



Revista Electrónica de Investigación en  
Educación en Ciencias

E-ISSN: 1850-6666

reiec@exa.unicen.edu.ar

Universidad Nacional del Centro de la  
Provincia de Buenos Aires  
Argentina

Salvador, Daniel Fábio; Ribeiro Rolando, Luiz Gustavo; Ribeiro Rolando, Roberta Flávia  
Aplicação do modelo de conhecimento tecnológico, pedagógico do conteúdo (TPCK) em um programa  
on-line de formação continuada de professores de Ciências e Biologia  
Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias, vol. 5, núm. 2, diciembre, 2010, pp.  
31-44

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires  
Buenos Aires, Argentina

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273319421004>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica  
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

## Aplicação do modelo de conhecimento tecnológico, pedagógico do conteúdo (TPCK) em um programa on-line de formação continuada de professores de Ciências e Biologia

Daniel Fábio Salvador<sup>1</sup>, Luiz Gustavo Ribeiro Rolando<sup>1</sup>, Roberta Flávia Ribeiro Rolando<sup>1</sup>

[salvador@cederj.rj.gov.br](mailto:salvador@cederj.rj.gov.br), [luizgustavoribeirorolando@gmail.com](mailto:luizgustavoribeirorolando@gmail.com),  
[eadroberta@gmail.com](mailto:eadroberta@gmail.com)

<sup>1</sup>CECERJ, Fundação Centro de Ciências e Educação Superior a distância do estado do Rio de Janeiro, Visconde de Niterói, Rio de Janeiro- RJ .

### Resumo

Esse artigo consiste em uma apresentação descritiva, com comparações quantitativas dos resultados de perfil e participação dos cursistas do programa on-line de formação continuada de professores de Biologia da Fundação CECERJ. Nosso foco central é mostrar o padrão recorrente de participação desses cursistas frente aos diferentes modelos de construção dos cursos dentro das possibilidades de conhecimento tecnológico, pedagógico do conteúdo (TPCK), usados de forma integrada ou isolada em diferentes cursos. Além disso, fazer uma reflexão do uso desses modelos de conhecimento do professor para formação continuada de professores. Entre 2008 e 2009, houve aumento significativo dos alunos participantes, concluintes e aprovados, com queda de 14,1% da taxa de evasão. A justificativa de evolução dos índices de participação está relacionada às mudanças implementadas nos ambientes virtuais dos cursos. Avaliando as diferentes categorias de cursos, os com enfoque pedagógico do conteúdo (PCK) e tecnológico, pedagógico do conteúdo (TPCK) tiveram mais professores tornando-se participantes. Em contrapartida, os modelos pedagógicos (PK) e pedagógicos do conteúdo (PCK) foram os que obtiveram menor taxa de evasão. O modelo TPCK demonstrou que apesar desse ter sido o modelo de cursos com mais participantes (60,2%), possui um índice mais elevado de evasão efetiva, provavelmente por exigir dos professores um aprendizado em bases de conhecimento diferentes das quais eles estão acostumados ou tiveram na formação inicial. A abordagem combinada do conhecimento tecnológico, pedagógico do conteúdo (TPCK) tem fortes pressupostos teóricos na literatura internacional e demonstrou importância na criação de currículos para a formação continuada de professores.

**Palavras-chave:** Ensino de Ciências, formação continuada de professores, educação a distância, conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo (TPCK).

Application of the technological pedagogical content knowledge (TPCK) model in  
a online program for continuing education of Science and Biology teachers

### Abstract

This paper presents a description with quantitative results of the profile and participation of teachers in the online

recurring pattern of teachers who participated in the different course models within the possibilities of technological, pedagogical content knowledge (TPCK), used integrated with or isolated from different courses. In addition, discuss the use of this knowledge base in teacher training programs in the areas of Sciences and Biology. In 2008 and 2009, there was a significant increase in the number of the participants who concluded and were approved and a decrease of 14.1% in the dropout rate. The reason for the increase in the participation rate is related to the changes implemented in the virtual environment of the courses. The approaches of pedagogical content knowledge (PCK) and technological, pedagogical content knowledge (TPCK) probably attracted more teachers to participate. In contrast, just the pedagogical knowledge (PK) and content knowledge (PCK) models had a lower dropout rate. Although the TPCK model attracted more teachers participate (60.2%), it had a higher rate of dropout, probably because it requires teachers to learn in a knowledge base that is different from what they are used to or have been trained in initially. The combined approach of technological, pedagogical content knowledge (TPCK) has a strong theoretical background in international literature and demonstrates an importance in building a focused curriculum for the initial and continuing training of teachers.

Key words: Science education, in-service training for teacher, distance education, technological, pedagogical and content knowledge (TPCK).

## 1. INTRODUÇÃO

A necessidade de formação inicial e continuada consistente do professor tem sido um tema enfatizado nas pesquisas em educação em Ciências e Biologia (Soares, 2007; Vilarinho e Sande, 2003; Géglio, 2006), uma vez que as mudanças contemporâneas provenientes do uso das redes digitais transformaram a relação com o saber na sociedade atual (Lévy, 1999; Kenski, 2008). Tem havido uma ênfase na literatura em investigar os pressupostos e modelos de formação do conhecimento do professor e isso tem norteador as propostas e programas de formação dos professores (Menezes, 2001; Nóvoa, 1997; Perrenoud, 1993; Zeichner, 2002; Bransford et al., 2007).

O poder público tem incentivado e desenvolvido programas de formação continuada de professores. Estas iniciativas, além de corrigir falhas e preencher lacunas provenientes da formação inicial, tem se tornado o meio pelo qual professores podem se manter atualizados face a constante evolução do conhecimento na sociedade atual (Carvalho e Gil Perez, 1992; Carrascosa, 1996; Furió, 1994).

A regulamentação da Educação a Distância (EaD) pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação (Lei no. 9394, de 20 de dezembro de 1996) contribuiu e impulsionou os programas de formação continuada de professores no Brasil (Brasil, 1996). A EaD tem proporcionado a democratização de acesso à formação continuada de um grande contingente de professores em todo país, principalmente daqueles que fazem parte do serviço público. Programas como o Pró-letramento e o Gestar do governo federal e o programa de extensão da Fundação CECIERJ/Consórcio CEDERJ, iniciativa do governo estadual do Rio de Janeiro, são exemplos.

Nesse contexto é apresentado no artigo os resultados do programa on-line de formação continuada de professores de Ciências e Biologia da Fundação CECIERJ no estado do Rio de Janeiro entre os anos de 2006 a 2009. No decorrer desses anos a coordenação de Biologia implementou cursos com diferentes focos de atualização das bases de conhecimento do professor, como por exemplo, o modelo baseado no conhecimento pedagógico do conteúdo, proposto por Shulman (1987) e posteriormente do conhecimento tecnológico, pedagógico do conteúdo conhecido na literatura internacional pela sigla TPCK (Koehler e Mishra, 2008). Diante da aplicação desses modelos na construção dos cursos, esse artigo se propõe a discutir o perfil e os níveis de participação dos professores cursistas nos diferentes anos e frente aos diferentes modelos.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. A formação do professor para o ensino de Ciências e Biologia

O ensino de ciências tem buscado superar ao longo das últimas décadas um forte modelo pedagógico impregnado na prática cotidiana das escolas, onde os processos de ensino-aprendizagem reproduzem a apropriação de conhecimentos através da transmissão mecânica de informações. As pesquisas em educação e em ensino de ciências têm apontado para a necessidade de mudanças na atuação do professor dessa área nos diversos níveis de ensino (Delizoicov et al., 2007).

A partir da década de 70 a crise econômica mundial e os problemas relacionados com o desenvolvimento tecnológico fizeram surgir no ensino de ciências um movimento pedagógico que ficou conhecido como “ciência, tecnologia e sociedade” (CTS). Essa tendência é importante até os dias de hoje, pois leva em conta a estreita relação da ciência com a tecnologia e a sociedade, aspectos que não

(Aikenhead, 2003). Neste novo contexto a ênfase foi em relação aos avanços da tecnologia na sociedade e a natureza do conhecimento científico, defendendo uma ciência carregada de valores, em contraposição a uma ciência neutra (García et al., 1996).

Nos anos 80, propostas educacionais foram desenvolvidas refletindo os anseios nacionais de redemocratização da sociedade brasileira. Crítica, emancipação, educação como prática social, eram expressões presentes nos projetos educativos, denotando uma perspectiva comum. Os objetivos do ensino de ciências foram analisados e agrupados por títulos genéricos como: "Educação em Ciência para Cidadania", "Ciência, Tecnologia e Sociedade" e "Alfabetização científica" (Krasilchik, 1992).

Algumas pesquisas têm apontado para a necessidade de um aperfeiçoamento profissional que capacite o professor a lidar com o ensino de ciências, em consonância com a nova sociedade inserida na era do conhecimento (Delizoicov et al., 2007; Carvalho et al., 2009).

A própria natureza do trabalho passou por transformação de uma dinâmica industrial de produção em série, onde os profissionais recebiam formação em massa para incorporação de saberes estáveis e reconhecidos, para a formação de profissionais que agora precisam saber como atualizar seus conhecimentos continuamente para manter a qualidade profissional (Kenski, 2008). Segundo Lévy (1999) *“trabalhar quer dizer, cada vez mais aprender, transmitir saberes e produzir conhecimento”*.

Visto que a área do conhecimento de que trata a ciência ser extremamente dinâmica e mutável, se faz necessária uma articulação entre a ciência desenvolvida no campo da pesquisa e a que está presente nas salas de aula (Teixeira, 2001; Souza e Mancini, 2002; Soares, 2007; Bonzanini e Bastos, 2009; Selles, 2000). Ao analisarmos também os parâmetros e orientações que balizam a educação básica no Brasil, identificamos a importância dada ao trabalho de atualização de professores de Ciências e Biologia (Brasil, 2006). A capacitação do professor através de uma educação contínua, por meio de simpósios, encontros, cursos de aperfeiçoamento deve possibilitar a construção e apropriação coletiva da cultura científica e formas múltiplas do conhecimento, para que o professor possa enfrentar o desafio de educar crianças, jovens e adultos para uma sociedade onde o conhecimento está em constante evolução.

Cada vez mais o papel do professor tem mudado de único detentor e reproduzidor do conhecimento para se transformar em um facilitador e/ou coordenador de atividades, responsável por criar motivações para que os estudantes façam suas próprias descobertas no processo coletivo de construção do conhecimento. Faz-se necessário a superação dos modelos tradicionais, que priorizam a transmissão de conteúdos aos alunos de forma acrítica, sem evidenciar as dúvidas ou contradições que contribuem para o avanço do conhecimento científico (Delizoicov et al., 2002).

implementação de novas tecnologias de forma contextualizada ao cotidiano escolar é o caminho a ser construído por pesquisadores, programas de formação docente e professores (Bransford et al., 2007; Kenski, 2008).

Para que isto ocorra é importante que a prática pedagógica seja conduzida por um processo de ação-reflexão-ação. Ao interpretar sua própria prática profissional de forma reflexiva e crítica o professor tem condições de interferir no processo de ensino aprendizagem do qual faz parte (Schön, 1992). Como afirma Freire (1996), o momento fundamental na formação de professores é o da “reflexão crítica sobre a prática”.

A formação continuada de professores se torna um processo de atualização das novas tecnologias, discussões teóricas atuais, mas, sobretudo, de uma busca por reflexão da ação pedagógica visando a melhoria da educação. A troca de experiências e a contextualização do conhecimento compartilhado nas atividades de formação inicial ou continuada devem estar relacionadas ao dia a dia do exercício profissional, em um contínuo processo de ação-reflexão-ação (Bonzanini e Bastos, 2009).

## 2.2. Tecnologias e formação docente

As constantes inovações tecnológicas, principalmente no que diz respeito ao uso de computadores e internet, têm causado modificações em várias áreas da vida moderna. As diferentes “tecnologias emergentes” propiciaram que a educação participe deste contexto evolutivo, que são caracterizadas por Moran (2003) como *“um conjunto de ações de ensino-aprendizagem desenvolvidas por meios telemáticos, como a Internet, a videoconferência e a teleconferência”*.

Estamos vivendo a era da informação e da sociedade do conhecimento, onde a velocidade em que o conhecimento é gerado e compartilhado através das novas tecnologias tornam crescentes as exigências e desafios impostos ao professor (Aoki, 2004). Esse fato é evidenciado desde os vislumbres iniciais do uso de computadores no processo educacional como, por exemplo, a máquina de ensinar de Skinner (1972), até mesmo às tecnologias mais recentes associadas a internet, ciberespaço, *web* colaborativa, mundos virtuais, realidade aumentada e realidade virtual (Candau, 1991; Jonassen, 1996; Lévy, 1999; Kenski, 2001; Trigueros, 2001). A aplicação das TICs no ensino de ciências também é algo que vem sendo estudado (Sales et al., 2008; Moreira, 2009; Dotta e Giordan, 2007; Kenski, 2008).

O avanço do ponto de vista do entendimento da aprendizagem fornece fortes direcionamentos para o uso da tecnologia, que podem ajudar os estudantes e professores a desenvolver habilidades e experiências necessárias para o século 21. O professor hoje em exercício tem que focar sua formação em uma base pedagógica, tecnológica e conteúdo consistentes, para uma compreensão ampla da ciência como empresa social e humana e manter-se atualizado ao longo da carreira profissional (Sabatini, 2004).

O uso de TICs e de ambientes virtuais de aprendizagem (AVAs) tem potencializado e criado novas possibilidades para educação, em especial na modalidade à distância. Com o fato das mais novas tecnologias serem muito interativas, o professor tem grande facilidade em criar ambientes em que os estudantes possam aprender fazendo, receber *feedbacks* rápidos, refinar continuamente sua compreensão e desenvolver novo conhecimento, fatores que tem efeitos positivos sobre o aprendizado dos estudantes (Barron et al., 1998), além de inúmeros outros potenciais associados as multimídias.

A criação de desenhos instrucionais, ferramentas de comunicação e recursos pedagógicos para a elaboração e o suporte de ambientes virtuais de aprendizagem, tem sido norteados por referenciais teóricos principalmente construtivistas (Wilson, 1996; Jonassen, 1996, 1998; Struchiner et al., 1998).

Mas independente de qual tecnologia nos propomos a usar, a aquisição do conhecimento tecnológico pelo professor precisa estar associada a uma forte base pedagógica do conceito, para que ele não se perca em meio a aplicação somente de recursos tecnológicos sem a promoção do verdadeiro sentido do que é tecnologia educacional (Carvalho e Melo, 2007). Confirmando isso, as pesquisas têm mostrado resultados poucos significativos quando o uso das novas tecnologias é realizado como o centro do processo de ensino aprendizagem ao invés de serem encarados como meios que viabilizam as intenções pedagógicas (Struchiner et al., 1998; Struchiner e Giannella, 2001).

### 2.3. Modelos de formação da base de conhecimento dos professores

Esta nova fase da humanidade tem quebrado os padrões de tempo e espaço, criando novos modelos de ensino-aprendizagem. O papel do professor ao lidar com alunos em formação, se torna muito mais uma via de mão dupla, uma interação a busca de construir e compartilhar o conhecimento de forma coletiva (Luz e Flemming, 2003).

Os professores vivenciam situações complexas na sala de aula e para isso, precisam de uma base de conhecimento, que sustente os processos de tomada de decisão. Essa base de conhecimento é constituída por um conjunto de compreensões, conhecimentos, habilidades e disposições necessárias para atuação efetiva em situações específicas de ensino e aprendizagem (Shulman, 1987; Kenski, 2008; Koehler e Mishra, 2008).

Dessa forma Shulman (1987) propõem um modelo de formação do professor que integre os conhecimentos pedagógicos com aprofundamento sobre o conteúdo específico. Eles não devem ser trabalhados isoladamente, uma vez que as formas de aprender e ensinar difere entre professores altamente especializados nas áreas do conhecimento e professores educadores menos especializados. Essa proposta foi um marco na literatura para o estabelecimento do modelo de conhecimento pedagógico do conteúdo, que posteriormente foi aplicado

em diversas áreas de conhecimento (Carpenter et al., 1988; Bucat, 2004; Segall, 2004; Bransford et al., 2007).

Já é sólido também na literatura (Aoki, 2004; Zhao, 2003; Bransford et al., 2007; Kensky, 2008) que as tecnologias educacionais não podem ser tratadas livres de contexto e que para um bom aprendizado é requerido uma compreensão de como a tecnologia vai se relacionar com a pedagogia e conteúdo. Nesse sentido vários autores (Neiss, 2005; Mishra e Koehler, 2006; Koehler e col., 2007; Angeli e Valanides, 2009) têm construído um modelo de formação da base conceitual do professor apoiado no tripé tecnológico, pedagógico e do conteúdo (TPCK).

Mishra e Koehler (2006) citam que a abordagem do conhecimento tecnológico, pedagógico do conteúdo vai além de capacitar o professor nessas três bases de conhecimento isoladas, ressaltando que as novas habilidades necessárias aos professores se encontram nas interseções entre eles. Como evolução a proposta de Shulman (1987), que mostra que o conhecimento pedagógico do professor em formação inicial ou continuada precisa ser aplicado ao ensino de conteúdos específicos, o TPCK acrescenta a esse primeiro modelo o conhecimento tecnológico.

No modelo proposto por Shulman (1987) temos na intersecção entre o conhecimento pedagógico do conteúdo em um primeiro encontro possível, que pode ser visualizado na Figura 1. Da mesma forma, considerando o conhecimento tecnológico do conteúdo em conjunto, o conhecimento da relação entre tecnologia e conteúdo. Já a intersecção do conhecimento tecnológico e pedagógico enfatiza a existência de componentes e recursos de diversas tecnologias que são utilizados nas definições de ensino e aprendizagem.

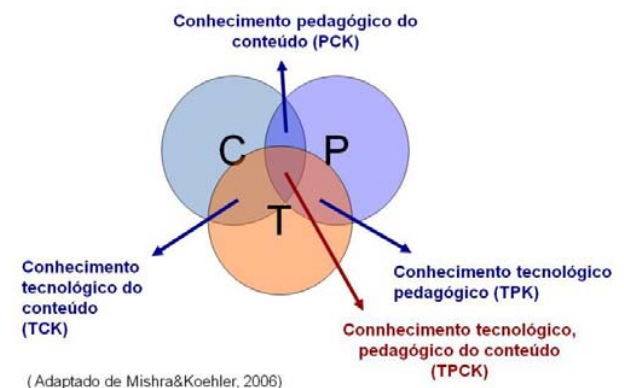


Figura 1. Proposta do Modelo TPCK.

Finalmente, a intersecção dos três elementos do conhecimento tecnológico, pedagógico do conteúdo (TPCK) consiste na integração desses três pilares de habilidades (Figura 1). O professor deve compreender e negociar as relações entre estes três componentes do conhecimento. Dessa forma esses pressupostos teóricos são relatados como de grande potencial de aplicação para o direcionamento de

programas de formação de professores (Angeli e Valanides, 2009).

Por exemplo, um professor capaz de negociar essas relações representa uma forma de conhecimento diferente e superior ao conhecimento de um perito disciplinar (digamos, um bioquímico ou imunologista), um especialista em tecnologia (formado em ciência da computação) e um especialista pedagógico (um educador experiente). Ele deverá integrar de forma eficaz o uso da tecnologia em processo pedagógico em torno de assuntos específicos. Porém é necessário ele desenvolver a sensibilidade para a dinâmica desse relacionamento entre essa três bases de conhecimento.

A aplicação desses modelos de conhecimento na área de ensino Ciências ainda tem sido pouco explorada, com alguns trabalhos em relação ao modelo pedagógico do conteúdo (Van Driel et al., 1998; Dijkstra e Kattmann, 2007) e outros em relação ao TPCK (Neiss, 2005; Graham et al., 2009).

### 3. METODOLOGIA

Esse artigo consiste em uma apresentação descritiva, com comparações quantitativas dos resultados de perfil e participação dos cursistas do programa *on-line* de formação de professores de Biologia da Fundação CECIERJ. Nosso foco central é mostrar o padrão recorrente de participação desses cursistas frente aos diferentes modelos de construção dos cursos dentro das possibilidades de conhecimento tecnológico, pedagógico do conteúdo (TPCK), usados de forma integrada ou isolada em diferentes cursos. Além disso, fazer uma reflexão do uso desses modelos de conhecimento do professor para formação continuada de professores.

#### 3.1. Descrição dos cursos

Os cursos de formação continuada de professores da Fundação CECIERJ são oferecidos na modalidade de Educação a Distância (EaD), tendo as suas atividades realizadas no sistema de gerenciamento de aprendizagem chamado *Moodle*. Cada disciplina tem carga horária de 30 horas, são gratuitas e oferecidas em trimestres, sendo que um professor que realizar até quatro disciplinas receberá um certificado de “atualização” em ensino de Biologia e Ciências.

O sistema de inscrições para os cursos é todo feito pela internet com três etapas para seleção dos alunos. Na primeira etapa os alunos precisam solicitar as inscrições em no máximo duas disciplinas por trimestre, preenchendo seus dados cadastrais. Ao final do período de inscrições o coordenador da área realiza a seleção dos aceitos, com preferência para professores de escola pública, posteriormente professores em exercício de qualquer sistema de ensino e formados nas áreas de Ciências/Biologia ou áreas afins. Caso ainda houver vagas disponíveis são aceitos licenciandos do último período. Professores sem diploma de nível superior não são aceitos. Após a divulgação da lista de aceitos é efetuada a terceira etapa da inscrição, onde os selecionados devem acessar o site novamente para confirmar seu interesse em participar do

As principais ferramentas de criação dos ambientes virtuais de aprendizagem nas disciplinas são o fornecimento de textos principais, textos complementares, animações, vídeos, sites para pesquisa na web e atividades à distância contextualizadas. Esse desenho instrucional é fundamentado por Krasilchik (1987) que apresenta os seguintes pontos a serem considerados na construção de cursos de aperfeiçoamento de professores: estímulo a participação voluntária; existência de material de apoio; coerência e integração conteúdo-metodologia.

Além disso, os alunos eram acompanhados por tutores no ambiente virtual de aprendizagem, na proporção de 1:40 alunos ativos. A ferramenta “fórum” é sempre utilizada para discussões, criações coletivas e colaborativas entre os alunos, tutores e professores. A avaliação é feita através de atividades a distância (AD) enviadas em momentos estratégicos durante o trimestre, compondo 40% da nota final no curso. Os outros 60% da nota eram avaliados através da prova presencial final, realizado ao final da disciplina.

A análise do perfil e percentual de participação dos cursistas foi realizada a partir do mapeamento dos dados cadastrais dos pedidos de inscrição nos cursos de formação continuada na área de Biologia entre os anos de 2006 e 2009. Quanto ao perfil dos inscritos foram escolhidos os seguintes itens para análise:

- ✓ Distribuição de inscrição por região do estado do Rio de Janeiro;
- ✓ a rede escolar que atua;
- ✓ disciplina(s) que leciona;
- ✓ a formação acadêmica.

Dessa forma o total de pedidos de inscrição analisados quanto a esses aspectos foi de 14931. Já o número de cursistas que iniciaram os cursos após as etapas de seleção dos cursistas foi de 7706 professores, sendo esse o quantitativo total utilizado para o cálculo dos índices de participação por ano e modelo de curso.

#### 3.2. Modelo de formação da base de conhecimento do professor

Os cursos apresentados nesse trabalho têm passado por constantes modificações na forma de atualizar as bases de conhecimento do professor, não apenas preocupado com a formação e atualização do conhecimento de conteúdo desses professores, mas também atento a formação de uma base de conhecimentos pedagógicos e tecnológicos associados a esses conteúdos, reconhecidamente aceitos como habilidades necessárias ao professor do século 21. Entretanto, a capacitação do professor em relação a sua base de conhecimento envolve mais que a capacitação isolada nesses três aspectos (Shulman, 1987; Koehler e Mishra, 2008), conforme apresentado acima em nossa revisão de literatura sobre o tema.

Os ambientes virtuais de aprendizagem são meios pelos quais as TICs se integram com a educação, permitindo a construção de possibilidades de interação, comunicação e participação dos alunos, potencializando a interatividade e

com uso dessa tecnologia, como no ensino a distância (Struchiner e Giannella, 2001).

Entretanto, para projetar bons ambientes de aprendizagem devemos considerar que abordagens atendem as necessidades de aprendizagem, sendo isso definido pelos objetivos de aprendizagem que se deseja alcançar em diferentes níveis cognitivos (Blom, 1972).

Diante disso, foram identificados nesse trabalho quatro diferentes modelos de ambientes virtuais de aprendizagem oferecidos aos professores cursistas com foco em bases de conhecimento tecnológico, pedagógico e conceitual. Esses ambientes de aprendizagem tinham diferenças marcantes quanto ao seu objetivo de capacitação dos professores em relação a essas bases. Entretanto, alguns modelos já buscavam a integração entre elas. Abaixo descrevemos as características de cada um desses modelos. Na tabela 1 podem ser identificados os nomes dos cursos, total de turmas e alunos oferecidos para cada uma dessas categorias.

#### **1) Modelo focalizado no conhecimento pedagógico (PK)**

Nesta categoria estão os cursos “Ensinar é impossível, aprender é inevitável” e “Avaliação Formativa”. O objetivo desses cursos era transmitir aos professores novos embasamentos pedagógicos relacionados às formas de aprender, ensinar e avaliar, ligados a uma visão construtivista da educação. Tanto os materiais didáticos, como as atividades levavam os professores cursistas a vivenciarem essas experiências pedagógicas e discuti-las, sem, entretanto, estarem associadas aos contextos específicos do ensino de Ciências ou Biologia.

Já o curso “Biotecnologias: práticas e aplicações no ensino”, que também está nessa categoria, abordava e discutia com os professores a aplicação de temas de biologia molecular que já haviam trabalhados na disciplina “Biologia Molecular Básica”. Somente alunos aprovados em “Biologia Molecular básica” eram inscritos no curso “Biotecnologias”. Ou seja, ele ainda lidava com a formação da base de conhecimento pedagógico do professor separada da base de conhecimento conceitual, que era realizada isoladamente no primeiro curso.

#### **2) Modelo focalizado no conhecimento conceitual (CK)**

Na categoria de cursos com o objetivo de atualização do conhecimento conceitual do professor a preparação do material e atividades era realizada dentro de contextos específicos da Biologia tais como: Biologia molecular, Bioquímica, Ecologia. Os títulos dos cursos dessa categoria podem ser visualizados na Tabela 1. Esses cursos tinham como foco principal somente a transmissão de conhecimentos específicos atuais sobre a área. Apesar disso, seu desenho pedagógico levava em consideração abordagens contextualizadas e voltadas ao aprendizado ativo de seus cursistas, porém sem que isso fosse um objetivo claro a ser transmitido aos professores. Ou seja, os recursos pedagógicos e até mesmo tecnológicos utilizados eram apenas ferramentas para um aprendizado mais eficaz daquele conteúdo e não um foco de aprendizado.

#### **3) Modelo focalizado no conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK)**

Os cursos que tinham como objetivo capacitar o professor para uma base de conhecimento pedagógico do conteúdo apresentavam situações de aprendizado que integravam as aplicações pedagógicas em contextos específicos do conteúdo de Ciências e Biologia. Um exemplo dessa integração ocorreu no curso “Respiração e fermentação: da cozinha ao atleta”, no qual após uma primeira fase do curso baseado na atualização do conteúdo específico os estudantes passavam por três módulos aplicados às formas de como ensinar esses conteúdos baseados em metodologias ativas de aprendizado tais como “aprender fazendo” e o “aprendizado baseado em problemas”. Em outros cursos como “Microbiologia básica” e o de “Meio ambiente” foram projetadas algumas atividades de reflexão sobre a prática pedagógica para o ensino daqueles conteúdos, como por exemplo, solicitar a criação de aulas práticas ou projetos de intervenção em sala de aula contextualizados ao dia a dia dos cursistas sobre aqueles temas.

#### **4) Modelo focalizado no conhecimento tecnológico, pedagógico do conteúdo (TPCK)**

Já o modelo com o foco em capacitação dos professores em suas bases de conhecimento tecnológico, pedagógico do conteúdo de forma integrada foi experimentado somente em uma disciplina. O tema da disciplina previa mostrar aos professores uma visão integrada dos conhecimentos fisiológicos do corpo humano com o meio ambiente e sua relação com a saúde.

Nesse curso, a proposta foi trabalhar em atividades que capacitavam o professor para o uso de novas tecnologias e processos pedagógicos aplicados a esses referenciais conceituais transmitidos durante o curso. Por exemplo, em uma das atividades o professor precisava construir um objeto de aprendizagem digital, para usar como material didático envolvendo metodologias ativas de aprendizagem. Porém, isso deveria ser feito sobre um tema específico do curso que era a integração entre os diferentes sistemas do corpo humano.

Além da variação dos modelos de conhecimento do professor que cada curso tinha foco é importante relatarmos que com o passar dos anos houve também uma evolução em termos de ferramentas para construção dos ambientes virtuais de aprendizagem, para atender as demandas de interação e colaboração necessárias nos modelos PCK e TPCK.

Os cursos do ano de 2006 que tinham o foco no modelo PK ou CK eram realizados de forma pouco interativa. A partir de 2007, o material didático passou a utilizar objetos midiáticos animados e atividades à distância contextualizadas. A tutoria individualizada foi outra evolução, com foco na criação do ciclo de ação-reflexão em atividades específicas, promovendo mais diálogo e interação entre cursistas e tutores, já com foco na criação do modelo PCK.

Entretanto, mesmo em 2008 e 2009 ainda havia alguns professores responsáveis pela criação dos ambientes dos cursos que optavam por ambientes baseados somente no conhecimento do conteúdo específico (CK) ou pedagógico

de cursos, turmas e alunos em cada um dos cursos oferecidos nos diferentes modelos de capacitação dos professores.

Tabela 1. Modelo de conhecimento escolhido na criação dos cursos, nome dos cursos, número de turmas e de alunos com inscrição confirmada entre os de 2006 a 2009.

Modelo	Cursos	Turmas	Alunos
PK	Biotecnologia: técnicas e aplicação no ensino	3	311
	Ensinar é impossível, mas aprender é inevitável	5	681
	Avaliação Formativa: revendo decisões e ações educativas	2	300
	<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>1292</b>
CK	Ecologia dos biomas brasileiros: conhecendo a nossa terra	3	571
	Biologia molecular básica	3	342
	Entendendo as Dietas: Hormônios e Metabolismo	1	172
	Os peixes não existem e os dinossauros ainda estão por aí	6	618
	<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>1703</b>
PCK	Respiração e fermentação: da cozinha ao atleta	6	655
	Microbiologia básica	2	412
	Reprodução e fertilidade	3	512
	Meio ambiente: Conhecendo e Conservando	4	912
	Genética e Biologia Molecular para o Ensino Médio e Fundamental	5	1418
	<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>3909</b>
TPCK	Corpo humano e saúde: uma visão integrada	5	802
	<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>802</b>
<b>TOTAL GERAL DAS DISCIPLINAS</b>		<b>48</b>	<b>7706</b>

### 3.3. Avaliação da participação dos cursistas

A fim de avaliar a evolução dos índices de participação dos cursistas entre os anos de 2006 a 2009 e para verificar a influência dos diferentes modelos de desenho instrucional baseados na capacitação docente para o conhecimento tecnológico, pedagógico do conteúdo, foram adotados os seguintes critérios de diferenciação de níveis de participação durante o curso: observadores, participantes, concluintes e aprovados.

Os **observadores** foram os alunos que tiveram a inscrição confirmada, contudo não realizaram atividades no desenvolvimento do curso. Os **participantes** tiveram a inscrição confirmada, realizaram algumas atividades e evadiram no decorrer do curso. Tresman (2002) afirma que não se pode tratar, sob o mesmo título de desistente, os estudantes que não completam o curso e estudantes que se matriculam, mas nem começam o mesmo. Desta forma pode-se diferenciar o desistente do que abandonou o curso, pois o desistente inicia as atividades do curso e o que abandona apenas faz sua inscrição e não realiza nenhuma atividade. Os **concluintes** também tiveram a inscrição confirmada, realizaram as atividades propostas durante o curso, realizaram as avaliações a distância e a avaliação final da disciplina. Os concluintes posteriormente são classificados em aprovados e reprovados.

Outro conceito que vamos utilizar para comparação entre os anos e modelos é de “evasão efetiva” e “evasão total”. Na evasão efetiva nós consideramos para

participantes efetivos do curso e realizaram alguma atividade, retirando, portanto, a categoria de observadores. Já na evasão total os observadores fazem parte do cálculo.

Os dados de frequência, participação e aprovação dos alunos foram comparados utilizando-se o teste estatístico qui-quadrado ( $\chi^2$ ), que é utilizado para comparações de frequências (Sampaio, 1998; Rea e Parker, 2000).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente buscou-se caracterizar o perfil da amostra de professores que fazem inscrição nos cursos on-line de capacitação da área de Biologia, mesmo não sendo esse o foco principal desse artigo. Esses dados servem para discutirmos os resultados encontrados em relação ao perfil de participação desses professores nos diferentes anos e modelos.

O maior percentual de inscritos entre os anos de 2006 e 2009 foi de professores da área de Ciências da Vida com 73% das inscrições, seguida pela área de Ciências Humanas e exatas, com 14% e 10%, respectivamente. Do total de pedidos de inscrição, 98% dos alunos têm formação completa de terceiro grau. Destes, 73% são professores com licenciatura plena, havendo, entretanto, um razoável percentual de profissionais com bacharelado (13%). Os licenciandos constituem 10% do total de inscritos.

O perfil dos cursistas em relação às “disciplinas



Ciências (ensino fundamental). O alto percentual que declarou “outras disciplinas” nos formulários, provavelmente pode ser explicado pelos professores que não lecionavam naquele momento.

Verificando o perfil desse público em relação ao sistema de ensino no qual lecionam, há uma distribuição de 35% dos pedidos de inscrição provenientes de pessoas que declararam estarem atuando em escolas públicas, 17% em escolas particulares e 48% não lecionavam no momento da inscrição. Em estudo realizado no período de 2006 e 2007 para os mesmos tipos de curso, o maior índice de alunos inscritos ocorreu também entre professores da rede pública (42%), sendo que somente 53% lecionavam (Salvador et al., 2008).

Entretanto, em função dos critérios de seleção das inscrições esses percentuais para os que iniciaram os cursos foi de 51,8% de professores de escolas públicas, 19,8% de escolas particulares e 28,4% para os que não estavam lecionando.

Considerando somente os aprovados, podemos ver que os percentuais sofreram pouca alteração, com 54,5% de professores de escolas públicas, 18,6 de escolas particulares e 26,9 que não estavam lecionando. Isso mostra que o perfil em relação a “rede de ensino que atua” ou “estar em exercício”, não influenciou os percentuais de participação desses professores nos cursos.

Já em relação à região geográfica desses professores foi encontrado um percentual de 55,9% de professores na região metropolitana do Rio de Janeiro, incluindo os números da capital. Esse resultado também praticamente se repete em relação ao percentual de alunos formados (aprovados) que é de 54,5% na região metropolitana. Isso é um fato interessante, pois apesar de se esperar que os professores do interior tenham menos acesso a internet e pior formação inicial em relação aos da região metropolitana, onde estão localizadas 5 das 6 maiores universidades do estado, esses professores mantêm o mesmo percentual de aprovação em relação aos professores da região metropolitana.

Os dados também mostram que apesar do maior número de professores ser da região metropolitana, o que já era esperado pela distribuição demográfica da população no estado do Rio de Janeiro, o programa tem atingido um alto número de professores também no interior do estado tanto em número de participantes (3388), quanto em número de concluintes que foi de 751 professores em 4 anos.

A comparação entre os anos também mostrou que o número total de pedidos de inscrição aumentou, com o quantitativo em 2009 de 5147 inscritos, sendo mais que o dobro de 2006 com 2138 inscritos.

O número de alunos observadores caiu de 60,1% em 2006 para 50,9% em 2008, com a diminuição mais expressiva em 2009 quando chegou a 24,6%. Como consequência, o número de alunos que se tornaram participantes atingiu 75,4% dos inscritos no curso em 2009. O aumento de alunos participantes propiciou no ano de 2009 um maior número de concluintes (39%), com o percentual de evasão caindo de 81,6% para 61,2% ( $p < 0,05$ ).

A evasão efetiva (desistentes em relação aos participantes) para os anos de 2008 e 2009 foi calculada em 50,2 e 48,4%, respectivamente, não havendo diferença significativa entre esses índices. Entretanto, se observarmos a evasão total (desistentes em relação aos que iniciaram o curso), percebemos que ela apresenta diminuição de 14,6% ( $p < 0,05$ ) (Tabela 2).

Salvador et al. (2008) mostraram que entre 2006 e 2007, os percentuais para os perfis dos alunos foram semelhantes, com evolução contínua da diminuição do número de observadores, porém sem efeito em relação à taxa de evasão. Esse resultado difere do resultado encontrado nesse trabalho, onde de 2008 para 2009 já houve diferença também na diminuição da taxa de evasão.

Tabela 2. Percentual de participação dos alunos de 2006 a 2009.

Categoria	%			
	2006	2007	2008	2009
Observadores	60,1 a	54,7 b	50,9c	24,6d
Participantes	39,9 a	45,3 b	49,1c	75,4d
Concluintes /participantes	46,1 a	47,0 ab	49,8ab	51,6b
Evasão efetiva	53,9a	53,0ab	50,2ab	48,4b
Concluintes/ iniciaram	18,4a	21,3b	24,4c	38,8d
Evasão total	81,6a	78,7b	75,8c	61,2d

OBS: Letras diferentes (a,b,c,d) na mesma linha representam diferença estatística ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Teste  $\chi^2$ .

do conteúdo de Shulman (1987) ou ainda do modelo tecnológico, pedagógico do conteúdo (TPCK) (Mishra e Koehler, 2006). A busca pela criação de ambientes virtuais de aprendizagem que pudessem trabalhar essas bases de conhecimento do professor fez com que novas ferramentas tecnológicas fossem usadas nos cursos, tais como: uso de fóruns de discussão para atividades de grupo com os alunos, uso de recursos midiáticos animados, compartilhamento de conhecimento em comunidades virtuais, uso de programas para criação e compartilhamento de objetos de aprendizagem, como programas de criação de histórias em quadrinhos e de criação de mapas conceituais.

Já em relação aos recursos pedagógicos, a maioria das atividades dos cursos nos anos de 2008 e 2009 eram realizadas através de avaliação formativa dos professores, com a criação do ciclo de ação-reflexão-ação (Schön, 1992) em sua realização. Essas atividades também focavam o aprendizado ativo e contextualizado dos aprendizes, nos quais alguns momentos eram aplicadas metodologias como, por exemplo, aprendizado baseado em problemas ou a criação de mapas conceituais para reflexão metacognitiva do aprendizado. Essas aplicações pedagógicas foram introduzidas nos cursos com o passar dos anos, sendo aplicadas isoladamente ou em integração com o conhecimento tecnológico ou do conteúdo específico dos professores.

Em função dessa evolução em termos de aplicações tecnológicas, pedagógicas e de conteúdo em relação à formação dos professores cursistas decidimos separar os ambientes de aprendizagem dos cursos em categorias (Tabela 1), conforme apresentado na metodologia, para uma comparação dos níveis de participação dos cursistas nesses diferentes modelos.

Essa comparação em termos de participação não foca em tentar concluir se um modelo é melhor ou pior em relação ao outro, uma vez que sabemos que os aprendizados mais complexos, como os ocasionados pela integração entre diferentes bases de conhecimento, podem exigir mais dedicação, tempo e envolvimento, que são fatores que podem aumentar os índices de evasão, principalmente em EaD. Entretanto, sabemos que esses aprendizados são mais efetivos e preparam melhor o professor para sociedade atual, conforme apresentamos na fundamentação teórica desse trabalho. Dessa forma, nossa discussão aqui será somente analisar o comportamento de participação dos professores frente aos diferentes modelos.

Na Tabela 3 é apresentada a comparação em relação ao nível de participação dos professores em função dos modelos de criação do ambientes de aprendizagem dos cursos com foco nos diferentes modelos de conhecimento para os professores.

Tabela 3. Comparação dos percentuais de participação dos cursistas em função do modelo de conhecimento utilizado na preparação dos cursos.

Categoria	%			
	PK (1)	CK (2)	PCK (3)	TPCK (4)
Observadores	56,7 a	50,9 b	47,3 c	39,8 d
Participantes	43,3 a	49,1 b	52,7 c	60,2 d
Concluintes /participantes	50,1 a	44,7 b	52,6 a	44,9a
Evasão efetiva	49,9 a	55,3 b	47,4 a	55,1 a
Concluintes/ iniciaram	21,7 a	21,9 a	27,7b	27,1 b
Evasão total	78,3 a	78,1 a	72,3 b	72,9 b

OBS: Letras diferentes (a,b,c,d) na mesma linha representam diferença estatística ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Teste  $\chi^2$ . PK – conhecimento pedagógico; CK - conhecimento conceitual; PCK – conhecimento pedagógico do conteúdo; TPCK – conhecimento tecnológico, pedagógico do conteúdo.

Observamos que quanto ao percentual de cursistas que se tornaram participantes nos cursos, os modelos TPCK e PCK foram os que tiveram maior índice de adesão com 52,7 e 60,2%, havendo diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre todos os modelos comparados. Esse resultado foi inesperado pelo fato desses cursos terem atividades e objetos de aprendizagem que exploravam mais de uma base de conhecimento (tecnológico, pedagógico ou do

uma abordagem do conhecimento mais ampla e diversificada pode ser um dos fatores para atrair mais professores a se engajarem inicialmente nos cursos, uma vez que esses percentuais refletem somente em aumento do número de estudantes que tentaram enviar pelo uma das atividades do curso, sem refletir necessariamente em cursistas que concluíram os respectivos cursos.

Já avaliando os professores quanto ao índice de

foram os que obtiveram menor evasão com índices muito próximos entre si, de 49,9 e 47,4%, com mais de 5% de diferença em relação aos modelos CK e TPCK, sendo essa diferença significativa ( $p < 0,05$ ) apenas para o modelo CK. Isso denota que modelos de cursos que focam a base de conhecimento pedagógico desses professores com ou sem o foco na base de conhecimento do conteúdo, nesse caso, levaram mais professores a finalizar os cursos, provavelmente por atender seus anseios iniciais de atualização pedagógica, quando buscaram por esses cursos, uma vez que na sua maioria são licenciados (73%), em exercício na rede pública (58,8%) ou particular (19,8%), ou seja, com foco em docência na área, conforme apresentado na descrição do perfil desses professores.

O modelo TPCK demonstrou que apesar desse ter sido o que mais atraiu os professores para se tornarem participantes (60,2%), ele possui um dos índices mais elevados de evasão efetiva, juntamente com o modelo CK. Uma das possíveis explicações dessa diferença é pelo fato desses cursos exigirem dos professores um aprendizado em bases de conhecimento diferentes das quais ele está acostumado e teve formação inicial, como a base de conhecimento tecnológico.

O conhecimento tecnológico integrado ao conhecimento pedagógico do conteúdo ou até mesmo separadamente é ainda pouco abordado na maioria dos cursos de formação inicial de professores das diversas áreas, sendo que os professores atualmente em exercício tem pouca ou quase nenhum fundamento em relação ao conhecimento tecnológico aplicado a educação. Para piorar esse quadro, mesmo quando esses professores têm essa formação com base no conhecimento tecnológico, ela na maioria das vezes, está desassociada das bases de conhecimento pedagógico do conteúdo.

Ao desenhar soluções para problemas educacionais devemos considerar que abordagens atendem as necessidades de aprendizagem, sendo isso definido pelos objetivos de aprendizagem que se deseja alcançar (Blom, 1972; Knigh, 2006). Porém, nem sempre esses objetivos são os que vão levar os aprendizes a concluir e efetivar seu aprendizado, pois muitas vezes os cursistas não têm a noção do investimento de tempo e dos benefícios futuros que serão proporcionados por esse aprendizado.

Quando os aprendizes estão iniciando a aprendizagem de algum tema e têm pouco conhecimento ou habilidades anteriores, estratégias mais formalmente estruturadas são mais adequadas. Nesse caso, os modelos de aprendizagem que foquem a integração de várias bases de conhecimento ao mesmo tempo podem criar situações complexas de aprendizado, que podem criar um nível de desafio maior ao aprendiz, e por consequência afetar percentuais de evasão de programas de larga escala com foi o caso do estudo em questão.

Já para aprendizagens mais complexas e de

desenvolvimento de competências especializadas, contextos de aprendizagem mais autênticos convidam os alunos a tomar decisões inteligentes, combinando ação e reflexão (Filatro, 2004). Para criação de ambientes de aprendizagem nessa perspectiva, é necessário um alto grau de integração entre processos pedagógicos aplicados a contextos de conteúdos específicos o que vai levar o aprendiz a investir energia para que o aprendizado aconteça eficazmente.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por fim, é importante dizer que o presente trabalho não pretende esgotar o assunto ou trazer todas as respostas em relação à formação continuada de professores relacionados às bases de conhecimento tecnológico, pedagógico do conteúdo aplicado ao contexto da capacitação docente para o ensino de Ciências e Biologia no Brasil. Focamos apenas em apresentar dados da aplicação do modelo TPCK em um programa de formação continuada na área de Ciências e Biologia realizado em grande escala, somando aos estudos da área a perspectiva de comportamento dos índices de adesão e participação nas diferentes categorias de integração dessas bases conhecimento do professor. Ressaltamos ainda, que não existiam até então, trabalhos aplicando esse importante conceito da literatura (TPCK) em programas de formação docente no Brasil.

Os resultados aqui apresentados mostram que os diferentes modelos de formação continuada do professor com foco nas bases de conhecimento tecnológico, pedagógico do conteúdo podem ser aplicados separadamente ou integrados sem grande interferência nos percentuais de participação dos cursistas. Entretanto, os cursos com enfoque pedagógico do conteúdo (PCK) e tecnológico, pedagógico do conteúdo (TPCK) podem ser um dos fatores que vão atrair mais professores para se tornarem participantes em curso de formação continuada. Em contrapartida os modelos pedagógicos (PK) e pedagógicos do conteúdo (PCK) foram os que tiveram menor taxa de evasão. Devemos lembrar que esses resultados não indicam que esses modelos são os melhores a serem aplicados na formação continuada de professores de Ciências e Biologia, pois os índices de participação podem não estar associados necessariamente à qualidade do aprendizado e formação adequada do professor para a sociedade atual.

A abordagem combinada do conhecimento tecnológico, pedagógico do conteúdo para formação continuada tem fortes pressupostos teóricos na literatura internacional abordados nesse trabalho. Seus estudiosos vislumbram grande aplicação desse modelo para diminuir a distância entre as práticas educacionais vigentes e os trabalhos acadêmicos na área educacional, uma vez que as pesquisas em tecnologia educacional têm sido criticadas por ter natureza muito teórica e isolada do conhecimento pedagógico e do conteúdo (Bransford et al., 2007; Delizoicov et al., 2007 Struchiner et al., 1998).

Além disso, a construção da base do conhecimento tecnológico, pedagógico do conteúdo deve ser vista como uma trajetória de longo prazo, que vai além da capacitação inicial formal dos professores (So e Kim, 2009), mais percorre toda a sua carreira docente. À medida que o professor vai ganhando mais experiência ele expande suas bases de conhecimento. Dessa forma, o modelo TPCK para formação das bases de conhecimento docente na área de Ciências e Biologia pode ser proposto para aplicação desde a formação inicial do professor até os programas de formação continuada de professores em serviço. Destacamos, entretanto a importância da aplicação desse modelo na formação continuada de professores, onde esses conhecimentos poderão ser solidificados mais facilmente, por estarem sendo assimilados já no exercício da profissão (Bransford et al., 2007).

Alguns trabalhos realizados com a aplicação integrada do conhecimento TPCK para formação de professores (Niess, 2005; Koehler et al., 2007), verificaram que uma visão mais integrada das tecnologias educacionais e da natureza das disciplinas a que elas serão aplicadas são importantes aspectos para o desenvolvimento da aplicação do TPCK em programas de formação docente. Entretanto, os próprios autores afirmam que esses resultados apenas promovem um entendimento inicial de como o modelo de conhecimento baseado no TPCK pode ajudar na formação docente e preparação de professores para ensinar com o uso das novas tecnologias.

Mesmo diante dos trabalhos já publicados na literatura sobre o modelo TPCK (Niess, 2005; Mishra e Koehler, 2006; Koehler et al., 2007; Angeli e Valanides, 2009), várias perguntas ainda permanecem como foco das pesquisas nessa área, como por exemplo: Quais habilidades, conhecimentos e tecnologias são necessários para criar essas bases de conhecimento sólidas no professor? Como esse modelo pode se comportar na área de ensino de Ciências? Quais experiências são fundamentais para o TPCK? Que nível de suporte o professor precisa para aprender e ensinar dessa forma? Com isso vai influenciar os programas de formação inicial e continuada de professores? Questões como essas são os pontos a serem pesquisados e respondidos em relação as base de conhecimento para a formação continuada de professores na área de Ciências e Biologia para o século 21.

## 5. REFERÊNCIAS

Aikenhead, G. (2003). *STS Education: A Rose by Any Other Name*. In: Cross, R. (Ed.): *A Vision for Science Education: Responding to the work of Peter J. Fensham*, p. 59-75. New York: Routledge Falmer.

Angeli, C. e Valanides, N. (2009). Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICT-TPCK: Advances in technological pedagogical content knowledge (TPCK) *Computers & Education*, n.52, p. 154-168.

Aoki, J. M. N. (2004). As tecnologias de informação e comunicação na formação continuada dos professores.

Barron et al. (1998). Doing with understanding: Lessons from research on problem and Project based learning. *Journal of Learning Science*, 7.

Bloom, B. S. (1972). *Taxonomia dos Objetivos Educacionais - Volume 1*. Porto Alegre: Editora Globo.

Bonzanini, T. K.; Bastos, F. (2009). Formação continuada de professores: algumas reflexões. In: Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências, 7, 2009, Florianópolis. *Anais...* (CD-ROM, no prelo). Belo Horizonte: ABRAPEC.

Bransford, J. D., Brown, A. L., Cocking, R. R., (2007). *Como as pessoas aprendem: cérebro, mente, experiência e escola*. São Paulo: Editora Senac.

Brasil. (1996). Lei 9394 – LDB – *Lei das Diretrizes e Bases da Educação*, de 20 de dezembro de 1996.

Brasil. (2006). Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. *Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília, DF: Ministério da Educação. v. 2.

Bucat, R. (2004). Pedagogical content knowledge as a way forward: Applied research in chemistry education. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5, 215-228.

Candau, V. (1991). Informática na Educação. *Tecnologia Educacional*. V.20, pp.14-23.

Carpenter, T. P., Fennema, E., Peterson, P. L., Carey, D. A. (1988). Teachers' pedagogical content knowledge of students' problem solving in elementary arithmetic. *Journal of Research in Mathematics Education*, 19, 385-401.

Carrascosa, J. (1996). *Análise da formação continuada e permanente de professores de Ciências Ibero-americanas*. In: Menezes, L.C. (org.). *Formação continuada de professores de Ciências – no âmbito ibero-americano*. (1996). Campinas: Ed. Associados.

Carvalho, N. C. Z. e Melo, M. T. (2007). *E agora, professor? por uma pedagogia vivencial*. 3. ed. São Paulo: Laborciência.

Carvalho, A. M. P. e Gil Perez D. (1992) *Formação de professores de Ciências*. São Paulo: Cortez.

Carvalho, R. C. ; Oliveira, I. ; Rezende, F. (2009) Tendências da pesquisa na área de educação em ciências: uma análise preliminar da publicação da ABRAPEC. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009, Florianópolis. *Anais...* VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Belo Horizonte : ABRAPEC. v. 1. p. 1-12.

Delizoicov, D. et al. (2002). Sociogênese do conhecimento e pesquisa em ensino: contribuições a partir do referencial fleckiano. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 19, n. esp., p. 52-69.

Delizoicov, D.; Angotti, J. A.; Pernambuco, M. M. (2007). *Ensino de Ciências - Fundamentos e Métodos*. 2a. ed. São Paulo: Cortez Editora.

- Dijka, E. M.; Kattmann, U. (2007). A research model for the study of science teachers' PCK and improving teacher education. *Teaching and Teacher Education*, n. 23, p.885-897.
- Dotta, S. e Giordan, M. (2007). Tutoria em Educação a Distância: um Processo Dialógico In: Encontro Virtual Educa Brasil, 4, 2007, São José dos Campos. *Anais...* Virtual Educa Brasil, São José dos Campos.
- Filatro, A. (2004). *Design instrucional contextualizado*. São Paulo: Editora SENAC-SP, v. 01.
- Freire P. (1996) *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*, 14ª edição, São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- Furió Mas, C. J. (1994). Tendencias actuales en la formación del profesorado de Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), pp.188-199.
- García, M. I. G.; Cerezo, J. A. L.; Luján, J. L. (1996). *Ciência, tecnologia y sociedad. Uma introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos.
- Géglio, P. C. (2006). *Questões da formação continuada de professores*. São Paulo: Ed. Alfa-Omega.
- Graham, C. R., Burgoyne, N., Cantrell, P., Smith, L., St. Clair, L., Harris, R. (2009). TPACK development in science teaching: Measuring the TPACK confidence of in service science teachers. *TechTrends*, n.53,v.5,p. 70-79.
- Jonassen, D. (1998). *Designing Constructivist Learning Environments*. In: C.M. Reigeluth (Ed.) *Instructional Theories and Models*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 2a ed.
- Jonassen D. (1996). O Uso das Novas Tecnologias na Educação a Distância e a Aprendizagem Construtivista. *Em Aberto*, Brasília, ano 16, n. 70.
- Kenski, V. (2001). *O Papel do Professor na Sociedade Digital*. In: Pioneira Thomson Learning, Ensinar a Ensinar. Amélia Castro & Anna Maria Pessoa de Carvalho, São Paulo. Cap. 5. pp. 95-106.
- Kenski, V. (2008). *Educação e Tecnologias – O novo ritmo da informação*. São Paulo, Ed. Papirus.
- Knight, P. (2006). Quality Enhancement and On-Line Distance Education Courses and Programmes. In: ICDE, 22, ABED, Rio de Janeiro.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2008). Introducing Technological Pedagogical Knowledge. In AACTE (Eds.). *The Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge for Educators*. Routledge/Taylor & Francis Group for the American Association of Colleges of Teacher Education.
- Koehler, M. J.; Mishra, P.; Yahya K. (2007). Tracing the development of teacher knowledge in a design seminar: Integrating content, pedagogy and technology. *Computers & Education*, v.49, p. 740–762.
- Krasilchik, M. (1992). Caminhos do ensino de ciências no Brasil. *Em aberto*, v. 11, n. 55, p. 2-8.
- Krasilchik, M. (1987). *O professor e o currículo das ciências*. São Paulo: EPU: Editora da Universidade de São Paulo.
- Lévy, P. (1999). *Cibercultura*. Editora 34, São Paulo.
- Luz, E. F. e Flemming, D. M. (2003). Formação Continuada de Professores de Matemática Usando Ambiente Virtual de Aprendizagem. In: 11th Inter-american Conference on Mathematics Education, 2003, Blumenau. *Anais...* Blumenau.
- Menezes, L.C. (2001) Formação continuada de professores de ciências no âmbito ibero americano. Campinas, S.P.: Ed. Editores Associados; São Paulo: NUPES.
- Mishra, P. e Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*. v. 108, n.6, p. 1017–1054.
- Moran, J. M. (2003). Contribuições para uma pedagogia da educação online. In: Silva, Marco (org.). *Educação online: teorias, práticas, legislação, formação corporativa*. São Paulo: Loyola, p. 39-50.
- Moreira, C. A. O. (2009). Ambiente virtual interativo no ensino de ciências: uma abordagem sociocultural. Dissertação de mestrado em Ensino de Ciências. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Neiss, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 21(5), 509–523
- Nóvoa, A. (1997). *Os Professores e sua Formação*. Lisboa: Publicações Dom Quixote.
- Perrenoud, P. (1993). *Práticas Pedagógicas, Profissão Docente e Formação perspectivas sociológicas*. Lisboa, Publicações Dom Quixote.
- Rea, L. M. e Parker, R.A. (2000). *Metodologia de pesquisa: do planejamento a execução*. Ed. Thomson Pioneira.
- Sabbatini, M. (2004). Alfabetização e cultura científica: conceitos convergentes? *Ciência e Comunicação*, v. 1, n. 1.
- Sales, G. L.; Vasconcelos, F. H. L.; Filho, J. A. C.; Pequeno, M.C. (2008). Atividades de modelagem exploratória aplicada ao ensino de física moderna com a utilização do objeto de aprendizagem pato quântico. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 30, n. 3, p. 3501- 3501.13.
- Salvador, D. F., Rolando, R. F. R., Fernandes, M. C. P., Moreno, E. L., Alves, C.H.S. (2008). Desenho instrucional de cursos baseados na web para formação continuada de professores de Biologia. In: Conferência Iberoamericana em Cibernética e Informática, 7, 2008, Orlando, USA. *Memórias...* CISCi 2008. Orlando, flórida : IIS, 2008. v. 2. p. 124-129.
- Sampaio, I. B. M. (1998). *Estatística aplicada à experimentação animal*. Belo Horizonte: FEP-MVZ.

- Schön, D. (1992). *Formar professores como profissionais reflexivos*. In A. Nóvoa (Ed) Os Professores e a sua formação. Lisboa: Dom Quixote. (pp. 77-91).
- Segall, A. (2004). Revisiting pedagogical content knowledge: The pedagogy of content/the content of pedagogy. *Teaching and Teacher Education*, 20(5), 489–504.
- Selles, S. E. (2000). Formação continuada e Desenvolvimento profissional de Professores de ciências. *Ensaio- Pesquisa em Educação em Ciências*, vol. 2 (2), pp. 209-229, Dez.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, v. 57, n. 1, p. 1-22.
- Skinner, B. F. (1972). *Tecnologia do Ensino*. São Paulo: Herder e Edusp.
- So, H. J. e Kim, B. (2009). Learning about problem based learning: Student teachers integrating technology, pedagogy and content knowledge. *Australasian Journal of Educational Technology*, v.25, n.1, p. 101-116.
- Soares, M. (2007). *As pesquisas nas áreas específicas influenciando a formação de professores*. In: O papel da pesquisa na formação e na prática dos professores. Ed. Papirus.
- Souza, N. C., Mancini, G. C. (2002). O uso de recursos da internet na capacitação de professores. In: Encontro “Perspectivas do Ensino de Biologia” (EPEB), 8., 2002, São Paulo. Coletânea do VIII EPEB, São Paulo: Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, p.46.
- Struchiner, M.; Giannella, T. (2001). Educação a Distância: reflexões para a prática nas Universidades brasileiras. Brasília: CRUB – Conselho de Reitores das Universidades Brasileiras.
- Struchiner, M.; Rezende, F; Ricciardi, R. V.; Carvalho, M. (1998). Elementos Fundamentais para o Desenvolvimento de Ambientes Construtivistas de Aprendizagem a Distância. *Tecnologia Educacional*, 26(142), pp. 3-11.
- Teixeira, P. M. M. (2001). Reflexões sobre o Ensino de Biologia realizado em nossas escolas. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), 3., 2001, Atibaia. *Anais...*, São Paulo, 1 CD.
- Tresman, S. (2002). Towards a strategy for improved student retention in programmes of open, Distance Education: A case study from open University UK. *International review of research in open and distance learning*. n.3, v.1.
- Trigueiros, M. (2001). Un Proyecto de Enseñanza de la Física con tecnologia para la escuela secundaria. Comunicaciones de IV Enseñanza de las Ciencias, ICede la Universitat Autònoma de Barcelona. Barcelona, p. 291-292.
- Van Driel, J. H., Verloop, N., De Vos, W. (1998). Developing science teachers’ pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 673–695.
- Vilarinho, L. R. G. e Sande, I. C. (2003). Formação Continuada de Professores em Cursos a Distância: Novas Perspectivas do Processo Ensino\_Aprendizagem. In: Seminário Nacional ABED de Educação a Distância, 2003, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte, v. 1.
- Wilson, B. (1996). *What is a Constructivist Learning Environment: Case Studies in Instructional Design*. Englewood Cliffs. NJ: Educational Technology Publication.
- Zeichner, K. M. (2002). *A pesquisa na formação e no trabalho docente*. Belo Horizonte: Autêntica.
- Zhao, Y. (2003). (Ed) *What teachers should know about technology: Perspectives and practices*. Greenwich, CT: Information Age.

**Daniel Fábio Salvador**

Doutor em Ciência Animal pela UFMG é atualmente Professor Associado Doutor na área de Biologia da Fundação CECIERJ/Consórcio CEDERJ no estado do Rio de Janeiro onde coordena a área de formação continuada de professores da diretoria de Extensão da Fundação CECIERJ e o setor de produção de web aulas de Biologia do Consórcio CEDERJ. Também atua como professor responsável da disciplina "Tecnologias Educacionais para o Ensino de Biologia e Ciências" na graduação em Ciências Biológicas do Consórcio CEDERJ e UENF. Tem experiência com pesquisas nas áreas de tecnologias educacionais, formação continuada de professores, EaD via web, desenho instrucional de objetos de aprendizagem, formação inicial e continuada de professores de Biologia e Ciências.