

Para citar este artículo:

Espíndola, M.B.; Struchiner, M. y Giannella, T.R. (2010). Integración de Tecnologías de Información e Comunicação no Ensino: Contribuições dos Modelos de Difusão e Adoção de Inovações para o campo da Tecnologia Educacional, *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa - RELATEC*, 9 (1), 89-106 [<http://campusvirtual.unex.es/cala/editio/>]

Integração de Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino: Contribuições dos Modelos de Difusão e Adoção de Inovações para o campo da Tecnologia Educacional

Integrating Information and Communication Technologies in Education: Contributions of Innovation Adoption Diffusion Model to Educational Technology

Marina Bazzo de Espíndola, Miriam Struchiner y Taís Rabetti Giannella

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Email: marinabazzo@yahoo.com

Resumo: A partir da compreensão de que a integração de TIC no ensino é um processo de mudança e inovação nas práticas educativas, este artigo tem como objetivo apresentar os principais modelos de difusão e adoção de inovações, a partir da análise de estudos que enfocam a experiência do professor no uso destas ferramentas, discutindo a contribuição deste referencial para o campo da tecnologia educacional. Dentre os diversos modelos existentes, os mais citados na literatura do campo da tecnologia educacional são o “Modelo de Difusão de Inovações” e o “Modelo de Adoção Baseado nas Preocupações”. Estes modelos, bastante utilizados e testados empiricamente em diversos contextos educativos, orientaram o desenvolvimento de outros modelos relacionados especificamente ao processo de integração de TIC, tais como o “Modelo Sala de aula do Futuro da Apple” e o “Modelo Níveis de Implementação Tecnológica”. Estes modelos podem contribuir para a investigação sobre a integração de inovações no ensino, a partir de uma abordagem processual que compreende a experiência dos professores com o uso das TIC como algo dinâmico e transitório, que varia de acordo com os indivíduos e os contextos envolvidos. As etapas propostas nestes modelos sugerem que os conhecimentos e as habilidades dos professores e as formas de integração das TIC se transformam ao longo de diferentes ciclos de uso da inovação. Frequentemente, os estudos baseados neste referencial têm como objetivo descrever as principais etapas de adoção das tecnologias e os fatores que influenciam este processo, a partir do acompanhamento de diferentes experiências educacionais mediadas pelas TIC e demonstram que os professores em processos de inovação passam por uma série de momentos que envolvem um panorama complexo de fatores emocionais, profissionais e sociais, além de fatores relacionados à aprendizagem da tecnologia.

Palavras-chave: Modelos de difusão e adoção de inovações, Inovação educacional, Tecnologia educacional; Tecnologias de Informação e Comunicação; Experiência do professor.

Resumen: Partiendo desde la comprensión que la integración de las TIC en la educación es un proceso de cambio e innovación en las prácticas educativas, este artículo objetiva presentar los principales modelos de difusión y adopción de innovaciones, con uso del análisis de estudios que se centran en la experiencia del profesor en la utilización de estas herramientas, debatiendo acerca de la contribución de este referencial para el campo de la tecnología educativa. Entre los variados modelos existentes, los más citados del campo de la tecnología educativa son el "Modelo de difusión de innovaciones" y "Modelo de adopción basado en las preocupaciones". Estos modelos, ampliamente utilizados y probados empíricamente en diversos contextos educativos, guían el desarrollo de otros modelos correlatos con la integración de las TIC, como el "Clase del futuro de Apple" y el "Modelo de niveles de implantación de tecnología". Estos modelos pueden contribuir a la investigación acerca de la integración de innovaciones en la educación, con base en un enfoque procesal que incluye la experiencia de profesores que utilizan las TIC como algo dinámico y transitorio, el cual varía con los individuos y contextos involucrados. Las etapas propuestas en estos modelos sugieren que los conocimientos y habilidades de los docentes y la manera de integrar las TIC se transforman recursivamente en los diferentes ciclos de uso de la innovación. Con frecuencia los estudios basados en este referencial tienen por objetivo describir las etapas principales de la adopción de tecnologías y factores que influyen en este proceso, desde el acompañamiento de las diferentes experiencias educativas mediadas por las TIC. Estos estudios demuestran que los profesores en los procesos de innovación pasan por una serie de momentos permeados por un complejo escenario formado por factores emocionales, profesionales y sociales, así como de factores relacionados con el aprendizaje tecnológico.

Palabras-clave: Modelos de difusión y adopción de innovaciones; Innovación educacional; Tecnología educativa; Tecnologías de Información e Comunicación; Experiencia del profesor.

1. Introdução

Na literatura do campo da tecnologia educacional, diversos autores ressaltam que a integração de TIC no ensino deve ser entendida como um processo dinâmico e de reflexão contínua em que, tanto as tecnologias, quanto as práticas pedagógicas podem ser analisadas e transformadas, de acordo com os contextos e indivíduos envolvidos (Hall & Hord, 2006; Moersch, 1995; Sherry, 2002).

Desta forma, por não ser um processo linear ou estanque, analisar e compreender a integração de TIC no ensino significa explorar cenários de mudança e inovação (Watson, 2006). A partir do conceito de inovação elaborado por Rogers (2003), que a concebe como uma idéia, prática ou objeto percebido como novo por um indivíduo, encarar a integração de TIC como um contexto de inovação pressupõe lidar com a reorganização de práticas educativas já consolidadas e, portanto, sentimentos de ambigüidade, incertezas e riscos (Banannan-Ritland, 2008).

Como discute Sherry (2002), reconhecer o caráter processual e inovador da integração de TIC no ensino, não significa caminhar, necessariamente, em direção à confirmação das potencialidades pedagógicas destas ferramentas, mas, reconhecer que este processo envolve mudanças sociais, institucionais e individuais. Assim, o processo de integração de TIC, na medida em que representa um elemento novo, suscita questionamentos sobre as práticas, configurando-se em uma oportunidade de aprimorar o processo de ensino-aprendizagem (Shuldman, 2004; Watson, 2006). Compreendendo a integração de TIC não como um fim em si mesmo, mas como uma oportunidade de repensar e aprimorar os processos de ensino-aprendizagem, destaca-se o protagonismo do professor na ressignificação destas tecnologias com base nas suas necessidades, visões e práticas.

Partindo desta perspectiva, a literatura do campo de tecnologia educacional tem utilizado modelos de adoção e difusão de inovações como referenciais teórico-metodológicos para a investigação dos contextos de integração de TIC no ensino (Hall & Hord, 2006; Shuldman, 2004; West, Waddoups & Graham, 2007). Dentre os diversos modelos existentes, os mais citados na literatura do campo da tecnologia educacional são o Modelo de Difusão de Inovações (Difusion of Innovation, Rogers, 1995, 2003) e o Modelo de Adoção Baseado nas Preocupações (Concerns-based Adoption Model - CBAM, Hall & Hord, 1989, 2006). Estes modelos, amplamente utilizados e testados empiricamente em diferentes contextos de inovação no ensino (Oncu, Deliaglioglu & Brown, 2008; Slough & Chamble, 2007; West et al, 2007), orientaram o desenvolvimento de outros modelos relacionados especificamente ao processo de integração de TIC, tais como: Sala de Aula do Futuro da Apple (The Apple Classroom of Tomorrow - ACOT) (Dewyer, Ringstaff & Sandholtz, 1991) e Níveis de Implementação Tecnológica (Levels of Technology Implementation - LoTI) (Moersch, 1995).

Este artigo tem como objetivo apresentar estes modelos de difusão e adoção de inovações, a partir da análise de estudos que enfocam a experiência do professor na integração de TIC no ensino, discutindo a contribuição deste referencial para o campo da tecnologia educacional.

2. Modelos de difusão e adoção de inovações utilizados no campo da tecnologia educacional

Um amplo corpo de estudos vem sendo desenvolvido no sentido de entender o processo de mudança e inovação educacional e seus desafios. Muitos destes trabalhos apresentam os modelos de adoção e difusão como importantes ferramentas para a implementação e análise de iniciativas de integração de TIC no ensino, tanto como instrumentos para orientar a elaboração de programas de formação de professores, como referenciais metodológicos em estudos acadêmicos (Shuldman, 2004; Watson, 2006). A seguir são apresentados os principais modelos de adoção e difusão relatados em trabalhos do campo da tecnologia educacional e um panorama sobre os tipos de estudo existentes com o uso deste referencial.

2.1. Modelo de Difusão de inovações (Diffusion of Innovations)

O modelo de Difusão de Inovações de Rogers (1995, 2003) busca caracterizar como uma inovação é difundida por meio de determinados canais de comunicação, dentre os membros de um determinado sistema social, e por que processo estes indivíduos passam desde que tomam conhecimento da inovação em questão até sua adoção ou rejeição. Este modelo compreende quatro aspectos do processo de integração da inovação: i) os atributos da inovação (positivos e/ou negativos) percebidos pelos potenciais usuários; ii) as características do usuário que podem influenciar esse processo; iii) os estágios do processo de decisão-adoção; iv) e o estudo da taxa de adoção de uma inovação ao longo do tempo.

Com a análise de artigos que incorporam o trabalho de Rogers como referencial teórico-metodológico, foi possível identificar dois principais tipos de estudos que investigam o processo de integração de TIC pelos professores: 1. Estudos que analisam as experiências individuais vivenciadas pelos professores durante o processo de adoção e implementação de TIC (Hansen & Salter, 2001; Li & Lindner, 2003; Oncu et al., 2008; West et al., 2007), e 2. Estudos que analisam as percepções e atitudes dos professores em relação às potencialidades e limitações das TIC (Albirini, 2006; Durrington, Repman & Valente, 2000; Kiliçer, 2009; Usluel, Askar & Bas, 2008).

Os estudos que enfocam as experiências individuais dos professores durante o processo de adoção e implementação de TIC, se baseiam nos estágios de decisão-adoção propostos por Rogers (1995; 2003): i) Conhecimento, momento em que o indivíduo conhece a inovação, geralmente se expondo àquelas informações, práticas e tecnologias que são compatíveis com seus valores e necessidades (exposição seletiva); ii) Persuasão, processo de formação de opinião baseado na reflexão sobre como a inovação pode apoiar suas práticas; iii) Decisão, iniciado pelo engajamento em atividades que levam à decisão pelo uso ou não da inovação, geralmente realizando testes e procurando a experiência de pares; iv) Implementação, quando o indivíduo coloca a inovação em uso, avaliando suas vantagens efetivas e adaptando-a ao seu contexto e necessidades; e v) Confirmação, quando a decisão tomada é reforçada ou revista.

De uma maneira geral, estes estudos visam diagnosticar o estágio de adoção de TIC em determinados contextos educacionais, como estratégia de difusão de inovações (Li & Lindner, 2007), aprofundar a análise de estágios específicos, para caracterizá-los com base nos diferentes desafios educacionais (Oncu et al, 2008; West et al, 2007) e, também, para acompanhar toda a trajetória vivenciada por professores na integração de TIC, como forma de caracterizar as diferentes fases deste processo (Hansen & Salter, 2001).

Li e Lindner (2007), por exemplo, realizaram um estudo de grande escala sobre as barreiras para a implementação da educação a distancia baseada na Web (EaD-Web) em uma universidade, procurando caracterizar

o comportamento dos professores segundo os estágios do processo de decisão-adoção de Rogers (2003). Ao observarem que a maioria dos participantes encontrava-se nas fases iniciais do processo de adoção, concluíram que mais programas de formação, suporte e incentivo seriam necessários para a implementação da EaD na instituição estudada. Além disso, investigando as especificidades dos professores que avançaram mais rapidamente no processo de adoção da nova modalidade, os autores perceberam a forte influência das experiências prévias com o uso de TIC para o sucesso destas iniciativas, já que os usuários precisam se sentir confortáveis e enxergar na nova possibilidade utilizações que lhes sejam familiares.

Enfocando especificamente a fase de decisão do modelo de Rogers, Oncu e colaboradores (2008) investigaram os fatores que influenciam os professores na tomada de decisão sobre o uso das TIC no ensino. Os autores observaram que, em geral, os professores eram impulsionados a experimentar a inovação quando conseguiam perceber ganhos potenciais para seus contextos de ensino. A decisão dos professores também era influenciada pela sua competência para a elaboração de atividades de ensino mediadas pelas TIC e pelo reconhecimento de habilidades dos alunos para sua incorporação. Os autores discutem que durante o processo de decisão, muitos professores reportaram sentimentos de insegurança e incerteza e apontaram que se sentiam encorajados por outros professores, que já tinham vivenciado a experiência de decisão sobre o uso de determinada TIC.

Já o estudo de West e colaboradores (2007) incorporou o modelo de Rogers (2003) para analisar os desafios e decisões por que passaram professores universitários no estágio de implementação de uma ferramenta de autoria de cursos na Internet. Os resultados apontaram que, no processo de implementação da nova tecnologia, os professores enfrentaram tanto desafios relacionados ao desenvolvimento de competências técnicas (tempo e esforço para a inserção e organização dos recursos, instabilidade de acesso etc), quanto desafios relacionados à competência de integração da plataforma às suas atividades de ensino (integração de atividades online e atividades presenciais, competência para a moderação nas ferramentas comunicacionais etc). Além disso, analisando as especificidades do processo de implementação, os autores verificaram que os professores normalmente iniciam este estágio experimentando apenas alguns recursos da plataforma e conforme se familiarizam com a ferramenta, começam a perceber novas utilidades, sendo capazes de driblar certas limitações e reconfigurar alguns recursos segundo suas necessidades. Esta adaptação ou reinvenção de determinados recursos reflete um esforço em modelar a ferramenta para atender demandas próprias dos professores e de seus contextos de ensino (West et al, 2007).

Buscando acompanhar e analisar o percurso de adoção da Internet por professores, Hansen e Salter (2001) identificaram que os docentes eram movidos a adotar a Internet em decorrência dos problemas nas suas práticas tradicionais: dificuldade de distribuição do conteúdo e acesso aos materiais,

deficiências de comunicação com os alunos e a desmotivação dos alunos em relação às atividades do curso. Após a implementação de atividades educativas baseadas na Internet, os professores perceberam novos desafios: o gasto de tempo para aprender a produzir materiais baseados na Internet; adaptação do material já existente; problemas técnicos e de infraestrutura para os alunos. Desta forma, os autores discutem que a incorporação da Internet no ensino ajuda a superar algumas das dificuldades da prática dos professores, mas cria novos desafios e a incorporação definitiva desta modalidade ocorre na medida em que as vantagens superem as dificuldades inerentes à mudança.

Os estudos que analisam as percepções e atitudes dos professores em relação às potencialidades e limitações das TIC se baseiam nas categorias propostas por Rogers para classificar os diferentes atributos das inovações que influenciam a formação de opinião dos usuários e, conseqüentemente, sua adoção: i) vantagem relativa, ou seja, a percepção de que a inovação traz vantagens a sua prática atual; ii) compatibilidade, que é a percepção de que a inovação é compatível com as necessidades e valores deste indivíduo; iii) simplicidade, que indica em que medida o indivíduo percebeu clareza e facilidade de uso da inovação; iv) flexibilidade de experimentação, ou seja, a possibilidade que o indivíduo tem de experimentar e testar a inovação; v) visibilidade, que diz respeito tanto à possibilidade dos indivíduos conhecerem a inovação, tendo acesso a resultados obtidos por outros usuários que sirvam de modelo, como também a exporem sua iniciativa aos pares. De uma maneira geral, ao discutirem os atributos das tecnologias que podem favorecer ou não a sua adoção nas práticas educativas, estes estudos ressaltam que este processo vai além das características das TIC, sendo permeado por uma série de fatores institucionais e sociais (Albirini, 2006; Kiliçer, 2009).

Usluel et al. (2008), por exemplo, ao pesquisarem a adoção de TIC no ensino superior da Turquia, discutem que a disponibilidade de computadores nas salas de aula e laboratórios de ensino, vista como facilidade de experimentação, é fundamental na formação de atitude favorável ao uso destas ferramentas no ensino, mesmo para professores que utilizam estas tecnologias corriqueiramente em suas atividades pessoais. Como discutem os autores, o processo de integração das TIC requer o livre acesso a estas tecnologias e a superação de desafios técnicos, para que o professor possa refletir sobre os possíveis usos pedagógicos destas ferramentas.

Compartilhando resultados semelhantes, Tabata e Johnsrud (2008) observaram que além da facilidade de acesso a computadores e Internet outro fator que favorece sua adoção é a disponibilidade de suporte técnico, para diminuir as dificuldades e apoiar os professores na resolução de problemas com o uso das inovações, garantindo simplicidade ao processo.

Também investigando os atributos das tecnologias que influenciam a adoção do computador, Albirini (2006) analisou as percepções de professores de língua inglesa para estrangeiros sobre o uso destas

ferramentas em suas práticas de ensino. Dentre os principais resultados, os autores relatam uma atitude favorável dos professores em relação aos computadores, que reconhecem sua vantagem em relação a outras ferramentas educacionais, já que são compatíveis com as preferências e habilidades de estudo dos alunos e facilitam o ensino de línguas por integrarem diferentes recursos midiáticos. No entanto, a maioria não se sente segura quanto à compatibilidade do uso do computador com os objetivos curriculares e ao tempo escasso das aulas. Este estudo chama a atenção para necessidade do apoio institucional, no sentido de propiciar maior flexibilidade para os professores inovarem em busca de novas soluções educativas.

Discutindo especificamente o atributo de visibilidade da inovação de Rogers (2003), Kiliçer (2009) verificou em seu estudo com professores em formação que, em geral, estes só adotavam uma inovação no ensino quando conheciam iniciativas similares realizadas por outros docentes. O autor observou que embora os professores fossem usuários de computadores e Internet e reconhecessem as potencialidades pedagógicas destas ferramentas, não as utilizavam, pois sentiam falta de exemplos e experiências de sua aplicação em sua trajetória de formação.

Neste sentido, com o objetivo de discutir possíveis caminhos para a difusão de iniciativas de integração de TIC nas instituições educativas, Durrington et al. (2000) chamam atenção para o papel dos formadores de opinião que, segundo Rogers (2003), são indivíduos influentes nas atitudes e comportamentos de seus pares em determinado sistema social. Durrington et al. (2000) observaram que quando os formadores de opinião da instituição estudada (professores mais experientes e comprometidos com a qualidade educacional na instituição) usavam computadores no ensino, ocorria uma diminuição do tempo de adoção dos computadores pelos demais professores. Este estudo reforça a importância da comunicação e da troca de informações entre os pares na formação de predisposição para a adoção de inovações, sendo que nos contextos de ensino os professores comprometidos com iniciativas para a melhoria da qualidade do ensino parecem ser os principais agentes de mudança, potencializando o envolvimento de seus pares.

2.2. Modelo de Adoção Baseado nas Preocupações (Concerns-based Adoption Model - CBAM)

O modelo de Adoção Baseado nas Preocupações (CBAM) foi originalmente proposto por Hall e Hord (1987) a partir de estudos sobre as mudanças no ensino da década de 1980. O modelo, que procura descrever os processos de mudança no ensino, parte do pressuposto de que a incorporação de novas práticas no ensino não é um evento pontual, é um processo em desenvolvimento e uma experiência eminentemente pessoal para cada professor. Hall e Hord (2006) discutem que os professores envolvidos diretamente no momento em que a inovação é posta em prática

são elementos chave para o entendimento das dificuldades a ela relacionadas que podem influenciar o processo de sua integração.

Este modelo, baseado na psicologia cognitiva, discorre sobre dois aspectos do processo de integração de tecnologias: os aspectos emocionais, expressos nos tipos de preocupações dos professores; e os comportamentais, caracterizando os níveis de uso da inovação. Com a análise de trabalhos que incorporam elementos do modelo CBAM como referencial teórico-metodológico para investigar a integração de TIC no ensino, foram encontrados dois principais tipos de estudos: 1. Estudos que identificam as preocupações vivenciadas pelos professores no processo de integração de TIC (Atkins & Vasu, 2000; Overbaugh & Lu, 2008; Srivastava, 2007; Ward, West & Isaak, 2002; Yang & Huang, 2008) e 2. Estudos que relacionam as preocupações vivenciadas pelos professores com os níveis de uso das tecnologias (Adams, 2002; Chamblee & Slough, 2002; Olafson, Quinn & Hall, 2005; Slough & Chamble, 2007).

De uma maneira geral, os estudos que identificam as preocupações vivenciadas pelos professores no processo de integração de TIC, adotam as categorias de tipos de preocupação do modelo CBAM, procurando analisar os sentimentos dos professores e sua influência no processo de adoção de uma inovação no ensino (Atkins & Vasu, 2000; Srivastava, 2007; Yang & Huang, 2008).

Os tipos de preocupação classificados pelo modelo CBAM estão baseados na compreensão de que as pessoas, ao vivenciarem processos de mudança, realizam diferentes tipos de reflexões, relacionadas à: i) preocupações pessoais iniciais (O que é isso? Como isso vai afetar o meu trabalho de professor?); ii) preocupações com a tarefa de implementação da inovação (Como vou fazer isso? Será que sou capaz de realizar esse tipo de tarefa? Como organizar meu tempo?) e iii) preocupações com o impacto (Essa mudança vai funcionar para os alunos? Há alguma coisa que funcione ainda melhor? O que os outros professores vão achar?).

No âmbito do ensino de língua estrangeira em Tawain, por exemplo, Yang e Huang (2008) realizaram um amplo estudo a partir do qual identificaram um cenário em que a maioria dos professores apresentavam preocupações pessoais iniciais que refletiam a insegurança com o efeito da integração das TIC em suas práticas profissionais, e preocupações com a tarefa de aprender a utilizar pedagogicamente tais ferramentas. A partir destes resultados, os autores ressaltaram a necessidade de programas de formação adequados a esta realidade, que buscassem não apenas instrumentalizar os professores para o uso das TIC, mas discutir o uso crítico destas ferramentas, a partir do conhecimento e necessidade de cada contexto.

Srivastava (2007), conduzindo pesquisa semelhante com professores de faculdades de administração da Índia, identificou que estes apresentavam alto nível de preocupação com o impacto das TIC no ensino, especialmente no que se refere à adaptação de suas estratégias para o melhor uso e as conseqüências no aprendizado dos alunos. Uma parcela dos professores

pesquisados apresentava preocupações relacionadas à execução da tarefa, devido à insegurança em relação à competência para o gerenciamento das tecnologias e das atividades de ensino por ela mediadas, e, também, à falta de tempo, dificuldade comum apresentada pela maioria dos estudos que investigam os desafios da integração de TIC vivenciadas pelo professor.

Ao focar estes desafios, Atkins e Vasu (2000) encontraram relação entre o conhecimento dos professores sobre as TIC e suas preocupações ao integrá-las. A partir disso, discutem que a disponibilização de computadores para os professores é necessária, mas não suficiente, chamando atenção para a necessidade de um suporte de especialistas com experiência técnica e curricular para auxiliar os professores na superação das preocupações de diversas naturezas e promover um aprendizado que caminhe para a real integração da tecnologia aos conteúdos de ensino.

Há, ainda neste grupo, estudos que desenvolvem e analisam programas de formação de professores procurando identificar se os participantes conseguem superar as preocupações iniciais relacionadas aos desafios pessoais e técnicos, passando a dedicar mais atenção ao impacto da integração no processo de ensino-aprendizagem (Overbaugh & Lu, 2008; Ward et al, 2002). A principal contribuição destes estudos é colocar o foco no processo por que passa o professor, entendendo o sucesso da integração das TIC como intimamente articulado ao desenvolvimento docente. Dependendo do contexto ou do grupo de professores, as preocupações são diferentes e requerem iniciativas de apoio específicas para sua superação.

Os estudos que relacionam as preocupações vivenciadas pelos professores com os níveis de uso das TIC, adotam a segunda dimensão de análise do modelo CBAM, os níveis de uso da inovação: i) não-uso, quando o professor tem pouco ou nenhum conhecimento sobre a inovação e não faz nenhum movimento no sentido de integrá-la; ii) orientação, quando o professor está obtendo informações sobre a inovação e explorando suas vantagens; iii) preparação, quando o professor está preparando o primeiro uso da inovação; iv) uso mecânico, caracterizado por um professor focado em resolver questões de curto prazo, não refletindo sobre o uso da inovação e adotando mudanças mais voltadas para atender as suas necessidades e não a de seus alunos; v) rotina, quando o professor já se familiarizou com a inovação e faz pouca ou nenhuma mudança no foco do seu uso, mas já reflete sobre melhorias ou sobre as conseqüências de sua adoção; vi) refinamento, quando o professor varia suas formas de uso, a partir das reflexões sobre sua experiência de uso anterior, visando a aumentar o benefício para os alunos; vii) integração, quando há colaboração dos pares também usuários da inovação, que planejam modificações conjuntas para benefício de seus alunos; e viii) redefinição, momento em que o professor modifica e adapta a inovação conforme suas necessidades, provocando mudanças significativas na inovação e na sua prática.

De uma maneira geral, estes estudos apontam para uma correlação entre os níveis de uso e os estágios de preocupação: os professores com alto grau de integração pedagógica do computador também apresentam estágios

superiores de preocupação, principalmente relacionados ao impacto na aprendizagem de seus alunos (Adams, 2002).

No âmbito do ensino de ciências e de matemática mediado pelas TIC, Chamblee e Slough (2002) investigaram a prática de professores destas áreas do ensino fundamental e médio, comparando suas iniciativas de integração destas ferramentas. Os autores observaram que os professores de ciências implementavam TIC com colaboração de pares e adaptavam-nas de acordo com as necessidades específicas de seu contexto, indicando elevado nível de uso segundo o modelo CBAM. Já os professores de matemática geralmente utilizavam pacotes fechados para a resolução de questões sem propiciar aprimoramentos nas formas de ensinar, considerando que estas ferramentas supriam as dificuldades dos problemas de ensino da matemática, o que segundo os autores configura uma apropriação característica do nível uso mecânico. Diante dessas diferenças, Chamblee e Slough (2002) apontaram que os tipos de preocupação e os níveis de uso das TIC podem ser influenciados pela natureza das áreas de ensino, o que requer maior aprofundamento e investigação.

Em um outro estudo, Slough & Chamblee (2007) observaram que a maioria dos trabalhos da área do ensino de ciências e de matemática tem como foco a superação das dificuldades de familiarização e uso inicial da tecnologia e não se volta aos usuários no período pós-implementação. Discutem que nos estágios iniciais os professores ainda não tiveram oportunidade de desenvolver questionamentos referentes às possibilidades pedagógicas das TIC para suas áreas de atuação e, dessa maneira, acabam replicando exemplos de integração externos, apresentando desafios e preocupações genéricas. Para os autores, acompanhar o desenvolvimento destes professores a longo prazo possibilita investigar como se expressam as preocupações nas particularidades dos seus contextos de ensino.

Procurando superar este desafio, Olafson et al. (2005) desenvolveram e acompanharam durante dois anos um programa de formação de professores que visava estimular a criação de experiências práticas mediadas pelas TIC. Os autores observaram que, quando uma nova abordagem de ensino é apresentada aos professores em formação continuada, é necessário despender tempo e energia na superação dos estágios de preocupação iniciais. Enfatizam o caráter processual do desenvolvimento dos resultados da incorporação de uma inovação, que pode ser observado tanto nos professores participantes, que ao longo de diversas experimentações se tornaram mais preparados e confiantes para enfrentar os desafios técnicos e pedagógicos dos processos de mudança, quanto no próprio desenho do programa, que aos poucos ficou mais adequado às reais necessidades destes professores.

2.3. Modelo Sala de Aula do Futuro da Apple (Apple Classroom of the future – ACOT)

Em meados da década de 1980, uma parceria entre universidades americanas e a empresa Apple iniciou um programa de incentivo ao uso de TIC nas escolas públicas de várias cidades dos Estados Unidos. A premissa inicial deste programa era equipar as salas de aula com computadores, acreditando que a presença de ferramentas tecnológicas por si só constituiria um estímulo para a transformação. Aos poucos, a abordagem do programa passou a ser menos instrumental e mais centrada nas transformações de práticas pedagógicas com o uso do computador e começaram a ser promovidas iniciativas de formação profissional para os professores das escolas participantes. A partir do acompanhamento do desenvolvimento dos professores com o uso de computadores, Dwyer et al. (1991) propuseram o modelo ACOT, que passou a nortear a formação profissional articulada a este programa.

O modelo ACOT descreve o processo de integração de tecnologias por meio da caracterização de estágios de desenvolvimento do professor com o uso da tecnologia disponível. A partir de resultados de quase uma década de pesquisas, os autores propuseram cinco estágios que configuram a evolução do professor neste contexto: i) entrada, quando os professores passam por um momento de familiarização com o computador, concentrando-se em superar desafios técnicos para o uso da nova tecnologia; ii) adoção, quando os professores já conseguiram se acostumar com a novidade, aprendem a manuseá-la para realizar atividades cotidianas e passam a pensar como o computador pode ser usado dentro do currículo de ensino, adotando-o como mais uma possibilidade de recurso para suas atividades didáticas; iii) adaptação, quando a tecnologia passa a ser integrada às atividades de ensino tradicionais que o professor já realizava antes da chegada do computador; iv) apropriação, momento em que os professores adquirem grande confiança no uso da tecnologia e passam a desenvolver novas estratégias de ensino-aprendizagem com o computador; e v) invenção, quando os professores já não encontram tantas dificuldades para desenvolver suas próprias iniciativas de integração e demonstram o desejo de experimentar várias abordagens de ensino com as possibilidades oferecidas pelo computador.

Além do desenvolvimento deste modelo, tendo em vista o pioneirismo do programa ACOT, seus resultados contribuíram para a investigação sobre a aceitação dos computadores e seu efeito no engajamento e motivação dos alunos na época em que esta tecnologia começava a ser difundida nas escolas (Dwyer, 1994). Além disso, os resultados sugeriram que o uso do computador possibilitava diferentes formas de interação entre estudantes e professor, estimulava o envolvimento constante dos estudantes em funções cognitivas superiores, gerando um ambiente propício ao desenvolvimento de práticas construtivistas (Muir-Herzig, 2004; Yocam, 1996). Os pesquisadores relatavam que o rendimento dos alunos em contextos de ensino mediado pelo computador era promissor (Dwyer, 1994). Na medida em que se explorava este cenário e que novas experiências de ensino se desenvolviam, percebeu-se que esta relação não era tão direta devido à complexidade dos fatores envolvidos no aprendizado dos alunos (Muir-

Herzig, 2004). Ainda assim, muitos estudos indicaram que os cenários de integração de computadores no ensino, ao oferecer novos recursos e dinâmicas para o processo de ensino-aprendizagem, geraram o questionamento de velhos pressupostos educativos dos professores envolvidos neste programa (Muir-Herzig, 2004; Yocam, 1996).

Na literatura do campo de tecnologia educacional encontram-se artigos que utilizam o aporte do programa ACOT como referencial teórico para a discussão de seus resultados (Muir-Herzig, 2004; Niederhauser & Stoddart, 2001) e como orientação de programas de formação de professores para o uso de TIC no ensino (Yocam, 1996).

Com o respaldo dos resultados gerados pelo programa ACOT, Niederhauser e Stoddart (2001), por exemplo, procuraram investigar as relações das concepções pedagógicas do professor e suas formas de uso das TIC. Os autores observaram que os professores que utilizavam softwares para instrução programada, geralmente, possuíam uma orientação voltada para o ensino transmissivo, enquanto os professores que davam prioridade aos softwares que promovem ambientes de contextualização (microworlds) possuíam uma orientação construtivista. Muir-Herzig (2004), ao avaliar a contribuição educacional do uso de computadores no desempenho de estudantes com dificuldades de aprendizagem, aprofundou a discussão sobre a importância de voltar o olhar para as abordagens pedagógicas do uso das TICS, defendendo que este uso só representa um diferencial quando acompanhado de uma mudança paradigmática do processo de ensino-aprendizagem.

A partir do acompanhamento de um programa de formação de professores, Yocam (1996) conclui que aparentemente há uma distância entre as concepções pedagógicas expressadas pelos professores e as estratégias de ensino por eles adotadas. Para impulsionar a mudança da prática profissional os professores necessitam de suporte contínuo que os ajude a articular os discursos da reforma educacional com exemplos práticos.

2.4. Modelo Níveis de Implementação da Tecnologia (Level of Technology Implementation - LoTI)

O modelo LoTi (Moersch, 1995) foi desenvolvido a partir dos níveis de uso do modelo CBAM e dos resultados produzidos pelo projeto ACOT, com o objetivo de analisar o contexto específico da integração de tecnologias no ensino em programas de formação de professores para o uso de TIC. De maneira semelhante aos modelos CBAM e ACOT, segundo o LoTi, os professores passam por seis níveis de desenvolvimento quando integram tecnologia ao seu processo de ensino: i) não-uso, quando geralmente falta acesso à tecnologia e/ou tempo disponível para usá-la; ii) consciência, quando a tecnologia é implementada por outro ator do ambiente escolar que não o professor, como o técnico do laboratório de informática, por exemplo; iii) exploração, caracterizado pelo início do uso da tecnologia pelo professor com o objetivo de enriquecer atividades, para

reforçar o desenvolvimento de competências cognitivas ou ampliar as possibilidades de avaliação dos alunos; iv) integração, que se divide em: integração mecânica caracterizada pelo uso de pacotes prontos de materiais instrucionais e conteúdos/atividades de outras fontes escolhidas pelo professor; e rotina, quando os professores desenvolvem e implementam seus próprios materiais apoiados pelas TIC; v) expansão, quando o uso da tecnologia é expandido para além da sala de aula, estimulando aplicações da tecnologia e impulsionando trabalho em rede; e vi) refinamento, quando a tecnologia torna-se uma ferramenta para os estudantes encontrarem soluções para seus problemas (Moersch, 2001). Os níveis vão mudando, conforme ocorrem mudanças na prática do professor: de uma prática centrada no professor (teacher-driven) a uma centrada no aluno (learning-driven).

Este modelo é citado em grande parte das revisões sobre estudos de integração de tecnologias educacionais e pode-se encontrar, também, trabalhos que adotam o modelo LoTI como referencial metodológico de suas investigações (Dawson, 2006; Moersch, 2001; Rakes, Fields & Cox, 2006). De uma maneira geral, estes trabalhos adotam o modelo LoTI dentro da perspectiva original de seu desenvolvimento, na avaliação de programas de formação de professores e no acompanhamento das modificações da prática docente a partir destas iniciativas (Dawson, 2006). Alguns procuram aprofundar a relação entre os níveis de uso das TIC, as estratégias pedagógicas implementadas com estas tecnologias e a aprendizagem dos estudantes (Moersch, 2001; Rakes et al, 2006).

Seis anos após a publicação do modelo LoTI, o autor da proposta reuniu quatro pesquisas de seu grupo de estudos para verificar a consistência interna do modelo e os macro resultados de sua aplicação (Moersch, 2001). Neste trabalho, o autor apresentou um cenário onde praticamente 70% dos professores dos Estados Unidos usavam computadores na sala de aula para realizarem tarefas que envolviam pouco envolvimento cognitivo dos alunos. A tecnologia era utilizada pelo professor geralmente para gerência de tarefas como recebimento e correção de questionários ou para facilitar o ensino transmissivo, a partir da oferta de conteúdos de ensino (teacher-centred lessons). Dessa forma, o autor discute que, neste cenário, o principal papel do computador era facilitar o trabalho do professor. Apenas cerca de 14% dos professores atingiam os níveis mais elevados do modelo LoTI, integrando recursos da tecnologia para promover tarefas desafiadoras e experiências de aprendizagem autêntica e significativa, como pesquisa ativa por informações, processamento de dados, atividades simuladas e construção de soluções para problemas apresentados pelo professor.

Rakes et al (2006) encontraram um cenário parecido ao estudarem a relação entre os níveis de uso das TIC no ensino e a adoção de práticas construtivistas, verificando que apenas uma minoria de professores usuários de TIC as implementam nos contextos educativos. Além disso, os resultados indicaram que professores com maior conhecimento e habilidade para o uso do computador eram mais propensos ao uso de estratégias construtivistas

em suas práticas. Os autores discutem que devido à ênfase atual no desenvolvimento de alunos com capacidade de raciocínio crítico, todas as ferramentas que facilitem o uso de estratégias construtivistas e o desenvolvimento de habilidades cognitivas devem ser consideradas importantes para alunos e professores.

Buscando justificar este cenário, Dawson (2006) analisou uma iniciativa de longo prazo de integração de TIC no currículo de formação de professores e observou que o uso da tecnologia por si só não tem trazido mudanças fundamentais ao processo de ensino-aprendizagem, mas incrementado ou ampliado as práticas tradicionais. Dessa forma, afirma que somente através de uma atividade reflexiva sobre a efetividade da própria prática os professores conseguem desenvolver melhores estratégias de ensino-aprendizagem mediadas pelas TIC. Estes resultados são compatíveis com a literatura recente que defende que a mudança do ensino não depende apenas da tecnologia, mas do repensar das estratégias, do papel do professor e do aluno no processo de ensino-aprendizagem mediado por estas tecnologias (Bannan-Ritland, 2008).

3. Conclusões

Os modelos apresentados neste artigo podem contribuir para a investigação sobre a integração de inovações no ensino, a partir de uma abordagem processual que compreende a experiência dos professores com o uso das TIC como algo dinâmico e transitório, que varia de acordo com os indivíduos e os contextos envolvidos. Dessa forma, os estágios propostos por estes modelos não são estanques, mas caracterizam diferentes momentos de reflexão, avaliação e uso das inovações (Watson, 2006).

Dentro do contexto de integração de TIC no ensino, as etapas propostas nos modelos revisados sugerem uma transformação dos conhecimentos, habilidades ou formas de integração destas tecnologias de maneira articulada, ao longo de ciclos de uso da inovação. Os primeiros usos de TIC no ensino tendem a refletir as práticas tradicionais sedimentadas e, conforme o professor vai se familiarizando com as ferramentas, começa a perceber novas potencialidades (West et al, 2007). Através de ciclos de experimentação e reflexão, os professores re-significam as tecnologias dentro de seu contexto, processo fundamental para que ocorra inovação na sua prática pedagógica (Bannan-Ritland, 2008).

Os estudos que se apóiam nos modelos de adoção e difusão de tecnologias, de uma maneira geral, têm como objetivo descrever as principais etapas de adoção das tecnologias (Li & Lindner, 2007; West et al, 2007) e os fatores que influenciam este processo (Adams, 2002; Chamblee & Slough, 2002, 2007; Tabata & Johnsrud, 2008), a partir do acompanhamento de diferentes experiências educacionais mediadas pelas TIC. Estes estudos demonstram que os professores envolvidos nos processos de inovação passam por uma série de momentos que envolvem um panorama complexo de fatores emocionais, sociais e profissionais, além dos

fatores relacionados à aprendizagem da tecnologia (Hall & Hord, 2006; Rogers, 2003; Sherry, 2002).

Pode-se encontrar críticas ao uso destes modelos pela sua limitação em relação à compreensão mais ampla dos fatores contextuais e sociais, envolvidos nos processos de mudança, e pela falta de perspectiva crítica do uso da tecnologia, a qual considera o usuário como seu co-desenvolvedor (Sherry, 2002). Mais do que críticas à estrutura dos modelos de análise, percebemos uma crítica à forma como alguns trabalhos nesta área vêm sendo conduzidos, fazendo destes modelos soluções descontextualizadas e receitas de sucesso. Ao mesmo tempo em que se reconhece a relevância dos modelos apresentados enquanto ferramentas de análise sobre os processos de incorporação de TIC no ensino, é importante considerar estas críticas. Assim, fazem-se necessárias iniciativas de aprofundamento do conhecimento referentes à integração das TIC no ensino que integrem aos modelos de inovação outros referenciais de pesquisa e desenvolvimento voltados para a dimensão sócio-cultural do processo de construção e avaliação do uso de TIC (Amiel & Reeves, 2008) e para a análise da influência dos saberes e práticas docentes envolvidos neste processo (Banannan-Ritland, 2008).

Para investigar os cenários de integração de TIC no ensino é preciso reconhecer o papel do professor como principal agente de mudança da educação (Struchiner & Giannella, 2005), uma vez que são pesquisadores da prática educativa e, por isso, devem contribuir com o desenho conceitual das inovações a partir de seus conhecimentos teóricos e vivenciais, alimentados pelos contextos naturais. A decisão de adoção dos professores é baseada na observação dos atributos da inovação de maneira articulada com a preocupação com o aprimoramento das estratégias pedagógicas que desenvolvem. Dessa forma, a integração de TIC não pode ser entendida como sendo a simples implementação de um produto ou processo exógeno pelo professor, na medida em que a inovação é incorporada ao longo de múltiplos ciclos de criação e experimentação (Bannan-Ritland, 2008).

4. Referências Bibliográficas

- Adams, N. B. (2002). Educational Computing Concerns of Post secondary Faculty. *Journal of Research on Technology in Education*, 34(3), 285-303.
- Albirini, A. (2006). Teachers attitudes toward information and communication technologies: the case of Syrian EFL teachers. *Computers & Education*, 47, 373-398.
- Amiel, T., Reeves, T. C. (2008). Design-Based Research and Educational Technology: Rethinking Technology and the Research Agenda. *Educational Technology & Society*, 11(4), 29-40.
- Atkins, N. E. e Vasu, E. S. (2000). Measuring Knowledge of Technology Usage and Stages of Concern About Computing: A Study of Middle School Teachers. *Journal of Technology and Teacher Education*, 8 (4), 279-302.

- Bannan-Ritland, B. (2008). Teacher Design Research: an Emerging Paradigm for Teacher's Professional Development. In: Kelly, A. E.; Lesh, R.A. & Baek, J.Y. *Handbook of Design Research Methods in Education: Innovations in Science, Technology, Engineering and Mathematics Learning and Teaching*. New York: Routledge.
- Chamble, G. E. e Slough, S. W. (2002). Implementing Technology in Secondary Science and Mathematics classrooms: Is the Implementation Process the Same for Both Disciplines? *Journal of Computers in mathematics and Science Teaching*, 21(1), 3-15.
- Dawson, K. (2006). Teacher Inquiry: A Vehicle to Merge prospective Teachers' Experience and Reflection during curriculum based, technology enhanced field experiences. *Journal of Research on technology in Education*, 38(3), 265-292.
- Durrington, V. A., Repman, J., Valente, T. W. (2000). Using social network analysis to examine the time of adoption of computer-related services among university faculty. *Journal of Research on Computing in Education*, 33(1), 16-28.
- Dwyer, D. C., Ringstaff, C., Sandholtz, J. H. (1991). Changes in Teachers' Beliefs and Practices in echnology-rich Classrooms. *Educational Leadership*, 48(8), 5-52.
- Dwyer, D. (1994). Apple Classrooms of Tomorrow: what we've learned. *Educational Leadership*, 4(7), 4-10.
- Hall, G. E. e Hord, S. M. (1987). *Change in schools: Facilitating the process*. New York: Sate University of New York Press.
- Hall, G. E. e Hord, S. M. (2006). *Implementing change*. Albany: Sate University of New York Press.
- Hansen, S. & Salter, G. (2001). The adoption and diffusion of web technologies into mainstream teaching. *Journal of Interactive Learning Research*, 12, (2/3), 281-299.
- Kiliçer, K. (2009). *Position of twenty-first century teachers: evaluation in terms of innovation and technology*. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 1, 1479-1484.
- Li, Y., Lindner, J. R. (2007). Faculty adoption behavior about web-based distance education: a case study from China Agricultural University. *British Journal of Educational Technology*, 38(1), 83-94.
- Moersch, C. (1995). Levels of technology implementation (LoTI): a framework for measuring classroom technology use. *Learning and Leading with Technology*, 23(3), 40-42.
- Moersch, C. (2001). Next Steps: Using LoTi as a Research Tool. *Learning & Leading with Technology*, 29(3), 22-27.
- Muir-Herzig, R.G. (2004). Technology and its impact in the classroom. *Computers & Education* 42, 111-131.

- Niederhauser, D.S., Stoddart, T. (2001). Teachers' instructional perspectives and use of educational software. *Teaching and Teacher Education*, 17, 15-31.
- Olafson, L., Quinn, L. F. e Hall, G. E. (2005). Accumulating gains and diminishing risks during the implementation of best practices in a teacher education course. *Teacher Education Quarterly*, 32(3), 93-106.
- Oncu, S., Deliaglioglu, O., Brown, C. A. (2008). Critical components for technology integration: How do instructor make decisions? *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 27(1), 19-46.
- Overbaugh, R., Lu, R. (2008). The impact of a federally funded grant on a professional development program teachers stages of concern toward technology integration. *Journal of computing in Teacher Education*, 25(2), 45-55.
- Rakes, G. C., Fields, V. S., Cox, K.E. (2006). The influence of teachers' technology use on instructional practices. *Journal of Research on Technology in Education*, 38(4), 409-424.
- Rogers, E. (1995). *Diffusion of innovations*. (4 ed.). New York: The Free Press.
- Rogers, E. (2003). *Diffusion of innovations*. (5 ed). Nova York: Free Press.
- Sherry, L. (2002). Sustainability of innovations. *Journal of Interactive Learning Research*, 13(3), 211-238.
- Shuldman, M. (2004). Superintendent conceptions of instructional conditions that impact teacher technology integration. *Journal of Research on Technology in Education*, 36(4), 319- 343.
- Slough, S. W. & Chamble, G. E. (2007). Technology as innovation in science and mathematics teaching. *School Science and Mathematics*, 107(6), 222- 224.
- Srivastava, D. K. (2007). *Measuring stages of concern of management academia about information technology based education*. ACR, 15(1/2), 116-127.
- Struchiner, M.; Giannella, T. R. (2005). *Aprendizaje y práctica docente en la área de la salud: conceptos, paradigmas y innovaciones*. Washington: OPAS.
- Tabata, L. N., Johnsrud, L. K. (2008). The impact of faculty attitudes toward technology, distance education, and innovation. *Research in Higher Education*, 49, 625-649.
- Usluel, Y. K., Askar, P., Bas, T. (2008). A Sstructural equation for ICT usage in higher education. *Educational Technology & Society*, 11(2), 262-273.
- Ward, J. R., West, L. S., Isaak, T. J. (2002). Mentoring: A strategy for change in teacher technology education. *Journal of Technology and Teacher Education*, 10(4), 553-569.

- Watson, D. (2006). Understanding the relationship between ICT and education means exploring innovation and change. *Education Information Technology*, 11, 199-216.
- West, R., Waddoups, G., & Graham, C. (2007). Understanding the experiences of instructors as they adopt a course management system. *Educational Technology Research and Development*, 55(1), 1-26.
- Yang, S. C., Huang, Y. (2008). A study of high school English teachers' behavior, concerns and beliefs in integrating information technology into English instruction. *Computers in Human Behavior*, 24, 1085–1103.
- Yocam, K. (1996). Teacher-centered staff development for integrating technology into classrooms. *T.H.E. Journal (Technological Horizons in Education)*, 24(4), 88-91.