dos ambientes de aprendizagem mediados pelas TICs ("*technology enhanced learning environments*" – WANG & HANNAFIN, 2005) e a própria educação a distância. Segundo Auth e Angotti (2001, p. 30),

A velha experimentação sofreu sofisticação sem precedentes. Nosso palco principal de trabalho, a sala de aula, começa a se impregnar com as possibilidades de ensino/aprendizagem com auxílio de multimeios, com destaque para os vídeos e computadores/redes (AUTH e ANGOTTI, 2001, p. 30)

Nesse sentido, delinea-se ao campo do Ensino de Ciências (EC) o desafio de integrar as potencialidades oferecidas pelas TICs às práticas, contudo, tendo como eixo principal dessa integração, desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos para que saibam lidar de forma crítica e ativa com as rápidas transformações atuais (BAZZO et al, 2003). No âmbito acadêmico, a metodologia de Pesquisa baseada em Design (PBD) é uma linha de investigação que vem sendo amplamente disseminada para pesquisa e desenvolvimento de ambientes virtuais para o Ensino de Ciências, como uma possibilidade de integrar a teoria e a práxis do campo (JUUTI e LAVONEN, 2006).

Dentre os pesquisadores que vem adotando a metodologia da PBD, destacam-se alguns da área do Ensino de Ciências. Esses pesquisadores, de forma geral, assumem como foco o desenvolvimento de intervenções pedagógicas que buscam superar os modelos tradicionais, com base na compreensão de que apenas a transmissão de fatos científicos não é suficiente para desenvolver o conhecimento dos estudantes sobre os fenômenos estudados, sendo necessário situar os conteúdos científicos em contextos sociais e estimular a investigação e trabalho em grupo (NELSON et al, 2005; BARAB et al, 2007). No entanto, Bell (2004) considera que, embora a PBD ofereça conhecimentos relevantes para lidar com a natureza complexa dos problemas da prática educacional, verifica-se uma carência de detalhes necessários para orientar os diversos aspectos do desenvolvimento de ambientes de aprendizagem mediados por tecnologia.

Tendo em vista esse desafio, no presente trabalho, apresentamos os resultados de uma análise preliminar de trabalhos científicos da área de ensino de ciências que adotam a metodologia de Pesquisa baseada em Design, para pesquisa e desenvolvimento de ambientes educativos mediados pelas TICs. O artigo discute como esta metodologia vem sendo adotada nesses trabalhos, tendo como foco analisar: (1) Quais foram os principais problemas educativos abordados e como os mesmos foram conceituados no desenvolvimento das PBD na área de ensino de ciências selecionadas para este estudo (2) Com base nestes problemas educativos, que teorias de aprendizagem foram eleitas para nortear o desenvolvimento das intervenções (3) Que

métodos e técnicas de pesquisa configuraram as intervenções e que conhecimentos teóricos e práticos foram gerados a partir delas.

A PESQUISA BASEADA EM DESIGN

A Pesquisa baseada em Design é um referencial introduzido no campo educacional por Brown (1992) e Collins (1992), a partir do conceito de *design experiments*. Essa metodologia é recente e vem ganhando importância na pesquisa educacional, sobretudo, nos últimos cinco anos, a partir da crescente produção acadêmica relacionada (VAN DEN AKKER et al, 2006; KELLY, 2004).

Na literatura, essa abordagem tem sido adotada por diversos grupos de pesquisa, sendo, portanto, designada por uma variedade de termos (*design experiments, developmental research, design research e design based research*). Neste trabalho, consideramos que esses termos se originam de uma matriz conceitual comum e representam pequenas variações em termos de enfoque da pesquisa. Portanto, adotamos “Pesquisa baseada em Design (PBD)” (*Design based Research*) como terminologia para se referir a toda essa variedade. Wang e Hannafin (2005) destacam como características fundamentais dessa metodologia sua natureza: (1) pragmática, na medida em que integra teoria-prática, assumindo a relevância do papel da teoria para fundamentar e melhorar a prática e vice-versa; (2) ancorada, já que a proposta de desenvolvimento de tecnologias de aprendizagem deve estar orientada e fundamentada em pesquisas relevantes, teoria e prática e os estudos são conduzidos em contextos reais de prática (com atores reais, resolvendo problemas reais); (3) interativa, iterativa e flexível - uma vez que o processo desenvolve-se em ciclos entre pesquisa e desenvolvimento com a participação de todos os atores (alunos, professores e equipe de desenvolvimento) e os produtos educacionais desenvolvidos devem comportar mudanças ao longo do processo de pesquisa; (4) integradora, utilizando vários métodos de pesquisa de acordo com as diferentes fases de planejamento, desenvolvimento e implementação com coerência, consistência e disciplina; (5) contextual, ao mesmo tempo em que os resultados das pesquisas contribuem para informar e aprimorar o projeto em desenvolvimento, possibilita achados que transcendem o contexto imediato do estudo e que servem de base para outros projetos e investigações.

Ao caracterizar o uso da pesquisa baseada em design no campo da educação, Kelly (2004) aponta que a atividade de design está necessariamente relacionada ao desenvolvimento de um produto/artefato pedagógico. É importante ressaltar que os artefatos pedagógicos não são necessariamente produtos materiais, como livros didáticos, jogos, software, mas incluem também processos, como atividades, currículos e teorias. Visando estabelecer um “denominador” comum aos processos e produtos desenvolvidos por meio da PBD, Van den Akker (1999, p. 4), sugere o uso do termo “intervenção”. Em síntese, a PBD se caracteriza não apenas pela intervenção, mas por sua característica peculiar de que estas intervenções incorporam reivindicações teóricas específicas sobre ensinar e aprender. Além disso, elas refletem um compromisso de estabelecer as relações entre teoria, artefatos projetados e a prática educativa.

Alguns autores têm se empenhado em discutir e estabelecer orientações teóricas e metodológicas para demarcar mais precisamente a utilização da PBD na pesquisa e desenvolvimento de ambientes de aprendizagem mediados pelas TICs (SEETO e HERRINGTON, 2006; REEVES, 2000). Segundo esses autores, pode-se compreender esse processo de desenvolvimento com base em algumas características, dentre as quais destacamos: a) a análise do problema pedagógico - que se refere ao ponto de partida da pesquisa, quando é feito um “diagnóstico” da área de estudo para delimitar e caracterizar os problemas práticos pelos quais a área enfrenta, incluindo desafios, limitações, oportunidades e objetivos da intervenção (EDELSON, 2002); b) a integração de teorias e princípios teóricos para o desenvolvimento - que se refere à definição e discussão das teorias e princípios teóricos norteadores para o desenvolvimento dos ambientes de aprendizagem mediados pelas TICs; c) os

ciclos intermitentes de implementação e avaliação de materiais - que diz respeito à intervenção pedagógica propriamente dita, quando o artefato desenvolvido é implementado em contextos reais de ensino-aprendizagem e testado na ação (REEVES, 2000). A intervenção é documentada e avaliada e os conhecimentos gerados por meio dessa avaliação permitem refletir sobre o processo e, com base nessa reflexão, planejar ações futuras.

Essas características apontam os problemas pedagógicos, as teorias norteadoras e as intervenções como elementos-chave do processo de Pesquisa baseada em Design, configurando, portanto, o foco da nossa análise.

METODOLOGIA

Tendo em vista que a utilização da Pesquisa baseada em Design (PBD) é uma abordagem relativamente recente no campo da educação, este artigo discute como esta metodologia vem sendo adotada em trabalhos científicos da área de ensino de ciências, voltados para a pesquisa e o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem mediados pelas TICs. Nosso olhar volta-se especialmente para as ciências naturais - Ciências, Biologia, Química, Física (BRASIL, 1997) - uma vez que esta área abrange problemas e estratégias educativas comuns.

O levantamento e a análise dos trabalhos foram orientados por três questões: (1) Quais foram os principais problemas educativos abordados e como estes foram conceituados no desenvolvimento das PBD na área de ensino de ciências selecionadas para este estudo? (2) Com base nestes problemas educativos, que teorias de aprendizagem foram eleitas para nortear o desenvolvimento das intervenções? (3) Que métodos e técnicas de pesquisa configuraram as intervenções e que conhecimentos teóricos e práticos foram gerados a partir delas?

Reconhecendo não ser objetivo deste trabalho realizar uma pesquisa exaustiva da literatura acadêmica voltada para o uso da PBD no desenvolvimento de ambientes virtuais mediados pelas TICs para o ensino de ciências, optou-se pela revisão de artigos científicos internacionais disponíveis no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Neste portal, foram utilizados as bases dos editores Springer, Wilson e Science Direct pelo fato de possuírem a maior quantidade de periódicos voltados para os campos da educação em ciências e da tecnologia educacional.

As buscas foram realizadas com as seguintes palavras-chave: a) “*science education*” ou “*science teaching*”: Embora nosso enfoque estivesse voltado para as ciências naturais, este recorte foi feito após a primeira triagem; b) “*design-based research*” ou “*design experiment*” ou “*developmental research*”: Estes são os termos mais utilizados no âmbito da metodologia em questão e c) “*virtual*” ou “*online*”: Optou-se pelo uso dos mesmos para contemplar uma maior gama de trabalhos voltados para o desenvolvimento e/ou uso de ambientes de aprendizagem mediados pelas TICs.

Foram realizadas todas as 12 combinações possíveis com as palavras-chave entre aspas, usando a opção “*todos os campos*” (*all fields*) e sem restringir o período de busca, em cada um dos três editores. Excluindo os títulos repetidos em mais de um banco, foram encontrados 178 artigos, distribuídos da seguinte forma: Wilson (n=57), Science Direct (n=59) e Springer (n=86)

Como esta primeira busca englobou a pesquisa das palavras-chave em todo o corpo dos artigos, foram identificados e excluídos aqueles que apresentavam as palavras apenas em suas referências bibliográficas. Em seguida, esta amostra foi refinada a partir da leitura dos resumos e, quando necessário, dos artigos na íntegra. Como apontado anteriormente, foram descartados os trabalhos voltados para as ciências exatas, incluindo a matemática. Também foram desconsiderados trabalhos que faziam referência a esta abordagem metodológica de maneira teórica, mas, que não a aplicavam em seus estudos.

Deste processo, resultaram um total de 16 artigos que utilizavam explicitamente a metodologia baseada em design (n=12), ou *Developmental research* (n=2) ou *Design*

experiment (n=2) em estudos que propunham intervenções com o uso de recursos da Internet, para o ensino de ciências naturais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O quadro a seguir sintetiza os artigos selecionados, oferecendo um panorama em relação aos autores, ano e periódico da publicação

Autor	Ano	Periódico
Barab et al.	2007	<i>J. of Science Education and Technology</i>
Barnett et al.	2002	<i>School Science and Mathematics</i>
Bodzin	2008	<i>J. of Environmental Education</i>
Cotner et al.	2008	<i>J. of Science Education and Technology</i>
Dunleavy et al.	2008	<i>J. of Science Education and Technology</i>
Enyedy e Hoadley	2006	<i>Computer- Supported Collaborative Learning</i>
Houle e Barnett	2008	<i>J. of Science Education and Technology</i>
Klopfer & Squire	2008	<i>Educational technology research and development</i>
Kong et al.	2009	<i>Computers and education</i>
Lim et al.	2006	<i>British Journal of educational technology</i>
McKenney	2008	<i>Computers and education</i>
McKenney e Van den Akker	2005	<i>Educational technology research and development</i>
Squire & Jan	2007	<i>J. of science education and technology</i>
Taasoobshirazi et al.	2006	<i>J. of science education and technology</i>
Wang e Reeves	2007	<i>Education Technology Research and Development</i>
Yarnall et al.	2006	<i>J. of science education and technology</i>

Quadro 1: Panorama dos 16 artigos selecionados para análise

Como pode-se observar no quadro 1, a produção encontrada é recente, concentrando-se, prioritariamente, a partir de 2006 e centralizada em alguns periódicos: *Journal of Science Education and Technology* (6), *Educational Technnolgy Research and Development* (3), *Computers and Education* (2), *Computer-Supported Collaborative Learning* (2), *Journal of Environmental Education* (1) e *British Journal of Educational Technology* (1).

PROBLEMAS PEDAGÓGICOS

Seguindo a perspectiva da PBD e seus princípios, os problemas pedagógicos identificados nos artigos analisados foram: a) desmotivação dos alunos para se engajarem na aprendizagem de ciências (WANG e REEVES, 2007; LIM et al, 2006; DUNLEAVY et al, 2008; COTNER et al, 2008; KLOPFER E SQUIRE, 2008); b) enfoque reducionista do ensino de ciências, centrado na transmissão de conhecimentos científicos desconectados de questões sociais e tecnológicas (BARAB et al, 2007; BODZIN, 2008; HOULE e BARNETT, 2008; SQUIRE & JAN, 2007; TAASOBSHIRAZI et al, 2006); c) necessidade de capacitar professores para o desenvolvimento de mudanças curriculares em suas disciplinas (MCKENNEY, 2008); d) falta de materiais pedagógicos que incluam recursos para integrar os processos de reflexão e colaboração (ENYEDY e HOADLEY, 2006; MCKENNEY e VAN DEN AKKER, 2005); e) dificuldade de compreensão dos fenômenos microscópicos (KONG et al, 2009); d) formação de professores de ciências pouco colaborativa e reflexiva (BARNETT et al, 2002); f) falta de métodos de avaliação compatíveis com estratégias de ensino baseadas na investigação científica (YARNALL et al, 2006).

Os problemas pedagógicos mais abordados nos artigos foram a falta de motivação dos alunos para aprendizagem de ciências e o enfoque reducionista do Ensino de Ciências. Aqueles que indicaram como problema a falta de motivação dos alunos para se engajarem no EC (WANG E REEVES, 2007; LIM et al, 2006; DUNLEAVY et al, 2008; COTNER et al, 2008; KLOPFER e SQUIRE, 2008), apresentaram uma crítica ao modelo tradicional de ensino que não proporciona uma aprendizagem significativa dos conhecimentos científicos. Esta crítica, em geral, ressaltou que o modelo tradicional “enfoca os aspectos quantitativos da ciência onde os

alunos aprendem como usar procedimentos e regras” e não inclui as experiências de vida e os interesses dos alunos nos processos de ensino-aprendizagem, tornando-se desmotivador (LIM et al, 2006, p.212). Problematizaram o fato de o acelerado desenvolvimento tecnológico oferecer múltiplas possibilidades que fazem parte do cotidiano dos alunos, mas não são aproveitados no ensino formal. Nesse sentido, Lim et al (2006) discutem o potencial pedagógico dos jogos e observam que

Esses alunos investem grande quantidade de tempo para aprender regras, funcionalidades e estratégias desses jogos. (...) Tal excitação e engajamento entre alunos jogando jogos de computador, oferece considerável potencial para a educação (...) Jogo, como uma ferramenta curricular, tem um enorme potencial para engajar as crianças de todas as idades em uma aprendizagem profunda” (LIM et al, 2006, p.212)

Como alternativa ao ensino tradicional, Lim et al (2006) consideram que, para o ensino de ciências motivar os alunos no processo de ensino aprendizagem, deve assumir o compromisso de engajá-los na natureza investigativa da ciência, oferecendo a oportunidade de explorarem e buscarem informações, conduzirem experimentos, identificarem e resolverem problemas e refletirem sobre os achados

Os artigos que problematizaram o enfoque reducionista do Ensino de Ciências, também criticaram o modelo tradicional de ensino que privilegia a transmissão e acúmulo de conteúdos científicos (BARAB et al, 2007; BODZIN, 2008; HOULE e BARNETT, 2008; SQUIRE e JAN, 2007; TAASOBSHIRAZI et al, 2006). Contudo, ao caracterizarem o problema do enfoque reducionista do ensino tradicional, incluíram a preocupação com a necessidade de contextualização dos conteúdos científicos de maneira articulada às questões sociais e tecnológicas. Em relação a isso, Barab et al (2007) argumentam que “desde final de 1970, frequentemente, tem sido consenso que a educação em ciências seria mais significativa para os alunos se o contexto de aprendizagem fosse conectado significativamente com questões sociais e tecnológicas” (BARAB et al, 2007, p.59).

Diante desses desafios, os pesquisadores propuseram uma reorientação do papel do Ensino de Ciências para preencher as necessidades atuais de formação. Squire e Jan (2007) indicam que o Ensino de Ciências deve reconhecer a importância de: a) desenvolver a alfabetização científica da população, preparando os alunos a pensarem criticamente em um mundo em constante mudança; b) preparar para as transformações do mundo, promovendo habilidades para: interpretação de múltiplas formas de representação do conhecimento, compreensão conceitual e habilidade de criticar argumentos científicos; c) ampliar o ensino, não se restringindo à transmissão de fatos, mas inserindo o aluno em um processo de investigação que os permita “pensar como cientistas”. Nesse contexto, Barab et al (2007) enfatizam outro desafio que diz respeito à necessidade de situar os conteúdos e métodos disciplinares em uma “estrutura contextual mais ampla”, isto é, em um contexto de investigação que privilegie questões socialmente relevantes.

Com base na análise, observou-se uma tendência de compreender a prática pedagógica não como uma questão isolada, mas como parte do contexto social complexo em que se insere. Para analisar os problemas pedagógicos, os pesquisadores aprofundaram a reflexão sobre a prática do ensino de ciências, fundamentando a discussão com base na literatura do campo. Essa característica é compatível com o papel central que os problemas pedagógicos assumem na busca por soluções, como discutido por Mion e Angotti (2005). Dessa forma, as intervenções assumiram como objetivo a melhoria da qualidade dos processos de ensino-aprendizagem.

TEORIAS E PRINCÍPIOS NORTEADORES DO DESENVOLVIMENTO DE INTERVENÇÕES

Em alguns artigos analisados, os pesquisadores não apresentaram explicitamente a teoria de aprendizagem adotada para nortear o desenvolvimento da intervenção, contudo, apontaram

princípios teóricos que orientaram a escolha ou desenvolvimento dos ambientes de aprendizagem mediados pelas TICs. Dessa forma, quando a teoria norteadora não estava evidente, agrupamos os princípios de acordo com as estratégias adotadas.

As teorias norteadoras identificadas a partir dos artigos analisados foram: aprendizagem baseada em investigação (BARAB et al, 2007; BODZIN, 2008; TAASOBSHIRAZI et al, 2006; SQUIRE e JAN, 2007; LIM et al, 2006; YARNALL ET AL, 2006; KLOPFER E SQUIRE, 2008); aprendizagem situada (HOULE e BARNETT, 2008; DUNLEAVY et al, 2008); construtivismo social (ENYEDY e HOADLEY, 2006); aprendizagem por observação (KONG et al, 2009). Já as estratégias foram: estratégias para aprendizagem colaborativa (MCKENNEY, 2008; MCKENNEY e VAN DEN AKKER, 2005; BARNETT et al, 2002); estratégias para motivação intrínseca Malone e Lepper (WANG E REEVES, 2007); estratégias para feedback imediato (COTNER et al, 2008).

A teoria norteadora mais adotada para fundamentar essas pesquisas e orientar o desenvolvimento das intervenções educativas foi a da aprendizagem baseada em investigação. Essa abordagem vem sendo apontada no campo do Ensino de Ciências como um dos possíveis caminhos para superar modelos tradicionais de ensino-aprendizagem. Segundo Savery (2006), a abordagem da aprendizagem baseada em investigação se origina da filosofia de John Dewey, que pressupõe como ponto de partida do processo de aprendizagem, a curiosidade do aluno. Essa teoria pressupõe que apenas a transmissão de fatos científicos não é suficiente para desenvolver o conhecimento dos estudantes sobre os fenômenos estudados (DEHAAN, 2005; HOLLIMAN & SCALON, 2004) e, na prática, incluem uma série de etapas, como “formular questões autênticas e significativas, planejar tarefas, coletar recursos e informações” (KRAJCIK, 2002, p. 411).

Nas pesquisas analisadas, essa abordagem foi utilizada, principalmente, como uma alternativa às estratégias da escola tradicional, possibilitando: a) oferecer um ensino mais significativo, capaz de desenvolver a alfabetização científica dos alunos e prepará-los “para pensar criticamente em um mundo sempre em mudanças” (SQUIRE e JAN, 2007, p.6); b) motivar os alunos a se engajarem no ensino de ciências, uma vez que “enfoca a busca ativa pelo conhecimento ou compreensão para satisfazer a curiosidade” (LIM et al, 2006). Partindo da análise do problema e dos objetivos definidos, os pesquisadores desenvolveram ou escolheram recursos mediados pelas TICs para enfrentar o problema e, conseqüentemente, melhorar a qualidade dos processos de ensino-aprendizagem.

Nas pesquisas, os ambientes de aprendizagem mediados pelas TICs utilizados nas intervenções ou foram construídos ou escolhidos dentre recursos existentes. Uma característica comum aos trabalhos é que, o desenvolvimento ou escolha desses ambientes foram orientados com base nas teorias de aprendizagem e/ou em estratégias pedagógicas adotadas. A adoção de uma teoria/estratégia para formulação da intervenção fica evidente no estudo de Barab et al (2007)

Nesse caso, com base na análise do problema (enfoque reducionista do EC), os pesquisadores definiram o objetivo da intervenção para enfrentar esse problema (proporcionar um processo de aprendizagem baseado a investigação sócio-científica). Com isso, selecionaram como teoria norteadora a aprendizagem baseada em investigação, e, em especial, os princípios teóricos do modelo de investigação sócio-científica: narrativa, inscrição e investigação. Com base neste modelo, planejaram e desenvolveram um *Multi-User Virtual Environmet* (MUVE)¹. No MUVE, a narrativa, por exemplo, colocava os alunos em contato com um processo de investigação em que deveriam solucionar o caso de um parque que enfrentava um problema relacionado ao declínio do número de peixes nos lagos.

¹ Segundo Dede et al (2005) Multi-User Virtual Environments (MUVEs) são ambientes virtuais que possibilitam os participantes a: interagirem entre si sincronicamente no contexto virtual, interagirem com artefatos e ferramentas digitais, representarem si próprios por meio de “avatares” (representação gráfica dos participantes), se comunicarem com outros participantes e com “agentes” (personalidades simuladas pelo computador).

O fato de o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem mediados pelas TICs serem norteados por teorias de aprendizagem se relaciona com o que Wang e Hannafin (2005) caracterizam com a natureza ancorada da pesquisa, uma vez que a proposta de desenvolvimento de tecnologias de aprendizagem deve estar orientada e fundamentada em pesquisas relevantes e em teorias de aprendizagem.

INTERVENÇÕES

As intervenções pedagógicas foram realizadas e avaliadas em contextos reais da prática educativa, geralmente em momentos de sala de aula. A maioria das intervenções ocorreu em contextos de ensino fundamental e médio (LIM et al, 2006; KONG et al, 2009; ENYEDY E HOADLEY, 2006; BODZIN, 2008; BARAB et al, 2007; HOULE e BARNETT, 2008; WANG e REEVES, 2007; TAASOBSHIRAZI et al, 2006; YARNALL ET AL, 2006, SQUIRE e JAN, 2007; DUNLEAVY et al, 2008). Também foram encontrados estudos em que as intervenções situaram-se no contexto de formação de professores (MCKENNEY, 2008; MCKENNEY e VAN DEN AKKER, 2005; BARNETT et al, 2002) e no ensino superior (COTNER et al, 2008). Um dos trabalhos avaliou as intervenções em três diferentes situações: ensino fundamental, superior e na formação de professores (KLOPPER E SQUIRE, 2008).

A análise das intervenções, em todos os artigos, foi realizada com base na integração de dados quantitativos e qualitativos. Os métodos de coleta de dados mais utilizados foram: entrevista com professores e/ou alunos (p.ex. WANG e REEVES, 2007); observação participante (p.ex. BODZIN, 2008); prova de avaliação de conteúdo (p.ex. BARAB et al, 2007); pré e pós teste (p.ex. KONG et al, 2009). Essa variedade foi analisada com base na triangulação de dados, gerando conhecimentos que permitiram rever o processo e apontar possibilidades de aprimoramento em intervenções futuras, configurando o que Collins et al (2004) consideram o “refinamento progressivo” da intervenção.

Nos artigos, constatou-se que os conhecimentos gerados, frequentemente, incorporaram questões sobre: a) a contribuição do ambiente na aprendizagem, enfatizando como a intervenção influenciou para enfrentar o problema pedagógico, b) a análise das condições que influenciaram, positivamente ou negativamente, nos resultados alcançados e c) as mudanças sugeridas para futuras intervenções.

Para ilustrar como os artigos analisados geralmente discutiram os resultados de suas intervenções e ressaltaram: a relevância da aplicação em cenários reais, a diversidade de métodos e a contribuição dos conhecimentos gerados para a (re) avaliação do processo, destacamos o trabalho de Taasoobhirazi et al (2006). Este estudo oferece um exemplo típico, já que apresenta dois ciclos de intervenção e avaliação e, com isso, torna evidente a contribuição dos conhecimentos gerados na avaliação da intervenção para o refinamento em ciclos subsequentes. Os autores assumiram como problema o enfoque reducionista do ensino de ciências desconectado de questões tecnológicas e sociais. Com base na análise do problema, determinaram como objetivo “enriquecer e refinar o currículo de ciências apoiado por tecnologia e orientado por investigação”, especialmente, desenvolver habilidades de argumentação científica. Para isso, escolheram um *software* de Astronomia desenvolvido a partir da aprendizagem baseada em investigação.

No primeiro ciclo, a implementação do *software* ocorreu em uma turma de ensino médio (15 alunos) e os pesquisadores avaliaram a intervenção, por meio de pré e pós teste, entrevista com o professor, observação em sala de aula e gravações em vídeo. Com base na triangulação de dados, os pesquisadores concluíram que a intervenção teve um impacto limitado na aquisição de conceitos científicos e no desenvolvimento da argumentação científica. Estes resultados foram interpretados, levando os pesquisadores a identificarem o papel central do professor no sucesso da intervenção. Avaliaram que no primeiro ciclo, “o professor prematuramente cedeu o controle da discussão aos estudantes” (p.389), dessa forma, construíram cinco estratégias para apoiar os professores a engajarem os alunos na argumentação científica. Essas estratégias foram

orientações práticas, como, por exemplo, criar um vídeo que apresentasse exemplos de argumentação científica. O segundo ciclo foi realizado em duas turmas de ensino médio (uma com 22 alunos e outra com 11), com professores diferentes. As estratégias desenvolvidas foram implementadas e, na avaliação seguinte, verificou-se ganhos significativos na aprendizagem dos conceitos e no engajamento no discurso científico. Nesse segundo ciclo, os pesquisadores ressaltaram algumas estratégias do professor que influenciaram positivamente nesse resultado para próximas intervenções.

Partindo desse exemplo, percebe-se que, na intervenção, os contextos reais de aprendizagem, onde as intervenções são realizadas, assumiram um papel chave, possibilitando compreender as intervenções, considerando a interação dos participantes, as questões da prática e formas de apropriação da estratégia pedagógica (WANG e HANNAFIN, 2005). No caso, com base na dinâmica da turma e com os resultados da avaliação, os pesquisadores identificaram a necessidade de apoiar a atuação do professor, buscando estratégias para tal. Além disso, outra característica peculiar dessa metodologia, ilustrada no exemplo, foi o fato de integrarem diversos métodos de coleta e análise de dados, possibilitando que diferentes abordagens de pesquisa fossem combinadas para uma maior compreensão do contexto e do problema educativo (WANG e HANNAFIN, 2005). Finalmente, outra questão, exemplificada no artigo, foi o processo cíclico da intervenção, em que cada ciclo gerou conhecimentos práticos que constituíram oportunidades de aprendizagem para o refinamento progressivo das intervenções (COLLINS et al, 2004). No caso, o artigo ofereceu conhecimentos sobre: o impacto da intervenção na aprendizagem, as condições que influenciaram nesse resultado e estratégias para refinar a intervenção. Esses conhecimentos construídos, embora específicos de uma situação, oferecem contribuições para pesquisadores envolvidos com problemas e situações similares.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo buscou discutir como a metodologia da Pesquisa baseada em Design vem sendo adotada em trabalhos científicos da área de Ensino de Ciências, voltados para pesquisa e desenvolvimento de ambientes de aprendizagem mediados pelas TICs. A análise teve como foco compreender: a) os principais problemas pedagógicos abordados e como estes foram conceituados no desenvolvimento dos artigos analisados; b) as principais teorias de aprendizagem norteadoras do desenvolvimento das intervenções e c) a natureza das intervenções, especificamente, no que diz respeito aos métodos e as técnicas utilizadas, assim como os conhecimentos teóricos e práticos que foram gerados

Em relação aos problemas, identificamos um posicionamento crítico em relação ao ensino tradicional, com uma preocupação voltada para a falta de motivação dos alunos e o enfoque reducionista do Ensino de Ciências, desconectado de questões sociais e tecnológicas. Essas questões aproximam essas pesquisas com abordagens críticas do EC que buscam uma reconceitualização do campo e apontam a necessidade de a formação ser orientada para cidadania (TEIXEIRA, 2003). Esses problemas foram discutidos, apontando-se os desafios, objetivos e oportunidades do campo para definir as características da intervenção. Sendo assim, os problemas pedagógicos assumiram um papel essencial na busca por intervenções que possibilitassem a melhoria da qualidade dos processos de ensino-aprendizagem, caracterizando o que Reeves (2005) considera uma pesquisa socialmente relevante que busca solucionar problemas encontrados na prática.

Em relação às teorias norteadoras, a mais adotada foi a da aprendizagem baseada em investigação, que vem sendo apontada no campo do Ensino de Ciências como um dos possíveis caminhos para superar modelos tradicionais de ensino-aprendizagem. As teorias nortearam o desenvolvimento ou a escolha dos ambientes de aprendizagem mediados pelas TICs. Com isso, nesses artigos, verificou-se que a decisão de utilizar as TICs na intervenção foi fundamentada e problematizada, sendo condicionada aos objetivos pedagógicos para enfrentar problemas específicos em determinados contextos.

Em relação às intervenções desenvolvidas, os contextos reais de aprendizagem assumiram um papel de destaque, possibilitando compreender as intervenções a partir dos olhares e práticas de atores reais, lidando com problemas reais de ensino e aprendizagem. Outra característica que se destacou foi o fato de as pesquisas integrarem diversos métodos de coleta e análise de dados, possibilitando que diferentes abordagens de pesquisa fossem combinadas para uma maior compreensão do contexto e do problema educativo (WANG e HANNAFIN, 2005). Também se destacou a natureza cíclica das intervenções, em que cada ciclo gera conhecimentos práticos que constituem oportunidades de aprendizagem para o refinamento progressivo das intervenções (COLLINS et al, 2004). Os conhecimentos gerados, embora específicos de uma situação, oferecem contribuições para pesquisadores envolvidos com problemas e situações similares.

Concluiu-se, portanto, que estudos apoiados nos pressupostos da Pesquisa baseada em Design podem contribuir com o campo de EC, uma vez que desenvolvem conhecimentos sobre a pesquisa e desenvolvimento de intervenções pedagógicas, a partir da integração de conhecimentos teóricos e práticos para promover inovações curriculares e superar modelos tradicionais de ensino-aprendizagem. Dessa forma, a PBD consiste em um importante aporte teórico-metodológico a ser explorado na pesquisa em Ensino de Ciências.

REFERÊNCIAS

AUTH, M. A.; ANGOTTI, J.A.P. Ciência e Tecnologia: Implicações Sociais e o Papel da Educação. **Ciência Educação**, Bauru/SP, v. 7, n. 1, p. 15-27, 2001.

BARAB,S.A.;SADLER, T.D.; HEISELT, C.; HICKEY, D.; ZUIKER, S. Relating narrative, inquiry, and inscriptions: supporting consequential play. **Journal of Science Education and Technology**, v.16, n.1, p.59-81, 2007.

BARNETT, M.; KEATING, T.; HARWOOD, W. SAAM, J. Using emerging technologies to help bridge the gap between university theory and classroom practice: challenges and successes. **School Science and Mathematics**, vol.102, n.6, 2002.

BELL, P. On the theoretical breadth of design-based research in education. **Educational Psychologist**, v.39, n.4, p. 243 - 253, 2004.

BODZIN,A.M. Integrating instructional technologies in a local watershed investigation with urban elementary learners. **The Journal of Environmental Education**, v.39, n.2, 2008.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 136p., 1997.

BROWN, A. Design experiments: theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. **The Journal of the Learning Science**, v.2, n.2, p.141-178, 1992.

COLLINS, A. Towards a design science of education. In: E. Scanlon and T. O’Shea (eds), **New directions in educational technology**. Berlin: Springer, 1992.

COLLINS, A., JOSEPH, D., & BIELACZYK, K. Design research: Theoretical and methodological issues. **Journal of the Learning Sciences**, v.13, n.1, p.15–42, 2004.

COTNER, S.H.; FALL, B.A.; WICK, S.M.; WALKER, J.D; BAEPLER, P.M. Rapid Feedback assessment methods: can we improve engagement and preparation for exams in large-enrollment courses? **Journal of Science Education and Technology**, v.17, p.437-443, 2008.

DEHAAN, R. L. The impending revolution in undergraduate science education. **Journal of Science Education and Technology**, v.14, p.253–269, 2005.

DUNLEAVY, M.; DEDE, C.; MITCHELL, R. Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. **Journal of Science Education and Technology**, v.18, n.1, 2008.

EDELSON, D.C. Design research: what we learn when we engage in design. **The Journal of the Learning Science**, v. 11, n. 1, p. 105-121, 2002.

ENYEDY, N.; HOADLEY, C.M. From dialogue to monologue and back: middle spaces in computer-mediated learning. **Computer-supported collaborative learning**, v.1, p. 413-439, 2006.

GIORDAN, M. O Computador na Educação em Ciências: breve revisão crítica acerca de algumas formas de utilização. **Ciência e Educação**, v.11, n.2, p.279-304, 2005

HOULE, M., E.; BARNETT, M.G. Student conceptions of sound waves resulting from enactment of a new technology-enhanced inquiry-based curriculum on urban bird communication. **Journal of Science Education and Technology**, v.17, p.242-251, 2008.

JUUTI, K. LAVONEN, J. Design-based research in science education: one step towards methodology. **Nordina**, v. 4, p. 54-68, 2006.

KELLY, A. Design research in education: yes, but is it methodological? **The Journal of the Learning Science**, v.13, n.1, p.115-128, 2004.

KLOPFER, E.; SQUIRE, K. Environmental detectives-the development of an augmented reality platform for environmental simulations. **Educational Technology Research and Development**, vol.56, p.203-228, 2008.

KONG, S.C.; YEUNG, Y.Y.; WU, X.Q. An experience of teaching for learning by observation: remote-controlled experiments on electrical circuits. **Computers & Education**, v.52, p.702-717, 2009.

KRAJCIK, J.S. The Value and Challenges of Using Learning Technologies to Support Students in Learning Sciences. **Research in Science Education**, v. 32, n.1, p.411-414, 2002.

LIM, C.P.; NONIS, D.; HEDBERG, J. Gaming in a 3D multiuser virtual environment: engaging students in science lessons. **British Journal of Educational Technology**, v.37, n.2, p.211-231, 2006.

MCKENNEY, S. Shaping Computer-based support from curriculum developers. **Computers and Education**, v.50, p.248-261, 2008.

MCKENNEY, S. VAN DEN AKKER, J. Computer-based support for curriculum designers: a case of developmental research. **Educational Technology Research and Development**, v.53, n.2, p.41-66, 2005.

MION, R.A.; ANGOTTI, J.A.P. Em Busca de um Perfil Epistemológico para a Prática Educacional em Educação em Ciências. **Ciência e Educação**, v.11, n.2, p. 165-180, 2005.

MOREIRA, M. Pesquisa Básica em Educação em Ciências: uma visão pessoal. **Revista Chilena de Educación Científica**, v.3, n1, p. 10-17, 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. National Science Education Standards. 1996. Disponível em: <http://www.nap.edu/readingroom/books/nses/notice.html> Acesso em 10 maio 2006.

NELSON B.; KETELHUT D. J.; CLARKE J.; BOWMAN C.; DEDE C. Design-based research strategies for developing a scientific inquiry curriculum in a multi-user virtual environment. **Educational Technology**, v.45, n.1, p.21-27, 2005.

REEVES, T.C. Enhancing the worth of instructional technology research through "design experiments" and other developmental research strategies, **Annual Meeting of the American Educational Research Association (AERA)**. New Orleans, LA, 2000.

REEVES, T. C.; HERRINGTON, J.; OLIVER, R. Design research: A socially responsible approach to instructional technology research in higher education. **Journal of Computing in Higher Education**, v. 16, n.2, p. 96–116, 2005.

SAVERY, J. Overview of problem-based learning: definitions and distinctions. **The Interdisciplinary Journal of Problem based Learning**, v.1, p. 9-20, 2006.

SQUIRE, K.D.; JAN, M. Mad City Mystery: developing scientific argumentation skills with a place-based augmented reality game on handheld computers. **Journal of Science Education and Technology**, v.16, n.1, p.5-29, 2007.

STRUCHINER, M. Apreciação Analítica de Ambientes Construtivistas de Aprendizagem Baseados em Novas Tecnologias de Informação e de Comunicação para a Educação na Área das Ciências da Saúde. Projeto submetido ao CNPq, 2006.

SEETO, D.; HERRINGTON, J. Design-based research and the learning designer. In: ASCILITE CONFERENCE', 23, 2006, Sydney, Proceedings Ascilite conference', Sydney: University of Sydney, 2006. Disponível em:
<http://www.ascilite.org.au/conferences/sydney06/proceeding/pdf_papers/p177.pdf.> Acesso em: 21 março de 2008,.

TAASOBSHIRAZI, G.; ZUITER, S.J.; ANDERSON, K.T.; HICKEY, D.T. Enhancing Inquiry, understanding and achievement in a astronomy multimedia learning environment. **Journal of Science Education and Technology**, v.15, n.5, p.383-395, 2006/

TEIXEIRA, P.M. A Educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do Movimento C.T.S no ensino de ciências. **Ciência e Educação**, v.9, n.2, p.177-190, 2003.

VAN DEN AKKER, J. Principles and methods of development research. In: J. VAN

DEN AKKER, N. NIEVEEN, R. M. BRANCH, K. L. GUSTAFSON, & T. PLOMP, (Eds.). **The Design methodology and developmental research in education and training**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1999. p. 1-14.

VAN DEN AKKER, J.; GRAVEIMEIJER, K.; MCKENNEY, S.; NIEVEN, N. **Educational Design Research**. Londres e Nova York: Routledge, 2006.

WANG, F.; HANNAFIN, M.J. Design-based research and technology-enhanced learning environments. **Education Technology Research and Development**, v. 53, n. 4, p. 5-23, 2005.

WANG, S.K; REEVES, T.C. The effects of a web-based learning environment on the student motivation in a high school earth science course. **Education Technology Research and Development**, v. 55, p. 169-192, 2007.

YARNALL, L. SHECHTMAN; PENUEL, W. Using handheld computers to support improved classroom assessment in science: results from a field trial. **Journal of Science Education and Technology**, v.15, n.2, 2006.