Tecnologias para a transformação da educação: experiências de sucesso e expectativas

EL PAÍS FundaçãoSantillana UNESCO Google Insper SAMSUNG Microsoft Telefônica vivo Fundação Telefônica

Índice

Introdução **4**

De que transformações a escola na América Latina precisa? **6**
Economias em crescimento, desigualdades pendentes **6**
A tecnologia, onipresente **6**
Um crescimento espetacular do acesso à educação **8**
O desafio pendente: aumentar a qualidade com equidade **9**

O potencial transformador da tecnologia na educação **12**
A necessária transformação da escola **12**
Quando falamos em tecnologia, de que estamos falando? **14**
Dispositivos 14
Serviços 15
Conteúdos 16
Aplicativos 17
O potencial da tecnologia e a efetividade do seu uso na sala de aula **18**
A ambição transformadora da educação: mudanças de primeira e de segunda ordem **21**

Como a tecnologia está contribuindo para a transformação da educação? **23**
Melhorando a forma como os estudantes aprendem **23**
1. Aprendendo ativamente 24
2. Aprendendo cooperativamente 28
3. Aprendendo por meio de interações com feedback 30
4. Aprendendo através de conexões com o mundo real 34
5. A orquestração dos recursos didáticos e o papel crítico do professor como referencial para os estudantes 36
Ampliando o horizonte do que os estudantes aprendem **40**
Competências digitais 40
Ciências: visualização, modelagem e simulação 44
Matemática: notações dinâmicas e conectadas 46
Aprender a programar para pensar melhor 48
Estudos sociais, língua, artes e humanidades 50

Conclusões e recomendações **53**
Fatores críticos para promover a mudança pedagógica **53**
1. Promover a aprendizagem ativa, interativa e cooperativa 54
2. Oferecer uma maior personalização da aprendizagem 55
3. Reformar o currículo para que tenha um enfoque competencial 55
4. Avaliar a aprendizagem de forma consistente com os objetivos 56
5. Adotar uma aproximação sistêmica à gestão da mudança pedagógica 57
6. Desenvolver uma liderança pedagógica potente 57

7. Apoiar os professores 58
Implicações e recomendações **63**
Referências bibliográficas **67**

Introdução

Uma das questões educativas que maior interesse suscitam na América Latina é a dos usos da tecnologia. Esse interesse tem um reflexo claro nos investimentos em tecnologia realizados nos últimos anos para equipar as escolas e, em um número importante de países, diretamente cada estudante, com o objetivo de transformar o ensino para sintonizá-lo às crescentes expectativas sociais e econômicas. Trata-se, definitivamente, de criar os alicerces para que os países da América Latina contem com uma base de cidadãos que saibam aproveitar as oportunidades da sociedade do conhecimento e contribuam como trabalhadores ao desenvolvimento econômico de sua comunidade e de seu país. Neste novo contexto globalizado, as competências, começando pelas digitais, constituem uma nova forma de capital dos indivíduos e dos países. Os governantes, mas também um número crescente de famílias, estão totalmente conscientes desses desafios sociais e econômicos e esperam que a modernização da educação escolar contribua para a melhoria das oportunidades das novas gerações, em boa parte graças a um uso apropriado da tecnologia. Ao tempo, o acesso à tecnologia está se universalizando entre os jovens a um ritmo extremamente rápido, e isso também influencia as expectativas deles e de suas famílias acerca da educação que esperam receber.

Temos tido, nesse sentido, inúmeros estudos e pesquisas que nos últimos anos analisaram as políticas tecnológicas em educação na América Latina, particularmente sob a perspectiva da equidade (Lugo, 2010; SITEAL, 2014; UNESCO, 2012, 2013; Vacchieri, 2013). Esses trabalhos de análise são e continuarão sendo muito importantes para desenhar melhores políticas que contribuam decisivamente para facilitar as condições de acesso à tecnologia nas escolas, bem como as competências docentes. Porém são muito poucas as tentativas de documentar e analisar as práticas educativas com tecnologias que se traduzam em melhoras significativas dos processos e dos resultados das aprendizagens e, enfim, que contribuam para a transformação da educação. Isso é precisamente o que este documento tenta fazer, seguindo a iniciativa de vários trabalhos prévios igualmente patrocinados pela Fundação Santillana e, em particular, o publicado em 2012 com o título de *Tecnologia e escola: o que funciona e por quê* (Pedró, 2012b).

O objetivo geral deste documento é analisar: as diferentes formas em que a tecnologia está contribuindo para a transformação da educação, com uma ênfase particular na América Latina; os fatores que explicam o sucesso e também os princípios para uma generalização; bem como as recomendações resultantes para políticos, diretivos e docentes. Esta análise se atém ao período do ensino obrigatório e se centra, fundamentalmente, em mostrar por meio de exemplos e experiências do mundo todo, devidamente validadas pela evidência empírica, como a tecnologia permite desenvolver novas formas de ensino e aprendizagem; algo que já vem ocorrendo cada vez com maior intensidade.

É de conhecimento de todos que algumas escolas obtêm resultados espetaculares com seus programas de integração da tecnologia, enquanto que outras não experienciam mais que frustração e decepção. Faz-se necessário, portanto, um enfoque centrado na escola com o fim de destacar o papel da direção, dos estudantes e dos professores no sucesso ou fracasso dessas iniciativas, tentar documentar como a tecnologia possibilita mudanças pedagógicas e,

finalmente, estabelecer vínculos entre essas mudanças e o rendimento escolar dos estudantes a partir de evidências contrastadas.

Este documento se estrutura em quatro partes. Em primeiro lugar, se apresenta uma síntese dos desafios da região em matéria educativa, em cujo marco se reflexiona sobre as necessidades sociais e econômicas, a crescente penetração da tecnologia na vida dos cidadãos e, muito particularmente, dos jovens, bem como sobre os avanços em matéria educativa na região. É aí onde começa a aparecer a necessidade de uma transformação pedagógica da escola na América Latina. A segunda parte se aprofunda mais em como deveria ser tal transformação e que papel a tecnologia poderia ter para criar uma janela de oportunidade que a tornasse possível. A terceira parte apresenta, à luz das descobertas da pesquisa, que forma essa transformação pedagógica está tomando graças à tecnologia, apresentando exemplos referendados por evidências do mundo todo, embora com particular referência à América Latina. Uma última parte resume as ideias fundamentais a título de conclusão e esboça igualmente as possíveis implicações e recomendações para políticos, líderes escolares e professores.

Longe de tentar esgotar a questão, este documento de reflexão busca abrir novas perspectivas e informar o debate, sempre a partir da evidência empírica. Como o eixo fundamental do documento relaciona-se a um processo já em andamento, embora em constante evolução, o mais provável é que seja efêmero quanto aos dados, mas é de se esperar que algumas das ideias que contém sejam suficientemente inspiradoras para que outras tentativas futuras melhorem ainda mais nossa compreensão do papel que a tecnologia já está desempenhando na necessária transformação da educação na América Latina e como tirar maior proveito dela.

De que transformações a escola na América Latina precisa?

Durante os últimos anos, a maior parte dos países da região experimentou progressos importantes em aspectos chave como o desenvolvimento global, o crescimento econômico e, em menor medida, a redução da pobreza; tudo isso gerou um contexto favorável ao progresso na educação. Outra condição favorável, embora não em todos os países, foi a mudança demográfica que diminuiu a demanda potencial por educação. Entretanto, a persistência de elevados níveis de desigualdade e pobreza e a alta proporção de habitantes morando em zonas rurais ofereceram dificuldades adicionais à expansão de uma educação de qualidade na maior parte da região.

Economias em crescimento, desigualdades pendentes

Os países de América Latina vêm tendo nos últimos anos um crescimento econômico sustentado que tem também importantes consequências sociais. Pela primeira vez, desde 2011, a porcentagem da população que pertence à classe média é mais alto que o daqueles cuja renda os situa abaixo da linha da pobreza, de onde escaparam mais de 70 milhões de pessoas nos últimos dez anos. Segundo o Banco Mundial, a pobreza extrema na região decresceu de 25% para 13% mas, mesmo assim, na América Latina ainda há 80 milhões de pessoas vivendo na pobreza, metade delas no México e no Brasil.

A América Latina continua sendo a região com maior desigualdade do planeta. E a luta contra a desigualdade tem um de seus vértices na equidade no acesso aos serviços públicos, começando pela saúde e pela educação; e outro, talvez mais importante, nas políticas redistribuídas. A educação é particularmente importante ao contribuir para sustentar o desenvolvimento econômico, gerar riqueza e oferecer oportunidades de melhor renda e, ao mesmo tempo, uma melhor qualidade de vida a todos os cidadãos. Para que o crescimento econômico da região e a renda *per capita* continuem aumentando, bem como a classe média, será necessário um aumento da produtividade que não será possível sem uma melhor educação.

De acordo com várias estimativas, a região precisa de um aumento da renda real *per capita* de 7,5% ao ano para reduzir até 2030 a diferença em relação aos países mais desenvolvidos. Isso é mais do dobro do alcançado entre 2003 e 2011, anos de grande prosperidade econômica. Unicamente com melhor educação e mais competitividade, em termos de melhores políticas públicas, instituições, infraestrutura e uso da tecnologia, se conseguirá um aumento na produtividade *per capita*. De modo particular, a oferta de boa educação é uma excelente estratégia para gerar igualdade de oportunidades, além de aumentar a produtividade. Existe, nesse sentido, um amplo consenso acerca da importância da educação como motor do desenvolvimento econômico com equidade. Mas se diria que na região avançou mais rapidamente o acesso à tecnologia do que a qualidade da educação.

A tecnologia, onipresente

Tanto o acesso como o domínio e o uso adequado das tecnologias da informação e da comunicação são fundamentais para o desenvolvimento econômico e social, dado que se trata

de ferramentas que, quando usadas corretamente, fomentam o crescimento econômico, possibilitam a inovação e capacitam as pessoas com as competências que o mercado de trabalho demanda. Os jovens, tanto na América Latina como em outros lugares, são usuários privilegiados da tecnologia com infinidade de finalidades mas, ao mesmo tempo, necessitam ser acompanhados para ir além dos usos meramente recreativos e sociais para desenvolver as competências sociais e profissionais que os países da região já estão começando a demandar.

Segundo a CEPAL (Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe), a América Latina se transformou, durante a última década, em um mercado emergente no uso de programas e aplicativos tecnológicos por parte das empresas, dos governos e dos indivíduos, e o gasto nessa área alcançou 295.000 milhões de dólares em 2011, cerca de 5,2% do PIB. Entretanto, também é caraterístico da região o vínculo que existe entre a apropriação da tecnologia e o estrato socioeconômico: os dados disponíveis indicam que o quintil de maior renda tem um índice de uso que é cinco vezes superior à do quintil de menor renda. Medido em cifras percentuais, dados disponíveis para oito países mostram que o índice de uso da *internet* no setor de maior renda é de 58%, enquanto que no setor de menor renda é de 11%. Nesse marco, os países com maior índice de uso da *internet* nos segmentos mais pobres são Uruguai, Chile e Brasil, com um índice médio de 20%. Também são notórias as distâncias entre o uso das TIC em áreas urbanas e rurais, com prejuízo das últimas. No Brasil, o acesso global à *internet* se situava em 38%, mas era de 43% em áreas urbanas e somente de 10% em áreas rurais; no caso do Peru, chegavam à uma média de 12%, mas eram de l17,9% e de 0,3% em áreas urbanas e rurais, respectivamente (BID, 2012).

Neste contexto, um elemento de vital importância relacionado aos fatores do acesso e as habilidades para as TIC é o impacto da telefonia móvel. Os celulares, e especificamente os *smartphones* ou telefones inteligentes, são atualmente um dos canais preferidos pelos jovens para acessar a *internet* na região e no mundo inteiro. Entretanto, seu alcance não se restringe ao simples acesso, pois esses dispositivos se tornaram recursos do dia a dia com importantes impactos sobre os comportamentos sociais, o consumo cultural e até na forma como os jovens se relacionam com os conteúdos e as tarefas escolares. Tanto a proliferação dos celulares como, em nível mais geral, dos dispositivos móveis, como os *tablets*, são indicativos da transformação tecnológica e cultural que alguns vêm chamando de "complexo (ecossistema) portátil" (Pachler, Pimmer, & Seipold, 2011).

Todas essas cifras mostram que o uso da tecnologia na América Latina não para de crescer, mas ao crescer também pode gerar novas lacunas. Nos países da região, o acesso a estas novas tecnologias nas residências está fortemente condicionado pelo nível socioeconômico das famílias e, por isso, o sistema escolar tem sido a principal ferramenta para reduzir essa lacuna tecnológica, embora, certamente, esta continue sendo muito relevante na maioria dos países. Esse aspecto é particularmente relevante ao examinar as diferenças de gênero: em alguns setores em situação de pobreza e em zonas rurais, as mulheres jovens e meninas podem ter um acesso mais limitado às tecnologias de uso público, de modo que a escola pode se transformar em um lugar central para compensar essas desigualdades. Além de continuar equipando com tecnologias as escolas onde se educa quem não pertence aos setores privilegiados, o desafio futuro é como conseguir que, além do uso recreativo, os estudantes latino-americanos lhes deem um uso com potencial educativo; isso

supõe capacitar melhor os docentes para incorporar a suas práticas de ensino essas novas tecnologias.

Por consequência, os países da região dispõem, nesse parque crescente de equipamentos, conectividade e uso da tecnologia, de uma formidável alavanca para o crescimento econômico e social, que começa a ficar acessível ao bolso de muitos estudantes e disponível em uma infinidade de centros escolares. O acesso e o uso da tecnologia na educação é uma questão fundamental para a capacitação, a geração de competências e a possibilidade de acesso a empregos mais qualificados. A questão abordada nas próximas páginas é como possibilitar uma necessária transformação da educação que permita otimizar o uso da tecnologia no contexto das novas demandas educativas e dos desafios ainda pendentes da educação na América Latina.

Um crescimento espetacular do acesso à educação

Desde os anos cinquenta, e durante as cinco décadas seguintes, o foco esteve na ampliação da cobertura dos anos do Ensino Fundamental (quer dizer, os primeiros nove anos de educação) a todos os segmentos da sociedade. Os países da região têm um alto nível de acesso aos anos iniciais do Ensino Fundamental, com um índice de matrícula de 94%. Além disso, durante a década passada tanto a repetição escolar como a desistência mostraram tendências favoráveis; isso fez com que os índices de retenção até os anos finais, assim como de conclusão, melhorassem de maneira muito significativa na maioria dos países, especialmente naqueles que partiam de uma pior situação. Esses avanços foram particularmente importantes entre a população mais pobre e que mora em zonas rurais, e fizeram com que as desigualdades internas tendessem a diminuir, embora se mantenham. Apesar desses avanços, em torno de um de cada dez (e em alguns países um de cada três) jovens de 15 a 19 anos não conseguiu concluir os anos iniciais do Ensino Fundamental (OREALC UNESCO, 2013).

Por outro lado, o Ensino Médio se expandiu levemente na região e o índice de matrícula aumentou de 67% para 72% no último decênio (OREALC UNESCO, 2013). Ao mesmo tempo, existem indícios que sugerem uma desaceleração no aumento da população jovem que completa esse ciclo, que se explica principalmente, não por razões de acesso ou falta de oferta, mas sim pela persistência de altos índices de repetição e desistência escolar. Os países da região apresentam uma situação muito heterogênea quanto ao nível de escolaridade dos adolescentes e jovens: enquanto alguns alcançaram níveis importantes de massificação do Ensino Médio, em outros este continua restrita a uma minoria da população. Em todos os países, essa desvantagem afeta desproporcionalmente os jovens mais pobres e os que moram em zonas rurais, embora em vários deles foram precisamente esses grupos que mais se beneficiaram dos progressos da última década. O Ensino Médio na América Latina deve fazer frente ao desafio de consolidar sua expansão, especialmente para a população menos favorecida, mas essa agenda de crescimento está intimamente ligada a outra de transformação da identidade, processos internos e formas de organização do Ensino Médio, sem a qual os objetivos de equidade e qualidade se verão seriamente comprometidos. Sem uma reforma integral será difícil massificar o Ensino Médio de maneira sustentável e significativa para os jovens.

O desafio pendente: aumentar a qualidade com equidade

Atualmente, já obtida uma elevada cobertura em todos os anos do Ensino Fundamental, surgem novos desafios. De fato, uma simples observação dos principais indicadores da educação na região mostra que, apesar de o acesso às oportunidades de escolarização ter melhorado de forma espetacular, a qualidade não tem acompanhado esse crescimento. Os países da América Latina ocupam as últimas posições nas provas PISA da OCDE (Bos, Ganimian, & Vegas, 2013), a média de abandono escolar é de 40% e é deficitária a cobertura pública da Educação Infantil - uma peça chave na batalha pela equidade na educação.

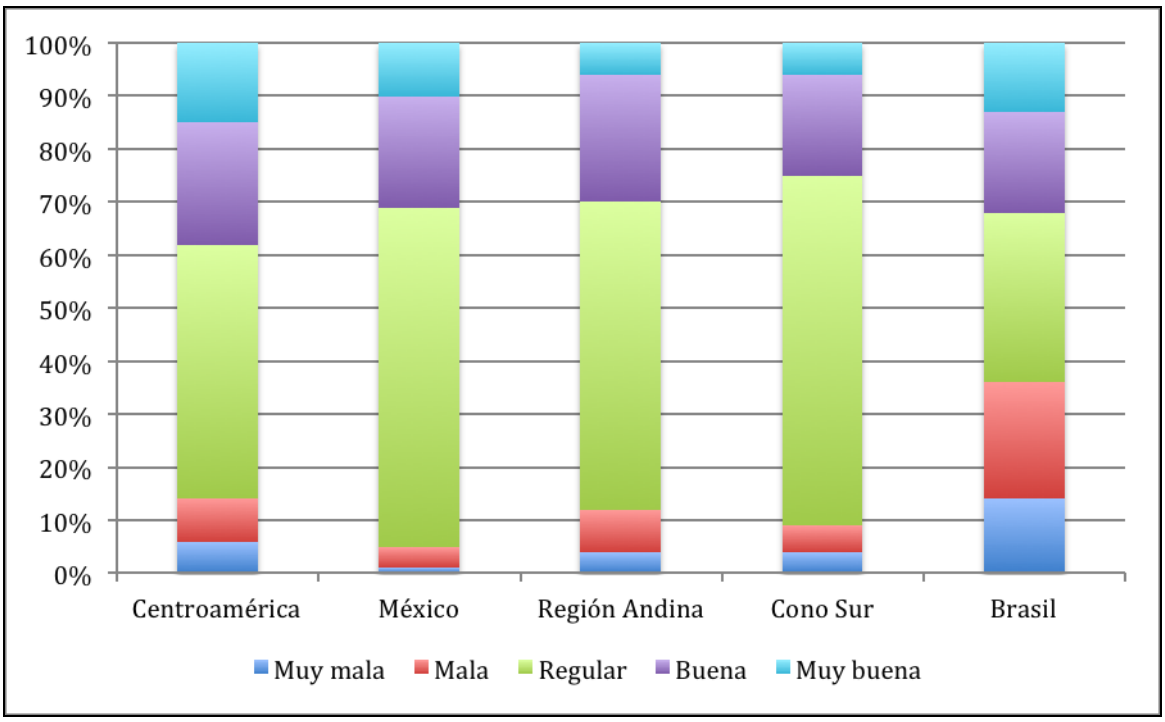
Os resultados acadêmicos dos estudantes da região são preocupantes. Em média, aproximadamente um terço dos estudantes dos anos iniciais e quase a metade dos alunos dos anos finais do Ensino Fundamental não parecem ter adquirido as aprendizagens básicas em leitura, e em matemática os resultados são ainda menos satisfatórios. Concretamente, a prova *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS), que mediu no ano de 2007 os resultados de matemática em 48 países, mostrou que Colômbia e El Salvador, que foram os dois países participantes da região, se encontram abaixo da maioria dos demais que aplicaram a prova, ocupando os lugares 40 e 45, respectivamente. Por sua vez, os resultados mais recentes do *Programme for International Student Assessment* (PISA) mostram um cenário ainda mais preocupante. A média em matemática para os países da região que participaram desse exame é 20% inferior à média geral. Um dos dados mais destacados é a distância existente com respeito a países como a Coreia e Taiwan, que há somente 30 anos se encontravam bem longe do país de posição média da América Latina em termos de nível educativo, mas que agora mostram resultados significativamente superiores - sem falar de Shanghai, na China.

Devemos recordar, porém, que as desigualdades socioeconômicas existentes tendem a reproduzir-se quando a oferta da educação não abarca políticas e estratégias compensatórias. De acordo com o conhecido efeito Mateus, os que mais têm são, na ausência de políticas compensatórias, os que mais e melhor recebem. As famílias com menor educação tendem a ter menor renda, o que na região as limita a piores oportunidades de educação para seus filhos, alimentado o círculo vicioso da desigualdade. As pessoas que vivem na extrema pobreza têm menos anos de educação comparadas às que conseguiram ascender à classe média e acabam realizando não só trabalhos menos qualificados mas também pior remunerados e mais precários. A exclusão e desigualdade que afetam os estudantes pertencentes a populações indígenas é muito elevada e generalizada na América Latina, tanto no acesso como na progressão e resultados de aprendizagem nos diferentes ciclos escolares. Os estudantes indígenas se encontram sistematicamente entre as categorias sociais menos favorecidas no campo educativo na região, situação que muitas vezes se potencializa por sua localização em zonas rurais e pela condição de pobreza em que vivem. Isso se explicaria pela persistência de padrões discriminatórios tanto em termos culturais como pedagógicos e institucionais na educação, assim como a aplicação de políticas de assimilação linguística e cultural, o que dificulta um melhor resultado educativo dos estudantes indígenas.

Finalmente, outro importante desafio pendente é aumentar a permanência dos jovens no sistema educativo (Cabrol & Székely, 2012). Hoje quase todos os países da região enfrentam maiores níveis de desistência escolar precisamente na transição entre os anos

finais do Ensino Fundamental e o Ensino Médio (ou *bachillerato* nos países hispânicos), nível no qual, em média, somente cinco de cada 10 jovens se encontram matriculados. Muitos abandonam antes mesmo de completar os anos finais do Ensino Fundamental. Essa nova problemática apresenta várias dimensões de risco. A etapa que se inicia a partir dos 15 anos é crítica para a formação da personalidade, o desenvolvimento da capacidade para tomar decisões, a conformação de padrões de conduta, a aquisição de valores, a consolidação de atitudes de tolerância à diversidade, o desenvolvimento de habilidades para pertencer e trabalhar em grupos, e a conformação da identidade pessoal, entre outras capacidades e competências. Em outra esfera, no nível da comunidade, trata-se de uma idade estratégica para configurar um sentido de pertencimento e integração social e para construir valores de confiança, o que resulta na conformação de um tecido de coesão social. Sem o suporte, a integração e a proteção adequados, os jovens que transitam essa faixa etária estarão expostos a uma série de riscos que influenciarão suas possibilidades de desenvolvimento bem como as de seus países. Entre as causas de desistência destaca-se a falta de pertinência da educação, que os jovens latino-americanos identificam como um dos motivos que os incitam a abandonar os estudos. O seguinte gráfico mostra, precisamente, que a percepção da qualidade da educação por parte dos jovens é esperançosa, mas claramente ancorada no meio termo.

Percepção dos jovens sobre a qualidade da educação, 2012



Fonte: Organização Iberoamericana da Juventude, 2013.

Tudo isso tem um claro reflexo na capacidade dos sistemas escolares de gerar as competências que as empresas necessitam. Uma pesquisa recente do BID aos empresários na Argentina, no Brasil e no Chile identificou que a maioria das empresas tem dificuldades para encontrar as competências que precisam nos jovens saídos do Ensino Médio (Bassi, Busso, Urzúa, & Vargas, 2012). Mais ainda, somente 12% dos entrevistados declararam não ter dificuldades para encontrar as competências que sua empresa requer. Também se evidencia que, nesse aspecto, os empresários chilenos parecem ter menos dificuldades que os argentinos e os brasileiros. Nos três países, as habilidades socioemocionais foram, segundo os empresários entrevistados, as mais difíceis de encontrar entre os jovens.

O potencial transformador da tecnologia na educação

Tem-se dito e repetido até a exaustão que se um professor de finais do século XIX entrasse hoje em uma sala de aula típica de uma escola na América Latina, a maioria das coisas lhe seriam muito familiares: o giz e a lousa, as carteiras ou os livros didáticos são tão comuns agora como naquela época. Entretanto, não são muitos aqueles que parecem se dar conta de que este mesmo professor antiquado se surpreenderia pelas demandas dos currículos de hoje. Por exemplo, há apenas um século se esperava dos estudantes de Ensino Médio na América Latina pouco mais que fossem capazes de recitar textos famosos, relatar fatos científicos simples e resolver problemas aritméticos básicos. Na Europa, por exemplo, os sistemas estavam pensados para que menos de 4% dos estudantes aprendessem álgebra antes de completar o Ensino Médio. Mas hoje em dia nossas escolas evoluíram muito, pelo menos, no terreno das expectativas: na América Latina se espera que todos os estudantes do Ensino Médio sejam capazes de ler e compreender uma grande variedade de textos, em vez de limitar-se a memorizar uns poucos sem entendê-los, e que se tornem competentes na resolução de problemas de matemática incluindo, por exemplo, álgebra, e mais: que apliquem a racionalidade científica a qualquer questão que lhes seja proposta. Esta tendência ao aumento das expectativas vem se acelerando devido à explosão do conhecimento e às crescentes demandas dos locais de trabalho. Cada vez será maior o número de estudantes que terão de aprender a navegar em meio a grandes quantidades de informação e a dominar o cálculo e outros temas complicados para participar plenamente de uma sociedade cada vez mais tecnológica. Assim, embora as ferramentas básicas da classe (lousas e livros) que dão forma a como a aprendizagem é conduzida não tenham mudado muito no último século, as demandas sociais sobre o que os estudantes devem aprender têm aumentado dramaticamente na região.

A necessária transformação da escola

Existe consenso entre os analistas de políticas educativas acerca de que, para atender essas demandas, será necessário repensar como os professores planejam e executam os processos de ensino e aprendizagem, e ajudá-los a colocar em prática essa nova visão. Na América Latina, como em outros lugares, o debate se centra agora na identificação e aplicação das reformas mais apropriadas para dar vazão a essas maiores exigências nos currículos, na formação do professorado, na avaliação dos estudantes, na gestão e administração, nas instalações físicas e seu equipamento (OREALC UNESCO, 2013). O papel que a tecnologia pode ou deve desempenhar dentro desse movimento de reforma ainda não está, entretanto, muito bem definido: à medida que o desenvolvimento econômico avança e a riqueza cresce, muitos governos e responsáveis pelos centros educativos têm maior disponibilidade e interesse pelos recursos tecnológicos, conteúdos digitais e os equipamentos que lhes dão suporte.

É, porém, intrigante pensar que, no passado, inovações na tecnologia dos meios de comunicação, como o rádio, a televisão, o cinema e o vídeo, tiveram efeitos isolados e marginais sobre o que os estudantes aprendiam na escola e como, apesar de seu revolucionário potencial educativo. Do mesmo modo, apesar de hoje a tecnologia digital ser uma força onipresente e poderosa tanto na sociedade quanto na economia, com muitos

defensores de seus potenciais benefícios educativos, também é certo que é cara, implica riscos de mal uso e, por fim, pode acabar tendo efeitos marginais sobre a qualidade da educação. Entretanto, tem-se investido vários bilhões de dólares, tanto públicos como privados, em equipar as escolas com computadores, *tablets* e conexão à *internet*, e há promessas de que ainda mais fundos sejam dedicados a esse objetivo no futuro, sem esquecer o gasto que as famílias já estão fazendo para se equipar e que se traduz em dispositivos que um número crescente de estudantes, embora não todos, têm já nas mãos ou nos bolsos.

Como cada vez tem-se comprometido maiores recursos para levar computadores e *tablets* às salas de aula, as famílias, os responsáveis políticos, os responsáveis pelos centros educativos e especialmente os professores devem ser capazes de entender como a tecnologia pode ser utilizada de modo mais eficaz para melhorar a aprendizagem do estudante. E logo se chega à conclusão de que isso só pode ser feito se transformar o ensino. Sem uma transformação da educação que se traduza em mais e melhores competências para todos, dificilmente a América Latina poderá aproveitar as oportunidades que a sociedade e a economia do conhecimento oferecem. Estima-se, por exemplo, que melhorar a qualidade dos recursos humanos de um país em cerca de 10% pode levar a um aumento dos índices de crescimento econômico equivalente a 0,87 pontos de maneira permanente; isso elevaria, por exemplo, o índice anual de crescimento de um país como a Bolívia de 5% para 5,87%. Estudos da OCDE indicam que uma melhora de 5% nos resultados das competências dos estudantes em matemática, língua e ciências permitiria aumentar a renda da atual geração em 25% ao longo de sua vida (Cabrol & Székely, 2012).

Como melhorar a qualidade da educação é uma pergunta que admite muitas respostas possíveis. A maioria daqueles que têm que tomar decisões nesse campo, inclusive os líderes escolares e os próprios docentes, encontra-se ante uma diversidade de opções, mas com pouca informação sobre quais são as políticas ou as estratégias mais adequadas ou de maior impacto em determinadas circunstâncias (Aguerrondo & Lugo, 2010; Sunkel & Trucco, 2012). Mas parece surgir um consenso na região sobre três elementos importantes:

- **O conceito do ensino como mera transmissão de conteúdos deve ceder lugar para novas metodologias que possibilitem o desenvolvimento das competências** dos estudantes para operar sobre os conteúdos. A definição mais clara de competência é a de um conjunto de capacidades ou desempenhos que integram conhecimentos, habilidades e atitudes que os estudantes aplicam em contextos específicos para um propósito determinado. Nesse sentido, a pergunta fundamental do currículo não é o que os estudantes sabem e sim o que são capazes de fazer com o que sabem (*Partnership for 21st Century Skills Task Force*, 2007). Por consequência, tanto o currículo como os mecanismos de avaliação da aprendizagem dos estudantes devem ser reformados nesse sentido.

- **O pilar fundamental da qualidade educativa são as competências profissionais docentes**: se os estudantes não se encontram em suas classes com docentes capazes de gerar maiores oportunidades de aprendizagem, não se produzirá uma genuína melhora da qualidade educativa. Infelizmente, há muitos indícios que sugerem que a situação predominante da docência na América Latina não é a desejável e, portanto, o desafio do desenvolvimento docente é gigantesco: configurar uma carreira

profissional docente capaz de atrair jovens com talento para lecionar, formar adequadamente os candidatos, reter na sala de aula (especialmente nos setores menos favorecidos) os professores competentes, e fazer do desenvolvimento profissional uma necessidade e uma exigência com incentivos. Dado o caráter sistêmico de todos esses processos, é difícil avançar em um deles sem avançar nos demais. O desenvolvimento docente é, portanto, o requisito básico caso se queira conseguir uma verdadeira transformação da escola.

- Com um corpo docente competente e com as condições apropriadas, **o uso da tecnologia na educação permite criar ambientes de ensino e aprendizagem que facilitem o desenvolvimento das competências** que a sociedade e a economia esperam hoje dos estudantes na América Latina. A formação de competências, inclusive as digitais, é cada vez mais importante no âmbito educativo como uma necessidade para a inclusão na sociedade do conhecimento: a tecnologia não é só um potente recurso para a aprendizagem, é uma ferramenta cada vez mais relevante para a vida. Por isso, o potencial da tecnologia não se refere somente à alfabetização digital, já que pode ser utilizada para promover competências modernas e melhorar o desempenho educativo dos estudantes em todos os domínios.

Quando falamos em tecnologia, de que estamos falando?

Hoje em dia, o significado que se atribui ao termo "tecnologia" em educação cobre, na realidade, um leque de dispositivos, serviços, conteúdos e aplicativos digitais. Os mais importantes são descritos brevemente a seguir.

Dispositivos

Uma das características mais destacadas do panorama dos dispositivos utilizados na educação escolar é seu caráter multiforme. Atualmente, limitar-se a relacionar a tecnologia a computadores é, na verdade, manter uma visão ancorada no século XX. Ainda que os dispositivos predominantes na maioria das escolas da América Latina continuem sendo os computadores de tipo *desktop*, são muitos os países que, como Brasil, Colômbia, Peru, Uruguai ou Venezuela contam com iniciativas de distribuição massiva de computadores portáteis que, cada vez mais, tendem a ser substituídos por *tablets*. Não se pode esquecer, por outro lado, que um número crescente de famílias, nesses mesmos países, está equipando seus filhos com dispositivos como os anteriores mas, cada vez mais, também com *smartphones* (M. Madden et al., 2013; Pedró, 2012a).

À parte desses dispositivos, outro emergente no contexto escolar é a lousa digital interativa, que provavelmente foi introduzida com maior facilidade nas salas de aula dos centros escolares desde a Educação Infantil até o ensino universitário, e não apenas nos países desenvolvidos. Essa lousa, conectada a um computador, permite o fácil uso de recursos interativos e multimídia por parte do docente. Há fundamentalmente duas razões para esse sucesso. Por um lado, é uma tecnologia condizente com os modelos tradicionais de docência

porque respeita e reforça o papel central do docente e não exige uma mudança substancial em sua forma de ensinar, ao mesmo tempo em que lhe permite acessar uma maior variedade de recursos digitais. Por outro lado, seu custo é relativamente baixo pois, segundo os países, sua aquisição significa um desembolso que costuma ser menor ao equivalente a dois *desktops* e seu ritmo de obsolescência é mais baixo. Seu crescimento tem sido espetacular sobretudo nos Países Baixos, países nórdicos e Reino Unido. Seus opositores afirmam que consolida um paradigma tradicional do ensino, distante dos pressupostos construtivistas porque não deixa de ser, definitivamente, outra lousa.

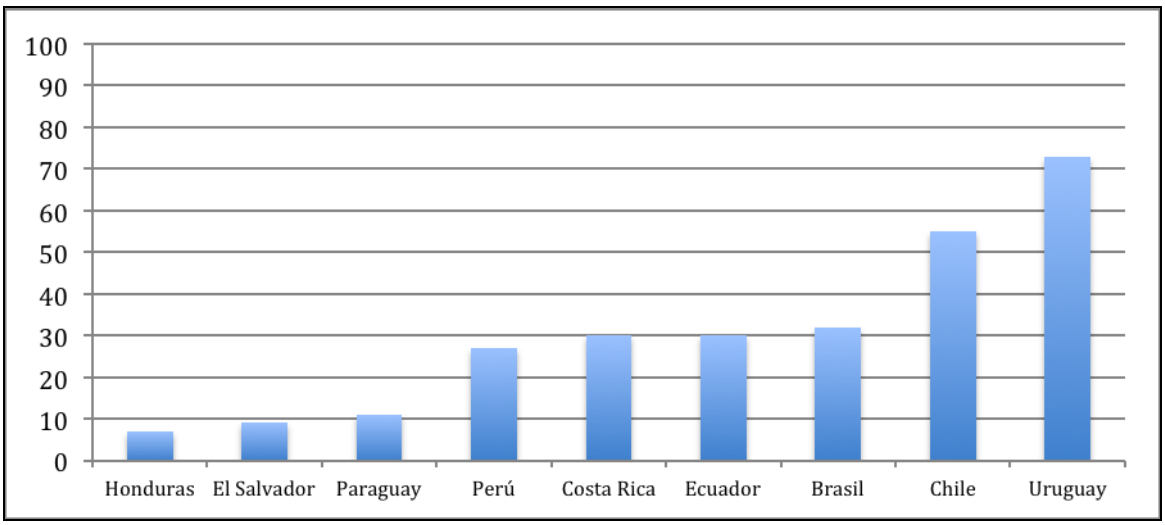
Consequentemente, os dispositivos desenham um panorama complexo, de onde surgem cada vez com mais força duas características diferenciadoras: o caráter pessoal do dispositivo, por um lado, e sua mobilidade implícita, por outro. Já não são apenas as escolas que se equipam, mas também os próprios estudantes. E é a convergência de ambos que parece levar mais centros escolares, e mesmo governos, a pensar em alternativas tecnológicas em educação que sejam independentes do tipo de dispositivo ou do sistema operativo utilizado, tendência que tem sido chamada de BYOD (*Bring Your Own Device*, que no contexto educativo poderia traduzir-se por "Use – na escola – seu próprio dispositivo").

Serviços

O principal serviço digital no mundo educativo é a conectividade. As formas contemporâneas de uso da tecnologia, tanto na educação como na vida privada, exigem uma boa conectividade. Apesar de haver grandes esforços públicos para dotar os centros escolares de banda larga, a situação na América Latina é extremamente díspar e com um grande atraso em relação, por exemplo, à Europa, onde a banda larga para uso educativo é universal em muitos países e, às vezes, gratuita para os centros. Os Estados Unidos também apresentam um grande atraso nesse aspecto em relação à Europa, com estados que contam com velocidades de acesso tão baixas que não permitem, por exemplo, ver vídeos.

Novamente, deve-se contar também com o fenômeno crescente da conectividade nas casas dos estudantes, que cresce na América Latina a um ritmo sem paralelo em outras regiões, e da conectividade móvel, que é o principal canal através do qual os jovens acessam a *internet* hoje em dia. Apesar de as diferenças entre países serem muito notáveis, o seguinte gráfico mostra como a porcentagem de crianças e pré-adolescentes que usam a *internet* regularmente começa a ser majoritário em alguns deles (Chile e Uruguai estão entre os que aparecem no gráfico).

Porcentagem de crianças de 5 a 14 anos de idade que usam a *internet* regularmente (2010)



Fonte: CEPAL, 2013.

Conteúdos

Os dispositivos conectados permitem não apenas comunicar mas também acessar conteúdos, adaptá-los, compartilhá-los e criar outros novos, sempre digitais. Por esse motivo, tanto professores como estudantes podem ser considerados "produmidores" potenciais: porque a tecnologia lhes permite consumir e também produzir conteúdos.

A proliferação de conteúdos digitais na rede cresce a ritmos exponenciais e, por essa razão, em educação convém diferenciar entre conteúdos, tão só (por exemplo, qualquer *site* na rede ou um *site* de vídeos), e recursos didáticos, que são os conteúdos digitais selecionados e orquestrados para um processo didático. Dessa forma, quando os recursos digitais apoiam ou complementam os livros didáticos e os recursos gerados pelos próprios professores em suportes tradicionais, exige-se uma orquestração apropriada aos objetivos didáticos e às características dos estudantes.

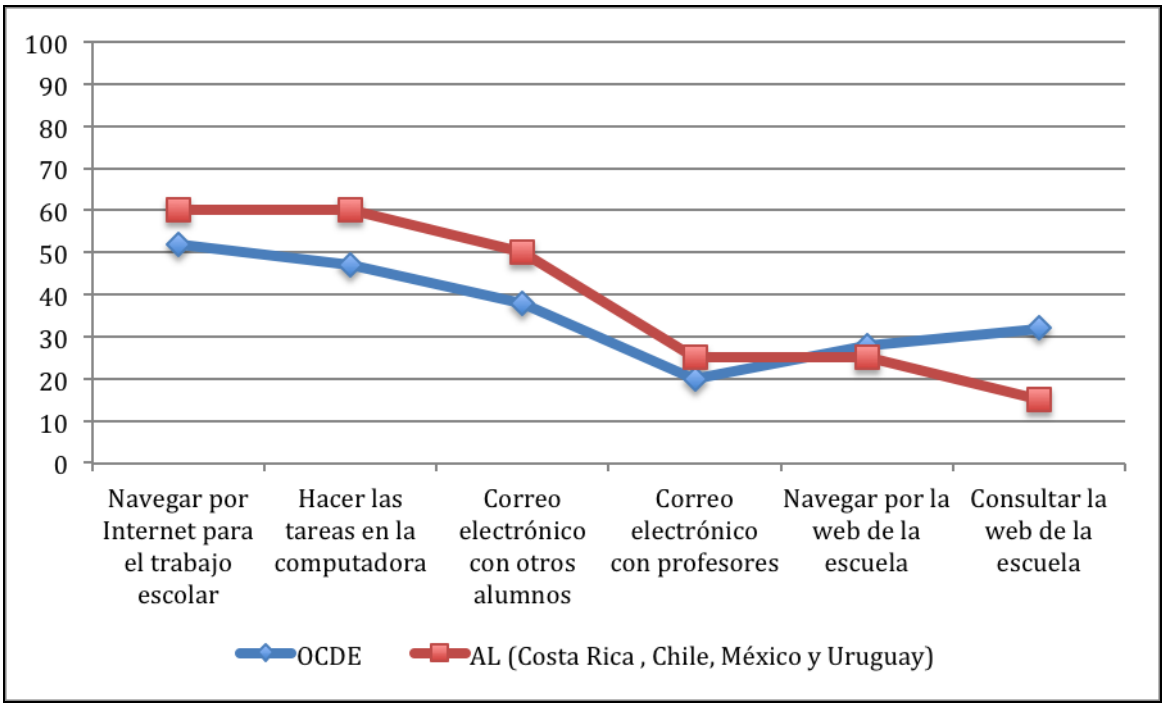
Há muitas discussões abertas sobre a natureza desses recursos, diferenciando os que são abertos, e permitem adaptações, e os que são fechados, ou entre os que são de acesso totalmente gratuito ou os que são pagos, o que vem levando ao surgimento de várias licenças de uso. Mas a natureza de um objeto digital (por exemplo, que seja livre ou não) não o torna mais ou menos apropriado para um uso didático, mesmo parecendo claro que os conteúdos digitais desenvolvidos especificamente por profissionais para um uso didático sempre terão maiores garantias de qualidade – tanto se ofertados por empresas como por comunidades de profissionais docentes, sejam gratuitos ou não.

Aplicativos

A história do impacto da tecnologia na vida cotidiana comprova que, hoje em dia, as pessoas investem em dispositivos e serviços porque, além de estar conectadas para se comunicar, querem aplica-los a fins concretos – daí o nome que se dá hoje aos programas -. Os estudantes, em especial, utilizam fundamentalmente aplicativos para compartilhar conteúdos e comunicar-se de múltiplas formas por meio das redes sociais. E tanto esses como os programas didáticos têm um grande potencial em educação.

Além disso, há as plataformas digitais, programas informáticos que permitem a execução integrada e relacionada de uma série de tarefas vinculadas, por exemplo, com a administração escolar, o acompanhamento do desempenho dos estudantes, a comunicação com as famílias e, obviamente, o trabalho escolar. A ideia é estender a presença da escola além dos horários e das paredes da sala de aula graças à tecnologia, na hora de utilizar seu potencial para melhorar a gestão do centro a partir de uma perspectiva global. Isso explica sua adoção universal em centros universitários e crescentes nos de Ensino Fundamental e Ensino Médio. Assim, em sua própria casa, os estudantes podem continuar realizando atividades, inclusive de caráter cooperativo, utilizando a plataforma comum, desenvolver exercícios e mesmo enviar suas tarefas para os docentes. De fato, o seguinte gráfico mostra que, em matéria de usos escolares da tecnologia em casa, o que os estudantes de alguns países da América Latina (Costa Rica, Chile, México e Uruguai) fazem pouco deixa a desejar à média de seus homólogos nos países da OCDE.

Usos escolares da tecnologia em casa por estudantes que a usam pelo menos uma vez por semana (2012)



Fonte: Base de dados PISA da OCDE, 2014.

O potencial da tecnologia e a efetividade do seu uso na sala de aula

Essas oportunidades emergentes, somadas a uma coletividade estudantil cujo cotidiano é, de certa forma, dependente da tecnologia, são janelas abertas à mudança. Mas como? Uma das imagens caricaturescas mais difundidas da tecnologia na educação representa um computador que substitui o docente, oferecendo automaticamente a informação aos estudantes, que devem assimilá-la, fazer exercícios e responder a questões factuais que o computador lhes propõe até demonstrarem ter aprendido a lição e conseguir, assim, passar à próxima unidade didática. Tal imagem tem servido durante anos para negar a competência dos docentes e seu valor nos processos de ensino e aprendizagem embora, como muito acertadamente afirmou Arthur C. Clarke (1917-2008), o conhecido autor de *2001, uma odisseia no espaço*: "qualquer professor que possa ser substituído com sucesso por um computador, merece ser substituído". Certamente, as versões mais iniciais do ensino assistido por computador se estruturaram de forma muito parecida a livros de exercícios eletrônicos por cujas telas os estudantes transitavam de uma forma passiva, tal como prescrevia um currículo orientado à transmissão de conhecimentos. Por muito que pareça risível pedagogicamente falando, essa aproximação persistiu e continua tendo aceitação entre os que defendem que o principal objetivo da educação escolar é a transmissão de conhecimentos, e continua sendo praticada nos casos em que se deve treinar para passar em um exame centrado exclusivamente nos conhecimentos ou em habilidades muito simples, como é o caso da prova teórica que deve ser superada com o fim de obter a permissão para dirigir automóveis.

Via de regra, em ambientes escolares todos esses esforços têm levado a resultados pobres, particularmente quando a ênfase do currículo já não está apenas nos conhecimentos mas também nas competências, não só digitais, algo muito mais complexo de aprender e desenvolver, e igualmente de avaliar, mas cada vez mais importante nos currículos escolares da América Latina (Sunkel, Trucco, & Espejo, 2014). Certamente, verificou-se em alguns casos que o uso da tecnologia para auxiliar a aprendizagem exclusiva de conteúdos pode conseguir fazer com que os estudantes que treinam corretamente obtenham melhores resultados em provas que têm as mesmas caraterísticas e o mesmo formato dos exercícios que praticaram. Mas na maioria dos casos, os resultados obtidos são praticamente os mesmos dos demais estudantes que foram objeto de ensino direto por parte de docentes durante o mesmo período de tempo. Por exemplo, um estudo recente utilizou métodos experimentais para avaliar o impacto de uma ampla variedade de programas para a aprendizagem de matemática e leitura baseada no princípio do ensino assistido por computador em 132 escolas com uma amostra de mais de 9.400 estudantes (Berlinski, Busso, & Cristia, 2013). E o resultado foi que não se encontrou uma diferença significativa nas notas dos estudantes que haviam utilizado esses programas em comparação com os estudantes que não os haviam utilizado. Outro amplo estudo que utilizou igualmente métodos experimentais para avaliar a efetividade da exposição dos estudantes a um programa de computador baseado no método fônico, não pôde encontrar nenhum efeito em termos de ganho nas provas de compreensão leitora (Borman, Benson, & Overman, 2009).

Os estudos realizados sobre a efetividade da tecnologia em sala de aula muitas vezes geram resultados mistos ou pouco conclusivos, por isso é difícil generalizar sobre o impacto global da tecnologia na melhora da aprendizagem. Na realidade, a pergunta correta não é qual é o impacto da presença da tecnologia nos resultados da aprendizagem, e sim qual é o impacto dos planejamentos dos processos de ensino e aprendizagem em que a tecnologia é um suporte imprescindível. Formulada assim a pergunta, os resultados parecem muito mais claros. Por exemplo, em um dos poucos estudos de grande escala conduzidos nos Estados Unidos, concluiu-se que alguns dos enfoques didáticos para o uso da tecnologia educativa para aumentar a compreensão de matemática de estudantes de quarto e oitavo ano eram eficazes, enquanto que outros não eram, muito pelo contrário (M. Dynarski et al., 2007). Mais concretamente, quando as ferramentas tecnológicas foram usadas para animar os estudantes a raciocinar profundamente sobre a matemática, comprovou-se um aumento dos resultados de aprendizagem, enquanto que quando as ferramentas eram usadas simplesmente para permitir a prática repetitiva de habilidades de uma forma mais divertida para os estudantes, na verdade pareciam diminuir o rendimento - era como se os estudantes se distraíssem por causa da tecnologia. Tudo isso é consistente com a meta-avaliação de mais de 800 estudos diferentes realizada por Hattie e que conclui que o maior impacto ocorre quando a tecnologia é utilizada para trabalhos em pequenos grupos e para *feedbacks* remediadores ou preventivos, e não para a simples utilização da *internet* para fazer buscas (Hattie, 2009).

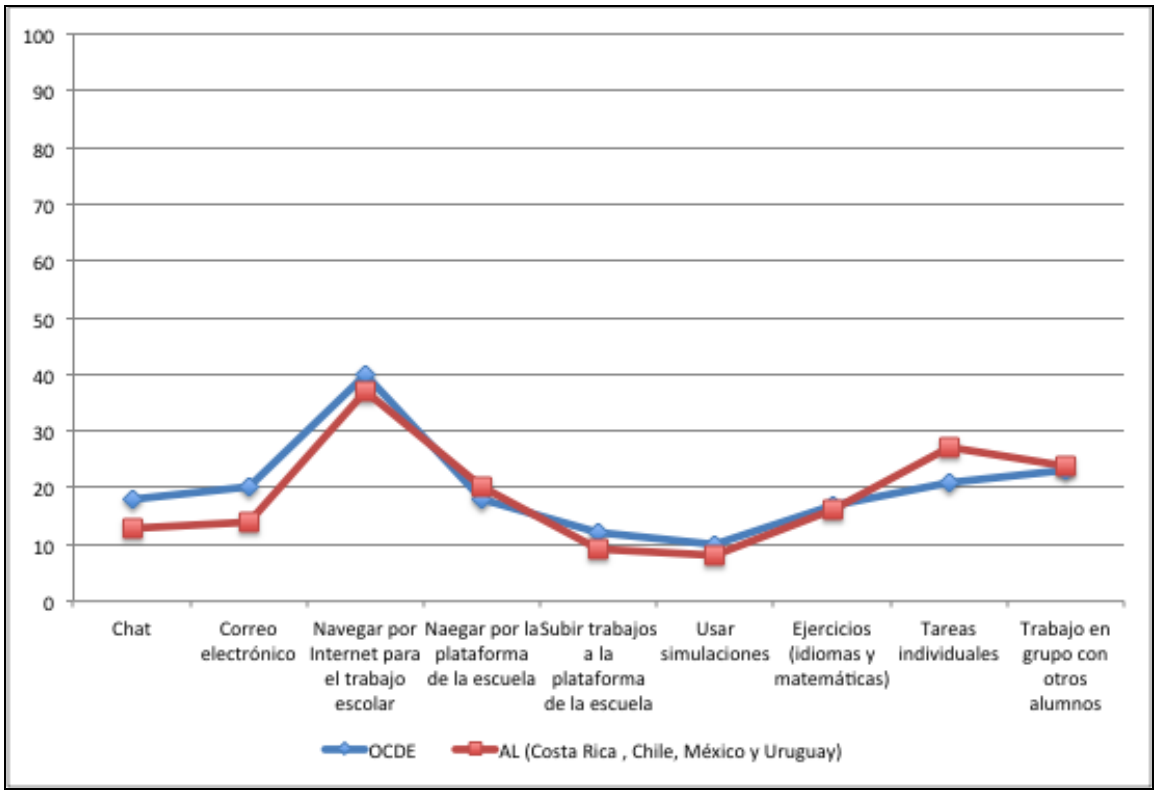
Três razões principais contribuem para esses resultados mistos. Em primeiro lugar, o equipamento, as ferramentas e os conteúdos empregados variam entre as escolas, e inclusive há uma grande disparidade na forma como as escolas utilizam a tecnologia; por isso a falta de resultados uniformes não surpreende. Em segundo lugar, o uso bem sucedido da tecnologia sempre vai acompanhado de reformas simultâneas em outros aspectos – como o currículo, a avaliação e o desenvolvimento profissional dos docentes – pelos quais os ganhos na aprendizagem não podem ser atribuídos exclusivamente ao uso da tecnologia, e menos ainda a sua presença exclusiva. E terceiro, os estudos longitudinais com metodologias rigorosas, que poderiam documentar os efeitos isolados da tecnologia, raramente são realizados pois são caros e difíceis de aplicar.

O senso comum, o mesmo dos estudos de avaliação, indica que quanto maior o uso da tecnologia maior será o retorno do investimento, do ponto de vista financeiro. Mas o aspecto verdadeiramente importante aqui é o retorno pedagógico e, nesse sentido, pode-se afirmar que o uso diário da tecnologia é um bom indicador da persistência da mudança pedagógica. Tem-se demonstrado, por exemplo, que se um estudante passa apenas 30 minutos por semana trabalhando com tecnologia, o máximo benefício em termos de produtividade de aprendizagem será inferior a 2%. Entretanto, a produtividade melhora entre 51% e 63% nas escolas que adotam a modalidade 1 a 1 e onde cada estudante usa diariamente seu dispositivo para desenvolver atividades de aprendizagem (Bebell & O'Dwyer, 2010).

Infelizmente, muitas escolas que dispõem da tecnologia para tornar possível a modalidade 1 a 1 mostram na realidade uma baixa intensidade de uso: nos Estados Unidos, 40% das escolas equipadas para a modalidade 1 a 1 registram que seus estudantes não utilizam a tecnologia diariamente, e o mesmo parecem afirmar algumas das avaliações das iniciativas 1 a 1 na América Latina (Arias Ortiz & Cristia, 2014). O seguinte gráfico mostra, neste sentido, os principais usos escolares da tecnologia na escola, indicando em cada caso a porcentagem de estudantes de 15 anos de idade que os realiza ao menos uma vez por

semana. O gráfico compara a média dos países da OCDE à média dos únicos quatro países da região para os quais o PISA dispõe de dados sobre o tema. Curiosamente, há poucas diferenças entre a média da OCDE e a desses países da América Latina.

Estudantes de 15 anos de idade que utilizam a tecnologia na escola ao menos uma vez por semana, por tipo de uso (2012)



Fonte: Base de dados PISA da OCDE, 2014.

Esta é uma descoberta que pode parecer surpreendente, mas há múltiplas razões que poderiam explicá-la, por exemplo:

- Algumas escolas se encontram envolvidas em uma iniciativa 1 a 1 que lhes foi imposta de cima para baixo. Essas escolas não têm uma massa crítica de professores comprometidos com as mudanças pedagógicas que essa modalidade permitiria.
- Em muitas escolas os professores não têm níveis adequados de desenvolvimento profissional.
- Muitas escolas contam com os equipamentos mas não com os programas ou aplicativos que necessitariam. Com frequência recebem ferramentas padrão, independentemente de suas necessidades.
- Os dispositivos são utilizados meramente para atividades mecânicas, não de aprendizagem. Por exemplo, pode-se pedir aos estudantes que usem seus dispositivos

para visitar uma página *web* e em seguida escrever um relatório de duas páginas a mão em papel ou em um processador de textos.

- O uso do computador está limitado ao uso de ferramentas informáticas, como processadores de texto ou navegadores *web*, mas com limitações. Há uma ausência de usos mais complexos.

É assim que facilmente chega-se à conclusão de que uma ferramenta tecnológica pedagógica adequada é a base para fazer a tecnologia decolar com sucesso nas escolas, independentemente de qual seja o número de estudantes por computador.

A ambição transformadora da educação: mudanças de primeira e de segunda ordem

Nesse sentido, é muito útil a distinção que Cuban fez anos atrás entre mudanças pedagógicas de primeira e de segunda ordem porque ajuda a entender melhor qual é o verdadeiro valor agregado da tecnologia na educação, muito além de possibilitar que os estudantes aprendam sobre tecnologia ou programação (Cuban, 1988). A diferença entre a primeira e a segunda ordem reside na profundidade das mudanças: enquanto as de primeira ordem não modificam substancialmente os processos, as de segunda ordem permitem transformá-las radicalmente. Alguns exemplos ajudarão a esclarecer essa distinção.

Uma mudança de primeira ordem se dá quando a incorporação de uma nova tecnologia permite melhorar os processos que suporta, sem modificá-los radicalmente. Um exemplo escolar claro é a substituição do uso das lousas individuais por parte dos estudantes por lápis e papel, algo que aconteceu na América Latina há pouco mais de um século e que, infelizmente, ainda não se deu em alguns dos países menos desenvolvidos do mundo. As vantagens do lápis e papel sobre a lousa individual para registrar anotações são múltiplas, e vão desde a persistência e a durabilidade até a limpeza. Também é possível pensar que, devido às melhoras introduzidas pelo lápis e papel, os docentes mudassem em algo sua forma de ensinar ou as caraterísticas dos trabalhos que os estudantes deveriam realizar. Além disso, embora seja impossível medir a esta altura, é inclusive possível pensar que os alunos pudessem aprender mais e melhor com esse sistema somado à dedicação extrema de seus professores, dentro de suas competências. Mas a ordem de magnitude das mudanças não permite de forma alguma falar, neste caso, de uma transformação da metodologia docente, nem dos processos de ensino nem dos de aprendizagem.

Uma mudança de segunda ordem se produz quando se modificam radicalmente os procedimentos, transformando-os: pode-se passar a fazer coisas muito diferentes, com diferentes benefícios igualmente. Tomemos o exemplo dos livros escolares. Embora os primeiros, muito rudimentares, tenham começado a circular na Europa no século XVII, sua progressiva generalização não chegaria até o século XX e ainda hoje existem escolas na América Latina onde nem todos os estudantes têm um. O fato de cada estudante em uma classe ter seu próprio livro didático permite, pela primeira vez, que o docente possa propor aos estudantes atividades radicalmente diferentes (como ler um fragmento em silêncio ou sublinhar as palavras desconhecidas) que não poderiam ser propostas sem os livros. Além disso, se os livros escolares desaparecessem para sempre de uma sala de aula contemporânea, os professores teriam que redesenhar completamente os processos de

ensino e aprendizagem. Eis a prova de que se trata de uma mudança de segunda ordem, verdadeiramente transformadora.

O que ocorre quando essa definição da magnitude das mudanças pedagógicas se aplica ao caso do uso da tecnologia em classe? A esperança e a ambição é que haja possíveis mudanças que transformem a metodologia pedagógica (Carneiro, Toscano, & Díaz, 2009), quer dizer, mudanças de segunda ordem, mas a realidade é teimosa e mostra que, em muitíssimos casos, os limites da mudança de primeira ordem não são ultrapassados: permanecem a mesma pedagogia, as mesmas estratégias e praticamente as mesmas atividades.

Em consonância com o que sugere o senso comum, a evidência empírica permite concluir que investir em tecnologia educativa para continuar fazendo o que um docente pode fazer igualmente e por si só, sem nenhum suporte tecnológico, não vale a pena (Greaves, Hayes, Wilson, Gielniak, & Peterson, 2012). Pode ser que tenha um quê de modernidade, mas utilizar a tecnologia para fazer o mesmo que se faria sem ela não permite avançar para uma maior qualidade da educação: é fazer o mesmo de sempre, mas gastando mais. É possível, inclusive, que os resultados sejam piores do que quando o docente empregava tecnologias e recursos mais relacionados à sua visão do ensino.

Em suma, hoje os estudantes das escolas da América Latina necessitam de aproximações pedagógicas acordes com as necessidades e as expectativas sociais e econômicas de seus países. Já não basta que aprendam conteúdos, eles têm que desenvolver as competências que lhes permitirão converter esses conteúdos em valor. E isso só pode ser conseguido de uma transformação do ensino.

Como a tecnologia está contribuindo para a transformação da educação?

Embora hoje a pesquisa tão somente possa apoiar conclusões limitadas sobre a eficácia global dos investimentos em tecnologia para melhorar a educação escolar, os estudos realizados até a data sugerem que certos usos podem melhorar a aprendizagem dos estudantes, vindo a transformar as práticas de ensino e aprendizagem. As próximas seções destacam várias possibilidades promissoras para melhorar o que os estudantes aprendem e como. O "como" e o "o quê" estão separados porque a tecnologia não só pode ajudar os estudantes a aprender melhor as coisas, mas também pode ajudar a aprender outras coisas, em particular passando da mera aquisição de conteúdos ao desenvolvimento de competências. Assim, por exemplo, em termos de expectativas de melhora da aprendizagem da matemática, o "como" aborda o problema da necessidade de melhorar a aprendizagem para conseguir aumentar assim de 70% para 100% a porcentagem de estudantes que sabem como resolver problemas de álgebra. O "o quê", por outro lado, aborda o problema de se é possível que a grande maioria dos estudantes vá além da álgebra para aprender cálculo - um tema que, no marco de um ensino tradicional, é evidentemente inalcançável para a maioria dos estudantes.

Sobre a base dos resultados de pesquisa existentes, a evidência mais forte nesse âmbito tende a se centrar nos programas para ciências e matemática para os anos iniciais e finais do Ensino Fundamental, ou seja, para estudantes de idades compreendidas entre os 10 e os 16 anos, aproximadamente (Wu et al., 2013). Esta evidência se aplica geralmente por igual a alunos e alunas. No futuro talvez a pesquisa encontre ganhos igualmente significativos para os anos iniciais do Ensino Fundamental, nas demais áreas do currículo ou mais em detalhe segundo o gênero ou a idade dos estudantes. As próximas seções se baseiam em resultados contrastados da pesquisa até a data, e apesar de terem sido considerados usos pedagógicos e ferramentas tecnológicas promissoras em uma vasta variedade de áreas disciplinares, as de ciências e matemática são as mais destacadas.

Melhorando a forma como os estudantes aprendem

De fato, há aproximações pedagógicas que parecem ter dado muito melhores resultados particularmente quando se busca transitar de um modelo de ensino centrado nos conteúdos a outro focado no desenvolvimento de competências, com a condição de que exista um desenho pedagógico com mudanças de segunda ordem. Nesse sentido, cada vez parece mais evidente que o redesenho pedagógico exigido só se pode ser implementado quando as possibilidades da tecnologia são utilizadas a fundo. Na realidade, há cada vez mais evidências empíricas que permitem identificar já sob quais aproximações pedagógicas suportadas pela tecnologia é possível conseguir resultados significativamente superiores aos das metodologias que não incorporam substancialmente a tecnologia (Arias Ortiz & Cristia, 2014).

Uma importante conquista científica do século XX foram os grandes avanços na compreensão da cognição, ou seja, os processos mentais do pensamento, da percepção e da

memória, e seu reflexo neurológico, que deram lugar, já no século XXI, a um maior desenvolvimento das denominadas ciências da aprendizagem. Assim, não estará de mais recordar que a pesquisa cognitiva tem demonstrado que a aprendizagem é mais eficaz quando estão presentes quatro caraterísticas fundamentais:

1. a participação ativa do estudante;
2. a aprendizagem cooperativa;
3. a interação frequente com os recursos com *feedback*;
4. as conexões com o mundo real; e
5. o papel do professor como orquestrador dos recursos e referencial dos estudantes.

Curiosamente, alguns dos pioneiros na pesquisa das ciências da aprendizagem também estão sendo pioneiros na exploração de como as tecnologias podem contribuir para a transformação dos desenhos pedagógicos. Essas conexões não são uma coincidência. Quando os cientistas começaram a compreender melhor as caraterísticas fundamentais da aprendizagem, se deram conta de que a estrutura e os recursos das salas de aula tradicionais frequentemente oferecem muito pouco apoio para a aprendizagem eficaz de cada estudante, enquanto que a tecnologia, quando utilizada eficientemente, pode possibilitar formas de ensino que estão muito melhor adaptadas à forma como os estudantes aprendem.

1. Aprendendo ativamente

A pesquisa demonstrou que os estudantes aprendem melhor quando participam ativamente da "construção de" seu conhecimento por meio de uma combinação de experiência direta, interpretação pessoal e interações estruturadas com seus colegas e com o professor. Quando eles assumem o papel relativamente passivo de limitar-se a receber a informação que lhes chega por meio de lições e da leitura dos livros escolares (o modelo de "transmissão"), muitas vezes não conseguem desenvolver compreensão suficiente para aplicar o que aprenderam a situações fora de seus livros e das salas de aula, algo que o Programa PISA da OCDE tem trazido à tona reiteradamente. Além disso, os estudantes têm diferentes estilos de aprendizagem. O uso de métodos de ensino e aprendizagem que vão além das lições e dos livros escolares pode ajudar a conseguir que os estudantes aprendam melhor a partir de uma combinação de recursos adequadamente orquestrados pelo professor.

As diferentes teorias contemporâneas da aprendizagem diferem entre si em alguns detalhes, mas os reformadores da educação parecem estar de acordo com os teóricos e os especialistas em que para melhorar a aprendizagem se deveria prestar mais atenção a como conseguir com que os estudantes participem ativamente do processo de aprendizagem, algo que tem a ver também com a questão do crescente desapego, desafeto ou desconexão da escola que muitos jovens experimentam na América Latina e em outros lugares. Atualmente,

espera-se que os marcos curriculares facilitem e estimulem os estudantes a ter um papel ativo na resolução de problemas, particularmente por meio da análise da informação, da pesquisa de soluções alternativas em equipe e de uma comunicação efetiva dos resultados – um conjunto de competências que vão muito além da simples enumeração das respostas corretas em uma prova de múltipla escolha.

Para começar, a pesquisa é conclusiva com respeito ao fato de que os estudantes aprendem mais quando utilizam a tecnologia para criar novos conteúdos por si mesmos, em vez de ser meros receptores de conteúdos desenvolvidos por outros (Bakia, Murphy, Anderson, & Trinidad, 2011). Um certo número de estudos comprovou que os estudantes demonstram um maior compromisso, mais autoeficácia, melhores atitudes em relação à escola e um melhor desenvolvimento de competências quando estão comprometidos com projetos de criação de conteúdos, o que lhes permite aplicar o que estão aprendendo. Essa complementação é importante para que a atividade não se limite a realizar uma produção vistosa, mas sem compreensão porque, em última instância, compreender é ser capaz de *pensar e agir de forma flexível* com o que se está aprendendo (Wiske, 1997). Entre outras possibilidades, isso inclui a participação na criação de conteúdos multimídia para comunicar ideias sobre a matéria que estão estudando, a redação de relatórios com representações gráficas dos dados pesquisados, o desenvolvimento de *sites* de *internet*, a preparação de apresentações, a produção de vídeos com seus celulares, a narrativa digital e outras muitas atividades possíveis.

Embora a aprendizagem ativa possa ser integrada às salas de aula com ou sem tecnologia, é certo que hoje esta oferece possibilidades que a convertem em uma ferramenta particularmente útil para esse tipo de aprendizagem. Por exemplo, este é o caso dos experimentos de laboratório em ciências. Os estudantes, sem dúvida, poderiam participar ativamente de experimentos sem necessidade de computadores nem de *tablets*; entretanto, quase duas décadas de pesquisa vêm demonstrando que os estudantes podem obter benefícios significativos quando os equipamentos são incorporados aos laboratórios tomando a forma dos denominados "Laboratórios baseados em tecnologia". Sob esse desenho, quando os estudantes realizam experimentos podem usar os computadores ou os *tablets* para transformar instantaneamente seus dados em gráficos, o que reduz o tempo entre a coleta de dados, sua interpretação e sua discussão. Assim, os estudantes já não têm que ir para casa traçar trabalhosamente pontos em um gráfico e depois levar os gráficos de novo à escola no dia seguinte. Em vez disso, podem ver instantaneamente os resultados de seus experimentos. Em estudos amplamente replicados, os pesquisadores observaram melhoras significativas em habilidades de representação gráfica e de interpretação dos estudantes, na compreensão dos conceitos científicos, e em geral na motivação quando se utiliza essa aproximação. Por exemplo, um estudo de 125 estudantes de sétimo e oitavo ano concluiu que o uso de recursos tecnológicos para dar suporte a esse tipo de atividades se traduziu em um aumento de 81% na capacidade dos estudantes para interpretar e utilizar gráficos. Em outro estudo de 249 estudantes de oitavo ano foram documentados ganhos significativos na capacidade dos estudantes para identificar algumas das razões pelas quais os gráficos resultantes de experimentos podem conduzir a más interpretações (Barrera-Osorio & Linden, 2009).

O uso da tecnologia para que os estudantes participem mais ativamente da aprendizagem não se limita a ciências e matemática. Por exemplo, os recursos tecnológicos destinados à diagramação ou à edição de vídeos podem ser utilizados para envolver os estudantes de maneira mais ativa na preparação de apresentações que lhes permitam materializar seu conhecimento e compreensão de diversos assuntos (Boster, Meyer, Roberto, Inge, & Strom, 2006). Dito de outro modo, essas novas tecnologias fazem com que a criação de conteúdos seja muito mais acessível aos estudantes e, precisamente, a pesquisa sugere que tais usos da tecnologia podem ter efeitos significativamente positivos sobre a aprendizagem. A título de exemplo, em um projeto de ciências sociais, estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental trabalharam como "*designers* multimídia" para criar um anuário escolar digital e uma introdução a um museu local para os estudantes dos anos iniciais da mesma escola. Os estudantes que participaram desse projeto mostraram ganhos significativos em termos de capacidade de compromisso com o trabalho e de autoconfiança em comparação com os estudantes que tiveram uma disciplina de introdução à tecnologia muito mais tradicional.

Dentre os diversos estudos que ilustram o uso efetivo da tecnologia como ferramenta interativa, tanto para a criação de novos conteúdos como para o desenvolvimento de competências, destaca-se um de caráter experimental sobre a aprendizagem da língua inglesa em nono ano (Bebell & O'Dwyer, 2010). O interessante deste exemplo é que o grupo de controle incluiu estudantes com um bom desempenho, enquanto que o grupo experimental incluiu apenas estudantes que passavam por dificuldades com a aprendizagem do idioma. Enquanto o grupo de controle continuou recebendo ensino tradicional, para o experimental se desenvolveu um ambiente de aprendizagem rico em tecnologia, com cada estudante conectado à *internet* através de um computador portátil com o qual deviam utilizar ferramentas informáticas para a produção de uma página de *internet* e uma série de apresentações, sempre em língua inglesa. Deste modo, o desenvolvimento das competências em língua inglesa se focou no desenvolvimento de um projeto específico. Isso proporcionou ao grupo experimental, nas palavras de um dos professores participantes, "Um ambiente que foi muito divertido e emocionante para os estudantes. Eles criaram *sites* baseados em sua própria pesquisa, em vez de realizar trabalhos sobre as pesquisas de outros, e discutiram pontos de vista diferentes em seus próprios *blogs* em vez de recorrer a revistas tradicionais. Tudo isso se parecia muito ao mundo dos adolescentes de hoje, pois incluiu os serviços de mensagens instantâneas, *e-mail* e jogos baseados na *web*". Este professor utilizou os computadores portáteis com frequência e planejou uma unidade didática especial de introdução a um novo tema ao menos uma vez a cada seis semanas. Antes de cada unidade do estudo pediu aos estudantes que usassem os *laptops* para atividades de descoberta como buscas na *web* ou visitas a museus. Também solicitou aos estudantes que usassem um programa em seus *laptops* para desenhar a estrutura do documento antes de começar a escrevê-lo. Um exemplo das temáticas desenvolvidas nos *sites* produzidos pelos estudantes e baseados em sua própria pesquisa é o Holocausto. O professor apresentou a unidade de estudo por meio de uma lição tradicional e uma discussão posterior. Os temas tratados cobriram aspectos históricos e temas relevantes da atualidade vinculados a exemplos de genocídio no mundo de hoje. Em seguida, o professor ofereceu aos estudantes a informação pertinente sobre estilo de citações e conselhos sobre escrita. Depois, os grupos de estudantes passaram vários dias na biblioteca para acessar a *internet* e os livros que podiam utilizar

como base para sua pesquisa. O professor solicitou então a um especialista em tecnologia da educação da escola que visitasse sua classe e criasse o espaço *web* e as pastas dos estudantes no servidor da escola. Nos dias seguintes, o professor ensinou os estudantes a utilizar o *software* de construção de páginas de *internet* e foi solucionando os problemas dos estudantes à medida que apareciam. Pediu aos estudantes que criassem uma página inicial, três subpáginas e uma página de referência; todas deviam estar vinculadas entre si. Eram obrigados a ter ao menos duas fotos e não mais de quatro por página. Para planejar sua página *web*, cada estudante devia primeiro gerar um roteiro gráfico. Cada projeto foi avaliado mediante critérios predeterminados.

Os estudantes do grupo experimental, muitos dos quais haviam apresentado previamente problemas de conduta e altos índices de fracasso acadêmico, estavam muito motivados. O pesquisador e o professor atribuíram isso ao uso da tecnologia, que lhes permitia implicar-se mais diretamente no desenvolvimento de um projeto pessoal que lhes exigia altos níveis de atividade e também lhes deu a oportunidade de praticar o conteúdo que encontrariam mais adiante em exames oficiais. Quando perguntou-se ao professor como, concretamente, o uso da tecnologia contribuía para a melhora do rendimento dos estudantes, ele respondeu: "Eles têm um ambiente de aprendizagem ativa. Estão envolvidos em sua aprendizagem todo o tempo, tomam suas próprias decisões de aprendizagem, e se implicam na [aula] ... com a ajuda da tecnologia sou capaz de diferenciar meu ensino para satisfazer as necessidades individuais dos estudantes; eles sabem disso e querem fazer parte desse tipo de ambiente de aprendizagem".

Como mostram estes exemplos, uma das chaves dos projetos de criação de conteúdo é o uso de andaimes ou estruturas de apoio para guiar os estudantes por meio de uma série de atividades cada vez mais complexas que se constroem uma sobre a outra. Os andaimes podem incluir "elementos visuais, como roteiros gráficos ou imagens gráficas, para estimular a imaginação ou a ajuda para reter informação valiosa, e explorar estratégias para expressar os conhecimentos prévios em formato escrito". A motivação e a autoestima dos estudantes se veem potencializados quando as tarefas de criação de conteúdos são culturalmente relevantes, acessíveis e levam em consideração seus interesses.

Outro exemplo de como as habilidades podem ser desenvolvidas por meio deste tipo de tarefas vem de um estudo que envolveu 55 adolescentes em uma série de pequenos projetos de criação de conteúdo (Carrillo, Onofa, & Ponce, 2010). Neste outro estudo, os estudantes compareceram a 16 sessões semanais de duas horas de duração. Em cada uma dessas sessões, cada estudante tinha seu próprio dispositivo e participava de atividades de criação de conteúdos originais, o que demandava competências relevantes. Em uma determinada lição, pediu-se aos estudantes que criassem materiais de suporte para um negócio que eles mesmos quisessem abrir, como, por exemplo, um restaurante. Utilizaram o programa *Excel* para controlar os gastos, o *PrintShop* para fazer os anúncios para atrair potenciais funcionários, e o *FrontPage* para criar um *site* para o novo negócio. Este projeto também ilustra como, quando se cede a iniciativa aos próprios estudantes dentro da atividade de aprendizagem, e se proporciona a eles oportunidades práticas para exercitar e

aplicar competências a desenvolver, os estudantes podem ganhar em motivação e se implicar muito mais no processo de aprendizagem.

2. Aprendendo cooperativamente

A colaboração e a interação entre os estudantes durante muito tempo foram consideradas como fatores importantes para melhorar o rendimento escolar. De fato, a intensidade de participação de um estudante no trabalho cooperativo é um bom indicador prévio do sucesso escolar (*Education Week*, 2014). No passado, o trabalho escolar cooperativo se limitava a interações presenciais, mas com o advento das redes sociais existem muitas novas experiências de colaboração baseadas na tecnologia que os estudantes por si sós já estão explorando.

Muitos estudantes confessam que se estão tendo problemas com algum conceito, utilizam as redes sociais para consultar outro colega em busca de ajuda. As redes sociais melhoram substancialmente a produtividade no trabalho cooperativo, já que derrubam as barreiras do tempo, distância e custo. A cooperação mediada pela tecnologia pode se estender muito além do círculo imediato de amigos para se converter em uma oportunidade de acessar uma rede que inclui mentores, tutores e especialistas. Os docentes devem aprender a tirar vantagem dessas práticas sociais que já se dão entre os estudantes e a direcioná-las adequadamente para fomentar a ideia de uma aprendizagem consistente e mais eficiente dentro e fora da sala de aula.

Tudo isso tem seu reflexo na evidência empírica. Uma linha influente da pesquisa das ciências cognitivas se centra nos componentes sociais da aprendizagem dos estudantes, inspirando-se nos trabalhos seminais do psicólogo russo Vygotsky. Os contextos sociais dão aos estudantes a oportunidade de desenvolver com sucesso competências mais complexas que as que podiam chegar a gerar sozinhos. A realização cooperativa de uma tarefa oferece uma oportunidade não só para aprender imitando o que os demais fazem, mas também para discutir a própria tarefa, tornar visível seu pensamento e, com ele, ganhar a partir da interação com os pares. Grande parte da aprendizagem se relaciona com o significado e o uso correto de ideias, símbolos e representações. Através das conversas sociais informais e dos gestos, os estudantes, e não só o professor, podem proporcionar conselhos explícitos, resolver mal entendidos e garantir que os erros sejam corrigidos. Além disso, as atividades cooperativas conduzem muitas vezes a uma maior motivação dos estudantes pela aprendizagem. Haja vista que a identidade social de um aluno se vê reforçada quando ele participa de uma comunidade ou quando se torna membro de um grupo, a participação dos estudantes em uma atividade intelectual e social ao mesmo tempo pode ser um grande impulso motivador e pode conduzir a uma melhor aprendizagem do que se depender única e exclusivamente de si mesmo.

É certo que alguns críticos consideram que a tecnologia fomenta um comportamento antissocial e viciante e isola da base social da aprendizagem. De fato, várias ferramentas clássicas, como os tutoriais e os programas de exercícios repetitivos, fazem com que os estudantes trabalhem exclusivamente de forma individual. Entretanto, os projetos que utilizam a tecnologia para facilitar a colaboração educativa abarcam quase toda a história da

internet. Alguns dos usos mais importantes da tecnologia estão orientados hoje às comunicações sociais (como *Facebook* ou *Twitter*), e aplicativos em rede, como a videoconferência, permitem uma ampla gama de novas atividades de colaboração inclusive entre escolas, dentro de um mesmo país ou em países distantes. Na realidade, o uso de redes sociais como o *Facebook* é um assunto muito controverso entre docentes e famílias, mas também há exemplos notáveis de bom uso. Por outro lado, redes como *Edmodo*, que aproveitam o mesmo tipo de interface do *Facebook* e são exclusivos para usos educativos, vêm tendo um crescimento estrondoso (em poucos anos têm a participação de quase 30 milhões de estudantes e docentes). Mas, à margem da controvérsia, parece claro que o uso da tecnologia e, particularmente, das redes e aplicativos sociais para promover este tipo de atividades de colaboração pode melhorar o grau em que as aulas são socialmente ativas e produtivas e podem fomentar conversas que ampliam a compreensão dos conteúdos por parte dos estudantes (Darling-Hammond, Zielezinski, & Goldman, 2014).

Um esforço importante, a longo prazo, que exemplifica muitas das caraterísticas promissoras do uso da tecnologia para a aprendizagem cooperativa é o *Computer Supported Intentional Learning Environment* (CSILE). O objetivo do CSILE, hoje transformado em *Knowledge Forum* e disponível de forma aberta e gratuita, é apoiar, de forma estruturada, a construção colaborativa de conhecimento fazendo com que os estudantes comuniquem suas ideias e críticas em forma de perguntas, afirmações e diagramas a uma base de dados compartilhada onde são classificadas pelos próprios estudantes por meio de *scaffolds* (estruturas) disponíveis na plataforma. Ao ordenar a discussão desta maneira, o sistema ajuda os estudantes a serem mais conscientes ao organizar seu conhecimento à medida que este cresce. Além disso, o CSILE permite aos estudantes e aos especialistas convidados participar sempre, independentemente de sua localização física. Os estudantes podem trabalhar com outros estudantes de sua turma ou de outras turmas na mesma escola ou do mundo todo para construir cooperativamente um conhecimento comum sobre algum assunto. A avaliação deste projeto verificou que os estudantes participantes que utilizavam este aplicativo para ciências, história e estudos sociais tiveram melhor desempenho em provas padronizadas e foram capazes de dar explicações mais profundas que os estudantes alocados em classes que não acessavam esta tecnologia. Embora todos os alunos tenham apresentado uma melhora, os efeitos positivos são especialmente significativos no caso dos estudantes classificados como de baixo ou médio rendimento.

Um exemplo notável do uso do *Knowledge Forum* na América Latina vem do Brasil, concretamente de São Bernardo do Campo e São Paulo. Baseado em cadernos de atividades impressos do projeto TIM Faz Ciência, os estudantes do quarto ano utilizam operações intelectuais (classificar, questionar, generalizar, definir etc.) para pensar cientificamente em diferentes situações. As duas escolas utilizam ambientes digitais para a construção do conhecimento, para que os estudantes tornem visíveis seus pensamentos, conheçam outras ideias e para qualificar a utilização das operações intelectuais. Na formação docente são utilizadas as mesmas operações intelectuais e raciocínio científico que se espera que os professores desenvolvam com seus estudantes, neste caso para fazer ciência com suas práticas. Utiliza-se o ambiente *Knowledge Forum* para uma construção coletiva do conhecimento.

Foram criados muitos tipos de redes de aprendizagem para o uso nas salas de aula em todos os níveis. Por exemplo, o projeto Círculos de Aprendizagem da AT&T utiliza a rede para promover a aprendizagem colaborativa multicultural e multilíngue ao associar grupos em diferentes países para desenvolver projetos comuns. Projetos como o *Quiosco Foro Multimedia* e *SpeakEasy* estruturam as interações cooperativas entre os estudantes, o que promove uma participação equitativa e mais inclusiva de gênero do que a produzida habitualmente nos debates cara a cara em classe. Aplicativos como *ConvinceMe* e *Belvedere* ajudam os estudantes a distinguir entre hipótese e evidência e a produzir explicações científicas mais claras. Os relatórios de avaliação dos pesquisadores e dos próprios professores sugerem que os estudantes que participam de redes de aprendizagem mostram um aumento de sua motivação, uma compreensão mais profunda dos conceitos e um aumento em sua disposição a responder perguntas difíceis.

Também na América Latina existem experiências nesse sentido. Veja-se, por exemplo, o caso da solução *El aula del futuro* (A sala de aula do futuro), projetada pela Universidade Autônoma do México. O principal objetivo dessa solução é o uso de espaços colaborativos enriquecidos tecnologicamente, ou seja, ambientes que permitam aos estudantes compartilhar a informação contida em seus dispositivos pessoais (celular, *tablet* ou *laptop*) e disponibilizá-la em espaços colaborativos públicos que integram ferramentas de apoio à colaboração, e nos quais a informação deve ser organizada e afinada com a concordância de todos os participantes. Sob este enfoque, o trabalho desenvolvido em um dispositivo pessoal rapidamente contribui para o trabalho do grupo, potencializando o surgimento de dinâmicas de comparação, análise, discussão e negociação entre os participantes, o que *a posteriori* torna a colaboração um resultado natural da participação. Essa solução está sendo testada na Fundação *Christel House*, instituição dedicada à educação de crianças com pouquíssimos recursos, no 4º, 5º, 6º ano e 1º ano do Ensino Médio, a fim de promover habilidades como: busca e organização de informação, pensamento crítico, tomada de decisões e acordos, trabalho em equipe, trabalho colaborativo.

3. Aprendendo por meio de interações com feedback

Nas aulas tradicionais, os estudantes costumam ter muito pouco tempo para interagir com os materiais, com seus colegas ou com o professor. Por outro lado, os estudantes frequentemente têm que esperar dias ou semanas após entregar um trabalho na aula antes de receber *feedback*. A pesquisa sugere, paradoxalmente, que a aprendizagem se produz mais rapidamente quando os estudantes têm oportunidades frequentes para aplicar as ideias que estão aprendendo e quando o *feedback* sobre o sucesso ou o fracasso de uma ideia vem quase de imediato.

Diferentemente de outros meios, a tecnologia apoia este princípio de aprendizagem de quatro formas diferentes, pelo menos. Em primeiro lugar, as ferramentas digitais podem fomentar uma rápida interação e um *feedback* imediato. Por exemplo, por meio do uso de gráficos interativos, um estudante pode explorar o comportamento de um modelo matemático muito rapidamente e conseguir um retorno mais rápido acerca da faixa de variação no modelo. Se o mesmo estudante tivesse que fazer cada ajuste para o modelo a

mão, lhe tomaria muito mais tempo explorar a faixa de variação. Em segundo lugar, as ferramentas digitais podem manter os estudantes envolvidos durante períodos prolongados quando trabalham por conta própria ou em grupos pequenos; isso pode gerar mais tempo para o professor oferecer *feedback* individualizado a determinados estudantes. Em terceiro lugar, o *feedback* imediato pode ser também do docente e de outros estudantes sempre que seja possível tornar o pensamento visível fazendo boas perguntas em ambientes colaborativos e redes sociais e criar dinâmicas para ler e comentar as respostas durante a aula. Em último lugar, em algumas situações, as ferramentas digitais podem ser utilizadas para analisar o progresso de cada estudante e proporcionar informação mais relevante e personalizada do que aquela que o aluno receberia tradicionalmente.

Empiricamente tem-se demonstrado que existe uma correlação muito evidente entre o uso de simulações e aplicativos interativos, bem como de jogos, e a melhora dos resultados acadêmicos, enquanto que não existe praticamente nenhuma entre o uso da tecnologia para o treinamento ou para a memorização e os resultados (Zielezinski & Darling-Hammond, 2014). Muito pelo contrário, as evidências indicam que o uso da tecnologia com esses fins no âmbito escolar tende mais a se associar a piores resultados nas provas de avaliação.

A pesquisa recente indica que os *videogames*, como sistemas complexos interativos, incorporam um conjunto de princípios de aprendizagem aos quais é necessário prestar mais atenção (Gee, 2004, 2005). Como recurso educativo, a pesquisa sobre os *videogames* mostra que eles influenciam a geração de novos conhecimentos e habilidades, ao apresentar informação oportunamente e de forma atrativa; ao requerer a análise de uma situação dada que implica atenção e concentração para ser resolvida, estimula o pensamento crítico; assim como favorecem a aprendizagem colaborativa, ao mesmo tempo que solicitam a participação ativa do jogador; e transformam o aprendizado em algo mais vivencial, divertido e participativo. Por tudo isso, encontra-se evidência de que podem aumentar o rendimento acadêmico quando aproveitados pedagogicamente na sala de aula (Carretero & Montanero, 2008; Cuenca & Martín, 2010; Echeverría et al., 2011). Os *videogames* podem ser empregados também como ferramentas de aprendizagem, a que se deu o nome de *serious games*: o jogo sério é uma experiência desenvolvida utilizando mecânicas de jogo e pensamento lúdico com o objetivo de que o jogador domine o conteúdo de um tema específico (Contreras, 2013). Uma inovadora experiência peruana é um bom exemplo. Trata-se da criação de um jogo de estratégia 3D em tempo real, baseado em fatos históricos relacionados à independência do Peru. O jogo tem disponibilidade livre e propõe recomendações para seu uso em classe. Um estudo quase experimental demonstrou um efeito positivo na aprendizagem dos estudantes que utilizam o *videogame* como complemento das aulas em comparação aos que não utilizam. De fato, pôde-se comprovar que o grupo experimental (que teve aulas de história e horas de *videogame*) ampliou seu aprendizado em maior medida que o grupo de controle 1 (somente aulas) e o grupo de controle 2 (somente *videogame*). Foi identificado um maior aumento de aprendizado no grupo que recebeu somente horas de *videogame* em comparação ao que recebeu apenas aulas. Os grupos em que o *videogame* foi utilizado como ferramenta educativa melhoraram seu rendimento significativamente mais que aqueles que não o utilizaram.

Para além dos *videogames*, a gamificação (do termo inglês *gamification*) ou ludificação é um conceito que alude ao uso das mecânicas dos *videogames* em ambientes alheios a eles para envolver o sujeito que aprende em determinadas atividades (Deterding, 2011). Em educação, esse conceito está ganhando impulso: são incluídos elementos provenientes dos *videogames* a fim de promover a aprendizagem em meio a uma experiência divertida, dotando de mecânicas lúdicas atividades que não o são; dessa forma, a gamificação se vale de recursos como pontos, níveis, recompensas, conquistas etc. (Contreras, 2013; Kapp, 2012). A ideia é tornar o estudante comprometido com a tarefa de aprendizagem e manter seu interesse. Desse modo, a motivação aumenta, tornando a aprendizagem mais significativa, e atribui-se determinada recompensa ao esforço aplicado. A gamificação pode comportar igualmente a utilização educativa dos consoles de *videogames* ou de seus periféricos. Em Armênia, na Colômbia, a MatLab® desenvolveu e implementou um aplicativo de *software* que permitiu visualizar em tempo real a imagem de cor captada pelo sensor KinectTM e os parâmetros físicos medidos e/ou calculados em cada um dos movimentos, gerando dessa forma o complemento entre informação do mundo real e informação virtual e, portanto, criando o efeito da realidade aumentada. Os parâmetros mostrados pela interface de realidade aumentada dependem do tipo de movimento que está sendo analisado. O professor conseguiu que os estudantes se motivassem a aprender em classe, aproveitou um dos potenciais das TIC com o KinectTM: o de entreter e divertir. O KinectTM, câmera periférica desenvolvida para o console de *videogame* Xbox® 360, atraiu os estudantes a participar da resolução do problema. Além disso, verificou-se nas provas, que os estudantes haviam conseguido desenvolver um melhor entendimento dos fenômenos físicos que implicavam movimento, imaginação para propor problemas e capacidade de resolvê-los.

Por consequência, quanto mais interativas forem as estratégias de aprendizagem, melhores serão os resultados. Aqui é que a tecnologia pode ajudar e muito. Nesse sentido é muito importante a distinção entre os clássicos programas de ensino assistido por computador e os modernos programas ou aplicativos interativos que se caracterizam por diagnosticar os níveis de êxito de cada estudante para oferecer a cada um deles os recursos mais apropriados a suas necessidades e ritmo, um conjunto mais interativo de atividades motivadoras, assim como proporcionar a eles *feedback* sobre seus resultados. Ao mesmo tempo, são capazes de gerar informação que pode ser útil para os próprios docentes. Este tipo de programas interativos, quando são utilizados por docentes que se mostram sempre dispostos a explicar conceitos, resolver dúvidas, coordenar a discussão entre os estudantes e facilitar a aplicação prática, comprovadamente têm mais sucesso, especialmente no caso dos estudantes mais atrasados ou que enfrentam dificuldades de aprendizagem.

Uma das principais vantagens dos programas interativos é permitir aos estudantes ver e explorar conceitos a partir de diferentes perspectivas utilizando uma grande variedade de possíveis representações. Por exemplo, parece muito mais eficiente para o estudo das funções quadráticas o uso desses ambientes interativos em vez da tradicional forma de ensino frontal, acompanhada pela mera realização de exercícios com lápis e papel. Em um dos experimentos mais conhecidos na didática da matemática (Cheung & Slavin, 2013), pediu-se aos estudantes do grupo experimental que passassem 55 minutos ao dia trabalhando em 6 unidades didáticas que seguiam o conhecido ciclo de motivar, explorar, explicar e elaborar.

Ao longo desse ciclo, os alunos utilizaram simulações que lhes permitiam manipular a informação sobre gráficos e tabelas interativas. Tiveram tempo suficiente para explorar por si mesmos e lhes foi pedido que explicassem e elaborassem um ensaio sobre certos fenômenos observados e também tiveram a oportunidade de dialogar com outros estudantes sobre tudo isso. Os autores desse experimento concluíram, obviamente, que no ensino de matemática os resultados dependem enormemente do processo de aprendizagem, que melhora substancialmente quando se pode criar um ambiente que envolve aos alunos para conduzi-los ao desenvolvimento de habilidades de pensamento complexo por meio da resolução de problemas, ao contrário de um ensino meramente baseado na repetição e na memorização.

Outro estudo importante no mesmo âmbito da matemática (Cheung & Slavin, 2011) encontrou uma melhora substancial nos resultados dos estudantes que utilizaram módulos baseados em sequências em vídeo com anotações que os ajudavam a identificar os elementos mais importantes de um problema e interagir com modelos digitais em três dimensões antes de aplicar sua compreensão à construção de um produto concreto naquele mesmo ambiente digital. Em umas dessas sequências audiovisuais, por exemplo, se mostrava ao longo de oito minutos três jovens que queriam construir uma rampa para *skateboard*. Para responder aos distintos problemas que os jovens enfrentavam no vídeo, os alunos tinham que calcular o percentual de suas economias que dedicariam à compra dos diferentes materiais. Também tinham que ser capazes de ler uma fita métrica, converter centímetros em milímetros, decifrar plantas de prédios, elaborar uma tabela de materiais, combinar frações complexas, realizar combinações e, finalmente, calcular o custo total da construção da rampa com diferentes ferramentas acessíveis no mesmo aplicativo, que ajudavam os estudantes a compreender muito melhor os conceitos subjacentes ao problema geral. Por exemplo, uma dessas ferramentas mostrava uma rampa tridimensional que os alunos podiam manipular para poder ver todas as suas faces.

Essa aproximação pode, obviamente, ser utilizada em todas as áreas do conhecimento. Em ciências, por exemplo, os estudantes podem aprender novos conceitos explorando desafios e problemas, vendo vídeos sobre eles e construindo conteúdo por si sós para representar seu pensamento acerca de uma questão específica. Por meio do uso da tecnologia os estudantes podem acessar o conteúdo de formas tão diferentes que, de fato, podem até chegar a ganhar vida, com mapas, vídeos, *links* para definições, acesso a conteúdos adicionais, e muito mais. Todos esses exemplos ilustram como um uso da tecnologia que melhore a interação permite facilitar a aprendizagem dos alunos para que possam dominar, por meio de diferentes meios e métodos, conceitos e competências que são geralmente difíceis de desenvolver em um contexto tradicional de ensino.

As pesquisas indicam que aplicativos tais como os descritos anteriormente podem ser ferramentas eficazes para apoiar a aprendizagem. Por exemplo, um estudo comparou duas estratégias de ensino com um uso intensivo do *e-mail* (Means, Toyama, Murphy, Bakia, & Jones, 2009). Na primeira, os professores tinham que gerar uma resposta personalizada para cada estudante. Na segunda, o sistema enviava a cada aluno uma resposta apropriada mas sempre pré-gravada e padronizada. A aprendizagem dos estudantes melhorou

significativamente e aproximadamente por igual com ambos os métodos, mas a estratégia baseada em respostas pré-gravadas e padronizadas permitiu liberar tempo, paradoxalmente, para que os alunos tivessem até quatro vezes mais interações personalizadas com seu professor. Outro exemplo: um aplicativo chamado *Diagnoser* avalia a compreensão que os estudantes têm de conceitos de física em situações em que costumam cometer erros; depois, sugere aos professores possíveis atividades corretivas. Os resultados aumentaram mais de 15% quando os professores incorporaram o uso do *Diagnoser*, e os resultados foram igualmente significativos para estudantes de baixo, médio e alto rendimento.

Existe atualmente uma grande variedade de sistemas adaptativos (Geekie, Adaptativa, Descomplica, OMagico etc.) que continuam em evolução e refinamento para ir além dos resultados em meros testes de múltipla escolha e problemas fechados, que avaliam quase exclusivamente conhecimento de informações e a aplicação de algoritmos, para tentar compreender o pensamento do estudante. De fato, os aplicativos mais sofisticados da tecnologia nessa área vêm tratando de rastrear o processo de raciocínio dos estudantes passo a passo e proporcionar-lhes orientações quando se desviam do raciocínio correto. Os resultados do *Geometry Tutor*, um aplicativo que utiliza este enfoque, mostraram que os alunos - especialmente aqueles com baixa autoconfiança em sua capacidade para aprender matemática - poderiam aprender geometria muito mais rápido com este tipo de ajuda. Além disso, os pesquisadores da Universidade Carnegie Mellon concluíram que estudantes de Ensino Médio que utilizaram outro aplicativo semelhante, *Algebra Tutor*, mostraram pequenos avanços nas provas de matemática padronizadas como o *Scholastic Aptitude Test* (SAT), mas mais que duplicaram seus resultados na resolução de problemas complexos em comparação com alunos que não utilizaram esse aplicativo.

4. Aprendendo através de conexões com o mundo real

Atualmente um dos temas centrais da pesquisa sobre a aprendizagem é o fracasso frequente dos estudantes para aplicar o que aprendem na escola aos problemas que encontram no mundo real. Uma vasta literatura sobre este tema sugere que, para desenvolver a capacidade de transferir conhecimentos e competências da sala de aula para o mundo real, os estudantes devem dominar os conceitos básicos e não simplesmente memorizar fatos e técnicas de solução em contextos simplificados ou artificiais. Mas as tarefas típicas de resolução de problemas nas classes tradicionais não oferecem aos estudantes a oportunidade de aprender quando aplicar ou transferir essas competências a contextos reais.

A tecnologia pode oferecer aos estudantes uma excelente ferramenta para a aplicação de conceitos em uma variedade de contextos e desse modo romper o isolamento artificial das aprendizagens escolares em relação às situações do mundo real. Por exemplo, por meio da rede, os estudantes podem ter acesso aos dados científicos das mais recentes expedições, quer seja sobre a última missão da NASA a Marte, uma escavação arqueológica em andamento no México, ou um telescópio controlado remotamente no Chile. Além disso, a tecnologia pode oferecer oportunidades sem precedentes para que os estudantes participem ativamente no tipo de experimentos que os profissionais utilizam de forma rotineira, incluindo seu desenho e também a discussão dos resultados obtidos. Por meio da *internet*,

estudantes do mundo todo podem trabalhar como colaboradores de cientistas, empresários e políticos que estão fazendo contribuições valiosas à sociedade.

Um importante projeto que permite que os estudantes participem ativamente de uma pesquisa totalmente inserida nas preocupações políticas e científicas do mundo real é o Programa GLOBE. Iniciado em 1992 pelo então vice-presidente dos Estados Unidos, Al Gore, como uma maneira inovadora de ajudar a conscientizar sobre o meio ambiente e contribuir para que os estudantes adquiram competências científicas, o Programa GLOBE atualmente conecta mais de 4.000 escolas de todo o mundo com cientistas. Os professores e os estudantes coletam dados ambientais locais para uso dos cientistas e estes proporcionam, por sua vez, assessoria aos professores e estudantes participantes acerca de como aplicar os conceitos científicos à análise dos problemas ambientais reais. Portanto, o Programa GLOBE depende em boa medida das contribuições dos estudantes para ajudar a monitorar o meio ambiente, ao mesmo tempo que contribui também para sua educação neste âmbito de uma forma interdisciplinar. Além disso, os alunos se sentem motivados a participar mais ativamente da aprendizagem, já que estão dando contribuições que têm um valor científico real para a pesquisa. Nas avaliações, 62% dos professores que utilizam o Programa GLOBE informaram que seus estudantes analisam, discutem e interpretam os dados. Embora não tenham sido realizadas ainda avaliações rigorosas dos efeitos sobre a aprendizagem, os professores GLOBE entrevistados afirmam que este programa é muito eficaz e indicaram que os maiores avanços dos alunos se produziram nas áreas das competências de observação e medição, de sua capacidade para trabalhar em grupos pequenos, bem como, obviamente, de suas competências digitais.

Da mesma forma, no projeto *Global Lab* os cientistas desenvolveram técnicas que permitem que estudantes do mundo todo reúnam e compartilhem dados sobre diferentes aspectos de seu ambiente, por meio de dados relativos a aspectos terrestres, aquáticos e aéreos de sua localidade. Os estudantes estudam, por exemplo, a qualidade do solo local, a condutividade elétrica e o PH da chuva, a radiação ultravioleta, as partículas em suspensão e os níveis de dióxido de carbono no ar. Os resultados, uma vez compilados de forma centralizada, permitem que os alunos analisem os dados com seus colegas e com cientistas de todo o mundo. Muitos outros projetos também conectam professores e estudantes a cientistas para permitir a participação ativa em experiências de pesquisa do mundo real. Por exemplo, o Projeto Jason, originado pelo explorador Robert Ballard, convida os alunos a se conectarem com sua equipe durante as expedições científicas. Nestas expedições, os estudantes se comunicam com os cientistas que estão explorando os arrecifes de coral ou estudando uma selva tropical. No projeto KidSat, os estudantes dirigem o funcionamento de uma câmera em um ônibus espacial da NASA.

Coyaima é uma região colombiana rural de difícil acesso onde, além de tudo, os alunos não contavam com livros e informação suficiente para enfrentar seu problema, quando receberam *tablets* em 2013, com ajuda do projeto de classe TIC, os professores e estudantes desenharam processos de pesquisa para proteger a bacia hidrográfica, analisaram amostras de água e de solo, apoiando-se em aplicativos como uma tabela periódica digital para estudar os elementos químicos, chegaram até a utilizar um aplicativo para fazer o controle de tempo

de seus experimentos. Ao mesmo tempo, alunos e docentes realizam um trabalho intenso em redes colaborativas em ambiente *web*, e incorporam novos recursos didáticos de caráter digital (vídeos, tutoriais, fotos, murais, *blogs* e diários digitais) que permitiram o estabelecimento de um sistema de monitoramento permanente (em tempo real) para a proteção e conscientização ambiental por parte de docentes, diretivos, estudantes, familiares e microempresários na área de influência. Os docentes já vinham trabalhando o problema ambiental da bacia desde 2001, entretanto um dos aspectos mais importantes em que a tecnologia teve um papel transformador: graças a ela, tornou-se possível divulgar os resultados obtidos das análises físico-químicas que os estudantes da bacia realizam. O trabalho com outros colegas, realizado com especialistas de outros países *on-line*, alimentou as ideias de melhora dos projetos de classe TIC. Isso os levou a ter aceitação e respaldo da comunidade, tornando o projeto importante para aquela pequena cidade. Os docentes, definitivamente, começaram a gerar conhecimento científico de valor junto a seus estudantes, que, por sua vez, avançaram no desenvolvimento de competências científicas a partir da experimentação e da análise de problemas ambientais. Outra conquista decorrente da mudança do docente que o levou a experimentar uma maior atenção da aprendizagem de seus estudantes é que, agora com a tecnologia, a interação entre o docente e o estudante se viu reforçada por meios virtuais (redes sociais e *Facebook*); isso provocou um aumento do índice de assiduidade e permanência dos estudantes (nas zonas rurais há um abandono de 54%), cresceu o interesse pela disciplina, melhorou a comunicação na comunidade educativa, as competências investigativas foram fortalecidas e as habilidades associadas à criação, análise e avaliação de projetos, principalmente, foram desenvolvidas.

Também vêm sendo desenvolvidos projetos para conectar os estudantes a experiências do mundo real em matérias não científicas. Por exemplo, o Projeto *Jasper* comprovou melhoras significativas na compreensão matemática quando os professores utilizaram *videogames* de aventuras que animam os estudantes a participar na resolução de problemas matemáticos que são significativos para progredir no jogo (Bottge, Rueda, & Skivington, 2006). Os pesquisadores avaliaram a efetividade do projeto *Jasper* em 28 escolas de Ensino Médio em 9 localidades distintas. Após um mês, os alunos que usaram este recurso obtiveram quase as mesmas qualificações em provas padronizadas de matemática, mas mostraram uma melhoria significativa em sua capacidade para resolver problemas complexos, e atitudes mais positivas sobre o papel da matemática na solução de problemas reais, em comparação com os estudantes que não tiveram contato com esta estratégia.

5. A orquestração dos recursos didáticos e o papel crítico do professor como referencial para os estudantes

Como os exemplos anteriores sugerem, pode-se conseguir tanto uma maior implicação dos estudantes como melhores resultados por meio do uso de ambientes de aprendizagem suportados pela tecnologia. Isso é possível envolvendo os estudantes em uma aprendizagem interativa que oferece múltiplas representações de ideias e *feedback* em tempo real, assim como oportunidades para explorar e criar conteúdo e aplicar o que se aprendeu para desenvolver competências. Mas todos os exemplos demonstram igualmente que o requerimento básico é o próprio professor em sua capacidade de orquestrar recursos,

qualquer que seja sua natureza, em função de sua visão pedagógica e de um desenho didático apropriado.

Uma forma de orquestração que está ganhando adeptos rapidamente é a denominada "classe invertida" (*flipped classroom*). Em geral, esse termo se refere a formas de organizar os processos de ensino e aprendizagem utilizando as ferramentas tecnológicas fora da classe (por exemplo, oferecendo lições do próprio professor gravadas em vídeo, leituras, e exercícios que se espera que os estudantes realizem em casa) para proporcionar a informação que normalmente o professor teria entregue durante a instrução direta em aula, por meio de uma aula, enquanto que o tempo de classe se utiliza para o debate e a pesquisa colaborativa, baseada na resolução de problemas. Se atualmente este enfoque é muito discutido, precisamente por seu auge crescente, houve até o momento pouca pesquisa empírica sobre seus efeitos. Uma recente revisão da literatura (Bishop & Verleger, 2013) indicou que a maioria dos estudos realizados até o momento se limitaram a explorar as percepções dos alunos e usaram desenhos de pesquisa não experimentais. O certo é que os relatórios de percepção da aula invertida pelos alunos são um pouco díspares mas, em geral, são positivos: os estudantes tendem a preferir as aulas do professor ao vivo em vez das gravadas em vídeo, mas também preferem as atividades interativas às lições tradicionais. A curiosa evidência sugere que a qualidade da aprendizagem do estudante melhora na aula invertida em comparação à aula tradicional. Entretanto, ainda há muito poucos trabalhos de pesquisa que investiguem os efeitos da metodologia da classe invertida sobre os resultados da aprendizagem dos estudantes de maneira objetiva. Um bom exemplo dessa aproximação é o programa *Alumnos en Red* (Alunos em rede), do México, que se aplica desde o ciclo letivo 2013/2014. O programa consiste em utilizar uma plataforma *on-line* a fim de que os estudantes possam colaborar, propor e resolver problemas que impactem em seu ambiente e estejam relacionados aos temas escolares. Essa ferramenta permite que o aluno seja o eixo central da aprendizagem e o docente um facilitador; permite transpor a lacuna digital, independentemente de nível socioeconômico, espaço e tempo. Leva os estudantes a gerir o conhecimento em um ambiente lúdico, em que podem ganhar diversas medalhas de acordo com suas competências não só no uso da tecnologia mas também nas habilidades do século XXI, e também realizar uma autoavaliação e a coavaliação do trabalho de seus pares.

Porém até mesmo em desenhos de orquestração menos complexos que o da aula invertida, a evidência insiste na importância de contar com o suporte do professor e as colaborações de outros estudantes, modulando cuidadosamente as interações entre todos eles. Os resultados de aprendizagem são melhores quando se combinam usos da tecnologia (como os apresentados anteriormente) com oportunidades de ajuda estratégica por parte do professor e interações sociais entre os estudantes.

Assim, em um estudo que comparou os resultados de aprendizagem nas modalidades híbrida (presencial e a distância, *on-line*) e completamente a distância (somente *on-line*), 1.943 alunos coreanos acompanharam cursos *on-line* que utilizavam Flash e componentes de vídeo através da *web* (Means et al., 2009). Os estudantes progrediam por meio de diferentes sessões de aprendizagem, realizando tarefas *on-line* individualmente, recebendo *feedback* digital em tempo real, e participando de discussões em grupo. Um dos grupos de alunos viveu

a experiência de aprendizagem *on-line* com o apoio de um professor principal (modalidade híbrida), enquanto que outro grupo se baseou exclusivamente no autoestudo, sem a ajuda de nenhum professor (modalidade totalmente *on-line*). Os resultados mostraram que os estudantes que tiveram professores apoiando sua aprendizagem *on-line* foram muito mais propensos a dizer que desenvolveram um grande interesse pelo tema e aumentaram seu nível acadêmico. Os pesquisadores concluíram que "a assistência do professor deveria ser obrigatória para a aprendizagem *on-line*". Quando se perguntou aos alunos sobre a área onde experimentaram maior desenvolvimento pessoal, as vantagens enumeradas pelos estudantes na modalidade híbrida foram mais numerosas. Estes últimos eram muito mais propensos a afirmar que desenvolveram um interesse pessoal pelo tema e aumentaram seus resultados acadêmicos, enquanto que os estudantes que fizeram todo seu trabalho *on-line* individualmente tenderam muito mais a dizer que não experimentaram nenhuma mudança em sua aprendizagem. Além disso, os estudantes informaram altos níveis de satisfação associados às inúmeras oportunidades que tiveram para a interação com seus colegas *on-line*.

Não é, portanto, estranho que as aproximações híbridas ganhem terreno no âmbito das inovações também na América Latina. É o caso das escolas Innova do Peru. O modelo educativo desse grupo de escolas propõe o *blended learning*, que combina experiências práticas diretas na sala de aula (aprendizagem socioconstrutivista) com a aprendizagem digital, em que os estudantes utilizam ferramentas computadorizadas para descobrir e trabalhar os conceitos acadêmicos, empregando *software* livre e programas educativos para diversos cursos, no modelo 1 a 1. Innova Schools aposta em um modelo educativo privado de baixo custo com um importante componente tecnológico. É, talvez, a experiência privada mais massiva no Peru e a primeira a propor como eixo de sua proposta o *blended learning*. Mesmo sem dispor de informação sobre resultados de aprendizagem, o modelo vem tendo uma ampla aceitação, crescendo de 3 para 20 colégios em Lima em menos de 5 anos.

Outro estudo dos Estados Unidos examinou o uso da tecnologia em uma escola à qual iam estudantes repetentes em uma escola comum ou de ter sido expulsos de alguma delas (Kim & Lee, 2011). Neste caso os professores utilizavam a tecnologia para apoiar os alunos em formas que vão desde programas de aprendizagem assistida por computador até o uso da tecnologia para a pesquisa e o desenvolvimento de conteúdos por parte dos estudantes. Nesse contexto, os alunos declaravam que optavam por utilizar a tecnologia naqueles temas que queriam praticar por meio da realização de exercícios, visualização dos conteúdos e demonstrar seus resultados (para passar de um nível ao seguinte), mas não para aquelas matérias ou temas que percebiam como difíceis de aprender por meio do computador. Os estudantes indicaram que foi crítica a disponibilidade do professor para ajudá-los na compreensão de conceitos difíceis e superar assim os momentos de confusão quando estavam trabalhando em grupos. Os alunos e seus professores também afirmaram que era importante ter variedade em suas opções de recursos para a aprendizagem, desde que estivessem bem relacionados entre si para facilitar o desenvolvimento das competências requeridas. De novo, é fácil deduzir de tudo isso a importância do papel do professor como orquestrador dos recursos de aprendizagem. Mas é igualmente importante também que isso se faça garantindo oportunidades para interações de qualidade entre o professor e os estudantes, assim como entre os próprios estudantes.

É importante levar em consideração que em todos os exemplos de resultados bem sucedidos relatados, os estudantes tinham acesso a tecnologia na modalidade de 1 a 1 (um dispositivo disponível para cada estudantes), com um velocidade de conexão adequada para apoiar seu trabalho. Os pesquisadores concluíram que o acesso à tecnologia nesta modalidade é particularmente importante para os alunos de baixo estrato socioeconômico "para ganhar fluidez no uso da tecnologia para uma variedade de propósitos de aprendizagem, já que são menos propensos a ter estas oportunidades de acesso em casa". Por exemplo, em um estudo que examinou a implementação de um programa de 1 a 1 em três escolas com perfis economicamente diferentes no Peru (Beuermann, Cristia, Cruz-Aguayo, Cueto, & Malamud, 2013), verificou-se que os jovens de menor renda mostraram ganhos de aprendizagem significativamente mais altos em matemática em relação aos estudantes de renda mais alta, e os professores eram mais propensos a dizer que acharam os dispositivos muito mais úteis para a aprendizagem dos jovens "em risco". Quando deu-se aos alunos acesso a um dispositivo portátil na modalidade de 1 a 1, assim como acesso à *internet* na escola, os professores lhes pediram que os usassem em classe várias vezes por semana, para propósitos que iam desde a busca do conhecimento de fundo, facilitando aprendizagens em caráter imediato, até o apoio a projetos de pesquisa. Além do trabalho que os estudantes estavam fazendo em matemática, os pesquisadores observaram que a modalidade 1 a 1 permitia aumentar a probabilidade de que os estudantes se implicassem em processos de escrita, no desenvolvimento de competências de pesquisa prática em profundidade, assim como de competências digitais complexas através da "interpretação e produção do conhecimento".

Dito isso, demonstrou-se que os usos da tecnologia na escola têm muito a ver não só com as competências docentes mas também com as próprias expectativas dos docentes acerca do potencial de seus estudantes. Quando as expectativas do docente são baixas, algo que sucede com muita frequência quando se trata de estudantes de baixo estrato socioeconômico, a evidência demonstra que o uso da tecnologia tende a estar muito mais vinculado à prática e à memorização, e portanto à transmissão de conteúdos, do que quando as expectativas do docente sobre seus estudantes são muito mais elevadas. Neste último caso, o docente sempre tende mais a confiar na capacidade de seus estudantes de ir além e de enfrentar tarefas e problemas complexos. E, como poderia esperar-se, a evidência demonstra que o uso da tecnologia se orienta muito mais a facilitar a interação do estudante não só com o conteúdo, mas também com desafios ou projetos que o ajudarão a desenvolver suas competências.

Em suma, assim como as competências docentes, se as expectativas sobre os estudantes são elevadas, o resultado será uma maior propensão ao desenvolvimento de estratégias pedagógicas nas quais a interação, individual ou em grupo, com os recursos docentes ganhará mais importância, o que possibilita um tipo de aprendizagem muito mais orientado ao desenvolvimento de competências e, ainda mais importante, motivador para o estudante. Entretanto, note-se que semelhante afirmação contém implicitamente boas e más notícias. As boas notícias são que nesta aproximação baseada na interatividade, a tecnologia é praticamente imprescindível. As más notícias são, por outro lado, que as expectativas docentes sobre os estudantes estão, infelizmente, intrinsecamente vinculadas ao estrato

socioeconômico destes e cria-se, deste modo, uma nova brecha que tem repercussão no digital, mas que é originariamente pedagógica: melhor pedagogia para os estudantes de quem se tem melhor expectativa e, por consequência, maior e melhor uso da tecnologia também para eles.

Ampliando o horizonte do que os estudantes aprendem

Além de apoiar a transformação acerca de como os estudantes aprendem, a tecnologia também pode melhorar o que os estudantes aprendem, permitindo-lhes participar de discussões e experiências que, de outra maneira, seriam inacessíveis para a maioria deles. Por exemplo, como até com os *tablets* se pode fazer música, os alunos podem experimentar a composição de uma música mesmo antes de poder tocar um instrumento. Como a tecnologia torna possível ver e falar com outras pessoas em diferentes partes do mundo, os estudantes podem aprender arqueologia seguindo o progresso de uma escavação real no Peru. Através das comunicações *on-line*, os estudantes podem ir além de sua comunidade para encontrar professores e outros estudantes que compartilhem seus interesses acadêmicos, e inclusive criar comunidades virtuais entre grupos de diferentes países, como acontece com o Programa *etwining* da Comissão da União Europeia. Daí a crescente importância das competências digitais.

A pesquisa mais interessante acerca de como a tecnologia pode melhorar o que os estudantes aprendem se centra, entretanto, nos aplicativos que podem ajudar os alunos a entender os conceitos básicos de temas científicos ou matemáticos mediante a representação dos conteúdos em formas menos complicadas e de mais fácil compreensão. A pesquisa demonstrou que a tecnologia pode conduzir a mudanças profundas no que os estudantes aprendem. Mediante o uso da simulação, as anotações com *links* dinâmicos e a interatividade, os estudantes podem chegar a alcançar um surpreendente domínio de conceitos sofisticados. Seguem alguns exemplos que demonstram isso.

Competências digitais

A massificação da internet e, em geral, das tecnologias digitais em todas as camadas sociais e instituições, incluindo as próprias escolas, está levando estas últimas a um cenário de múltiplas tensões e oportunidades. Muito além de se os docentes consideram pertinente usar ou não essas novas tecnologias para apoiar a aprendizagem escolar, este novo contexto está deslocando as escolas, quer seja porque a ampla e abrangente disponibilidade de informação está afetando a pertinência de seus métodos de ensino, quer porque os alunos estão mudando sua forma de responder às demandas dos docentes. Para continuar sendo relevantes neste novo cenário, as escolas deverão fazer adaptações profundas em sua própria atuação educativa e preparar os alunos para trabalhar e aprender nesses novos ambientes digitais. Particularmente, os estudantes devem saber buscar, filtrar e comparar a informação relevante, bem como apresentá-la e citá-la adequadamente.

As competências envolvidas nessas atividades podem parecer similares às que tinham de ser dominadas antes de que as tecnologias digitais surgissem; entretanto, são muito diferentes ao ser desempenhadas nos ambientes digitais. Por exemplo, buscar e filtrar a informação disponível na internet é muito diferente, dado o volume e formatos do que se pode encontrar; a possibilidade de colaborar tem novos canais que antes não existiam e que ampliam as modalidades de interação; ou a facilidade para copiar e adaptar conteúdos torna mais delicado o tema do reconhecimento da autoria. Sem essas competências, não é possível que os alunos possam aproveitar os recursos digitais nas atividades de aprendizagem, o que torna inevitável que a escola se responsabilize por seu desenvolvimento. Da mesma forma, essas competências são importantes para que os estudantes possam se incorporar nas diferentes esferas de participação da sociedade, bem como aproveitar as novas oportunidades para continuar aprendendo ao longo da vida, incorporar novos conhecimentos e inovar nos processos produtivos e sociais naquilo que lhes cabe participar e, dessa maneira, contribuir para o desenvolvimento socioeconômico de suas comunidades.

Diversos autores já chamaram a atenção sobre a relevância dessas competências. Por exemplo, Pedró (Pedró, 2012a) destacou o fato de que estar conectado não se traduz em benefícios para as pessoas ou instituições se estas não tiverem a capacidade de trabalhar ativamente com os meios e informação digital que esta conectividade disponibiliza; e que a educação é a principal responsável por promover essas competências em crianças e adolescentes. Este e outros autores (ver, por ejemplo, Levy & Murnane, 2007; Fraillon & Ainley, 2010) enfatizam a importância dessas competências no contexto das emergentes economias baseadas em conhecimento e argumentam a necessidade de ampliar a alfabetização das novas gerações desde as competências tradicionais (leitura, escrita, matemática) até a capacidade de resolver problemas de gestão de informação e comunicação, tais como buscar, avaliar, sintetizar, analisar e representar informação em ambiente digital; bem como ter a capacidade de compartilhar e colaborar com os demais nesses novos ambientes. Tedesco (2014), por sua vez, recorda a importância que essas competências têm para exercer a cidadania no século XXI, pois permitem participar ativamente nos circuitos por onde circula parte importante da informação socialmente significativa.

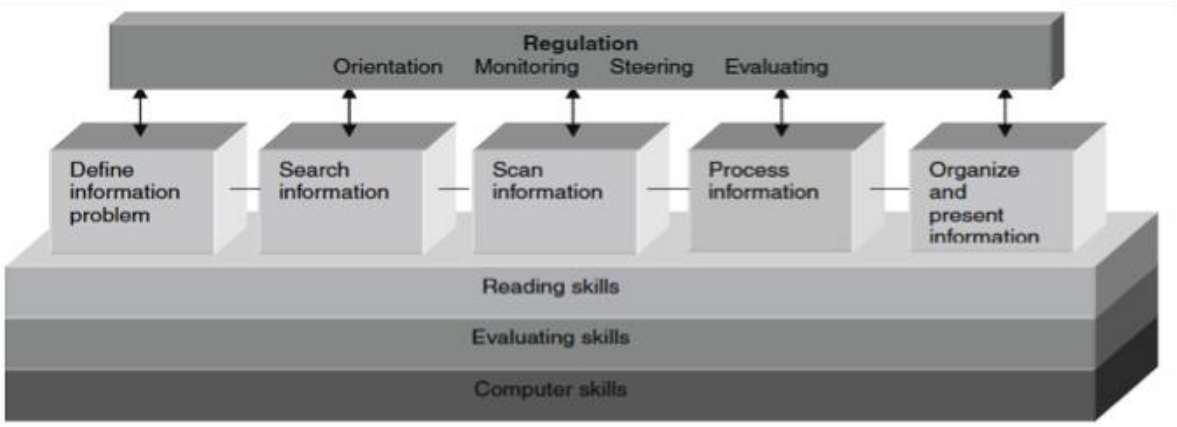
O problema é que o acesso a dispositivos que assegurem o acesso a esses ambientes digitais é certamente condição prévia para o desenvolvimento das competências, mas insuficiente para evitar que as lacunas sociais continuem crescendo. Como propõe Van Dijk (2005), a distribuição social dessas competências é muito mais desigual do que o acesso aos dispositivos digitais, e enquanto as lacunas de acesso podem ser reduzidas com relativa facilidade por meio de investimentos materiais (dispositivos e serviços), o desenvolvimento das competências reside, significativamente, nos recursos cognitivos dos indivíduos (alfabetização leitora, contexto social e cultural) que estão distribuídos de forma desigual e são difíceis de desenvolver. Isso sugere novamente a ativa participação da escola na promoção das competências digitais mencionadas, do contrário as diferenças sociais prometem aumentar, por mais tecnologia que seja entregue a famílias e escolas.

O argumento de que essas competências devem ser ativamente promovidas no contexto escolar nem sempre foi tão claro. Há conhecidos defensores da entrega massiva de computadores às crianças, como Nicholas Negroponte (2005) ou Sugata Mitra (2010), que popularizaram a ideia de que essas tecnologias lhes permitiriam aprender por si mesmos, evitando inclusive a necessidade das escolas tal como as conhecemos. Por outro lado, o reconhecimento de que as novas gerações cresceram lado a lado com as tecnologias digitais (Presky, 2004) acompanha a ideia de que, por esse simples fato, adquiriram novas formas de pensar, aprender e relacionar-se com o conhecimento. Essas visões geraram muitas vezes a percepção de que não seria necessário conduzir nenhum tipo de trabalho educativo orientado a desenvolver essas competências, pois seriam algo que os estudantes iriam adquirir de maneira automática em seu contato diário com a tecnologia. Entretanto, a evidência mostra que isso não é suficiente e que eles devem ser estimulados por meio de experiências educativas explicitamente orientadas à sua formação. Por exemplo, os resultados de um teste de desempenho de competências de gestão de informação em ambiente digital aplicado no Chile em 2011 mostram que não mais de 3% dos estudantes têm as competências esperadas, em circunstâncias em que o acesso e uso frequente de computadores pessoais nos lares e nas escolas supera essa cifra com vantagem. Outros estudos, como um desenvolvido em 2006 em várias universidades australianas, demonstram que não é possível pressupor que todos os jovens contem com as competências mais básicas de utilização das ferramentas digitais (Kennedy, 2008).

Em consequência, hoje está claro que essas competências não se desenvolvem pelo simples fato de ter acesso e usar a tecnologia, e parece inegável o papel que cabe à escola de assegurar as experiências educativas orientadas ao seu desenvolvimento se o objetivo é que o acesso equitativo à tecnologia se traduza efetivamente em uma sociedade mais igualitária. A evidência mostra, entretanto, que as escolas não estão fazendo esse trabalho como deveriam. Ao indagar com mais detalhe o que acontece no interior dos centros educativos e nas práticas dos estudantes pode-se observar que, embora os docentes reconheçam o papel da *internet* como fonte de informação para os trabalhos escolares, acreditam que os estudantes sabem como discriminar seu conteúdo e tirar proveito para sua aprendizagem, algo que, na prática, somente os melhores alunos podem fazer, enquanto que os demais percorrem o caminho mais fácil de copiar e colar a primeira informação que encontram para cumprir as demandas escolares.

Dada a importância e complexidade de desenvolver essas novas competências, vem se abrindo um campo de estudo que busca entendê-las em profundidade e avançar em estratégias que as promovam. Especialmente, foram elaborados diversos modelos para descrever os processos de resolução de problemas de informação em ambientes digitais, como o presente na figura nº 1, denominado *Information Problem Solving with Internet* (IPS-I), e que propõem cinco etapas para resolver os problemas de informação na *internet* (definir, buscar, examinar, processar e organizar-apresentar), enfatizando o fato de que todo esse processo depende de forma importante de outras competências (informáticas, avaliativas, leitura e de autorregulação).

Modelo de competências digitais *Information Problem Solving with Internet* (IPS-I), (2005)



Brand-Gruwel, Wopereis & Walraven, 2005

Embora os diferentes modelos dos processos de resolução de problemas de informação em ambientes digitais tenham ênfases diferentes, em sua maioria coincidem em que são processos sequenciais e iterativos, que contêm ao menos três etapas fundamentais (definir o problema de informação; buscar e avaliar a informação; e transformar o produto para torná-lo compatível com o pedido inicial) e que reside fortemente em competências metacognitivas dos estudantes, tanto para o planejamento e monitoramento do processo como para a avaliação do resultado final e de cada uma das etapas.

Esses modelos permitiram entender a complexidade dessas competências, identificar seus principais problemas e orientar o desenho de estratégias para seu desenvolvimento. Da mesma forma, esses modelos nos recordam que, longe das visões que tendem a confiar o desenvolvimento dessas competências à familiaridade dos estudantes com as tecnologias, estas dependem de maneira importante de outras capacidades pessoais que são o resultado de processos educativos mais amplos e de lenta maduração. Portanto, para tornar-se responsável pelo desenvolvimento dessas novas competências, a escola demanda um trabalho educativo de longo prazo e enraizado em sua ação formativa.

Entretanto, nem todas as intervenções escolares parecem ter os mesmos efeitos. Por exemplo, os estudos mostraram que há melhores resultados quando os docentes estruturam o processo de resolução do problema de informação com etapas claras, que permita avaliar passo a passo a efetividade da estratégia adotada em função dos resultados obtidos; e é importante que, ao longo desse processo, o professor vá orientando os alunos com instruções, *feedback*, exemplos e perguntas-chave. Igualmente, essa estrutura e orientação deveria mais explícita nos primeiros anos e dar mais espaço e flexibilidade à medida que os estudantes vão adquirindo autonomia. Por último, é recomendável que os trabalhos ou tarefas solicitadas estejam integrados ao currículo, e que tenham objetivos claros e relevância para os estudantes.

A maioria dos professores não parece seguir ainda essas recomendações e, embora muitos solicitem tarefas de pesquisa, o fazem sem intervir demais, delegando de alguma forma o ensino à *internet* pois tendem a confiar que os conteúdos *on-line* são adequados e a acreditar que os estudantes têm as competências necessárias para buscar, filtrar e aprender sozinhos nesse contexto. Em outras palavras, mesmo quando os professores entendem que devem promover essas competências e pedem aos estudantes que trabalhem com o apoio da tecnologia, não fazem tudo o que se faz necessário para desenvolvê-las. O resultado dessa prática é que os estudantes têm dificuldade para buscar, avaliar e organizar a informação.

Tudo indica que de nada adianta continuar promovendo um uso da *internet* sem estrutura e orientação adequados, que não evita que a maioria dos estudantes confiem na primeira informação que encontrarem para sua tarefa, assim como não os ajuda a evitar as distrações próprias das redes (baixar música ou conversar com seus colegas). Por outro lado, deve-se ensinar a fazer o que se observa nos bons alunos, que sabem focar-se na tarefa e filtrar as distrações que surgem do mundo digital; e sabem que nem tudo o que existe na *internet* é confiável e, portanto, se empenham em fazer buscas que lhes deem resultados mais precisos e em avaliar e discriminar o que é válido para seus propósitos.

Um bom exemplo de como as escolas podem promover essas competências é o Programa Badgeventure, que oferece às instituições educativas uma opção para promover nos alunos as competências digitais por meio de projetos que apoiam transversalmente diversos conteúdos curriculares. O programa teve início em 2003 e está alinhado aos padrões internacionais da Universidade de Cambridge e dos NETS do ISTE. Atualmente é utilizado no México, Espanha, Guatemala, Honduras, República Dominicana e El Salvador. Ao completar os três níveis propostos, os alunos têm a oportunidade de obter um certificado da Universidade de Cambridge no uso da tecnologia. Os alunos devem desenvolver uma evidência de aprendizagem por cada competência que desejam desenvolver e, ao finalizar, apresentam um projeto no qual devem aplicar as competências em conteúdos do currículo. Os docentes especialistas de cada disciplina se apoiam no professor de computação para a aprendizagem dos aplicativos e ferramentas tecnológicas propostos. O programa não promove nenhuma ferramenta tecnológica; apenas ensina ao aluno as competências para saber utilizar qualquer aplicativo, sem importar a marca.

Ciências: visualização, modelagem e simulação

Nas últimas décadas, devido à importância estratégica que cada vez mais se concede à ciência e à tecnologia, os pesquisadores começaram a examinar, por um lado, o que os estudantes aprendem sobre ciências nas escolas e, por outro, de que modo são capazes de aplicá-la à realidade cotidiana, por outro. Para sua surpresa, mesmo os estudantes que acessam as universidades de prestígio mostram dificuldades quando se pede que elaborem explicações científicas de fenômenos simples, como os que acontecem ao lançar uma bola ao ar. Pesquisas semelhantes e amplamente replicadas mostram que embora os estudantes podem ser capazes de calcular corretamente fórmulas científicas, com frequência não entendem os conceitos que baseiam essas mesmas fórmulas.

Os aplicativos que utilizam a visualização, a modelagem e a simulação vêm demonstrando ser poderosas ferramentas para a aprendizagem de conceitos científicos. A literatura de pesquisa está repleta de histórias bem sucedidas que permitiram que os estudantes conseguissem dominar conceitos que a maioria dos professores geralmente considerariam sofisticados demais para sua idade. Por exemplo, utilizando diagramas dinâmicos, ou seja, imagens que podem mover-se em resposta a *inputs* diferentes, pode-se ajudar os estudantes a visualizar e a compreender as forças subjacentes a diferentes fenômenos. A participação dos estudantes na discussão de simulações que modelam os fenômenos físicos, desafiando às vezes as explicações intuitivas, também demonstra ser uma estratégia pedagógica útil. Um exemplo desta possibilidade é o *ThinkerTools*, um programa de simulação que permite que estudantes de Ensino Médio visualizem os conceitos de velocidade e aceleração, entre outros. Em experimentos controlados, os pesquisadores verificaram que os alunos de Ensino Médio que utilizam *ThinkerTools* desenvolveram a capacidade de dar explicações científicas corretas dos princípios *newtonianos* várias séries antes de quando o conceito geralmente é ensinado. Os estudantes que participaram do *ThinkerTools* superaram os demais estudantes de física da mesma escola de Ensino Médio em sua capacidade de aplicar os princípios básicos da mecânica de Newton a situações do mundo real –com a ressalva de que estes últimos tinham três anos a mais de escola. Os pesquisadores concluíram que o uso do *ThinkerTools* pareceu tornar a ciência interessante e acessível a uma gama mais ampla de estudantes do que a geralmente possível com enfoques mais tradicionais.

Mas há muito mais exemplos. O aplicativo *Stella* permite que estudantes de Ensino Médio aprendam a dinâmica de um sistema de modelização de situações econômicas, sociais e físicas mediante um conjunto de equações interativas – algo que normalmente se aprende na universidade. Outro aplicativo utiliza versões especiais de Logo, uma linguagem de programação desenvolvida especialmente para estudantes de Ensino Médio, para ajudá-los a aprender os conceitos que regem os padrões do voo das aves ou do trânsito na estrada, apesar de a matemática necessária para entender esses conceitos não ser ensinada normalmente até os estudos universitários de pós-graduação. Também deve mencionar-se a qualidade e alcance da rede de criadores de simulações e programas com *Scratch* (os estudantes intercambiam códigos e aprendem entre si em rede) e suas possibilidades para robótica quando estão conectados com interfaces que utilizam Arduino para movimentar e comandar motores, sensores etc. *Global Exchange* chega a dezenas de milhares de estudantes pré-universitários a cada ano com visualizações do mapa do tempo que permite que os estudantes raciocinem como os meteorologistas. A pesquisa tem demonstrado que os estudantes que utilizam este aplicativo melhoram substancialmente tanto em sua compreensão da meteorologia como em suas competências para a pesquisa científica.

Na prática, há muitas experiências dignas de menção na América Latina. No Chile, concretamente em Peñalolén, a aula de ciências do 6º ano se divide em três momentos: introdução, experimentação e encerramento. Na introdução, o professor apresenta os conceitos e o trabalho posterior apoiado em uma lousa interativa; após a experimentação, em grupos, as crianças realizam uma breve pesquisa guiada de preparação e então realizam um experimento com material concreto e interface *datalog* conectados a *tablets* com *software* que

produz gráficos do comportamento de uma variável do experimento; e, finalmente, no encerramento, os grupos compartilham os resultados e o professor explica com apoio da lousa.

No Brasil é muito conhecida uma experiência de ensino de ciências que parte da ciência forense, inspirando-se em na mundialmente famosa série de televisão CSI, dos Estados Unidos. Nessa experiência em São Paulo, os conteúdos de física, química, biologia e matemática são ensinados partindo de situações de ciência forense inspirados na série televisiva. Os alunos utilizam aparelhos tecnológicos para a coleta e a análise de dados, registram, discutem e publicam ideias utilizando ambientes colaborativos e grupos fechados em redes sociais. Estudantes do 9º ano participam das experiências. Dessa forma, os estudantes aprendem ciências de maneira contextualizada e significativa que transborda também para discussões sobre ética e aspectos morais. Melhoram sua capacidade de colaborar, propor e realizar experimentos, e sua capacidade de raciocinar e argumentar cientificamente.

Na Colômbia, para apresentar a flora existente no Parque Ronda del Sinú, os estudantes, com assessoria dos docentes, classificam biologicamente cada uma das plantas de importância regional que encontram ao longo de Ronda del Sinú, com base em suas características botânicas; uma vez identificadas, os estudantes pesquisam na *internet* e em livros de botânica sobre essas plantas, para confirmar que tenham realizado corretamente a primeira classificação taxonômica. Com a informação coletada por parte dos alunos, começou-se a criação de uma base de dados, onde se filtra a informação mais importante para criar as descrições correspondentes no *software TextAloud*, em não mais do que 370 palavras para uma duração não superior a 2,30 minutos. Com as fotos tiradas de cada planta, fizeram vídeos com o *software MovieMaker*, incorporando as descrições previamente realizadas. Posteriormente, faz-se o *upload* dos vídeos à *internet* para obter suas correspondentes URL, que foram utilizadas para gerar os respectivos códigos QR que levam a informação a dispositivos móveis e *tablets*, para ser consultados pelos turistas e visitantes da região de Ronda del Sinú.

Matemática: notações dinâmicas e conectadas

Como sugerido anteriormente, hoje o desafio fundamental da educação matemática consiste em ensinar conceitos sofisticados a uma população muito mais ampla do que aquela que tradicionalmente os tem aprendido. Este desafio é praticamente universal e a América Latina não é uma exceção. Não há muito tempo, a matemática mais simples (adição, subtração, multiplicação e divisão) bastava para quase todo o mundo, mas na sociedade atual cada vez mais gente está sendo chamada a utilizar competências matemáticas mais avançadas para raciocinar sobre a incerteza, a mudança, a evolução dos dados ou as relações espaciais.

Se, por um lado, a busca de estratégias para aumentar a gama de competências matemáticas que os estudantes possam aprender é incessante, por outro os pesquisadores verificam que a passagem das notações matemáticas tradicionais baseadas em papel (como

símbolos de álgebra) às notações que aparecem em tela (incluindo não só símbolos de álgebra, mas também gráficos, tabelas e figuras geométricas) pode ter um efeito muito positivo. Em comparação ao uso de papel e lápis, que só admite notações estáticas isoladas, o uso da tecnologia permite notações dinâmicas e conectadas, com várias vantagens úteis para os estudantes, que graças a elas podem:

- Explorar rapidamente as mudanças na notação arrastando pontos com um *mouse* ou com os próprios dedos, em vez de reescrever, lenta e cuidadosamente, as mudanças;

- Ver imediatamente os efeitos de transformar uma notação em outra diferente, como, por exemplo, ao modificar o valor de um parâmetro de uma equação e ver como o gráfica resultante muda de aparência;

- Relacionar facilmente os símbolos matemáticos, ou com dados do mundo real ou por meio de simulações de fenômenos familiares, dando à matemática maior significado; e

- Receber *feedback* quando introduzem uma notação que é incorreta (por exemplo, diferente do que acontece com papel e lápis, um aplicativo pode emitir um som se um estudante tentar esboçar uma função matemática sem sentido em um gráfico, como referências circulares ao definir dois valores de *y* diferentes para um mesmo valor de *x*).

Por meio do uso das notações dinâmicas e conectadas, o Projeto *SimCalc*, por exemplo, demonstrou que a tecnologia pode ajudar os estudantes de Ensino Médio, em alguns dos contextos urbanos mais difíceis, a aprender conceitos de cálculo, como porcentagem, acúmulo, limite ou média. Estudos de campo em diferentes ambientes sobre os resultados do *SimCalc* demonstraram que muitos alunos de Ensino Médio foram capazes de superar estudantes universitários em sua compreensão dos conceitos fundamentais de cálculo baseados no raciocínio – embora não, obviamente, na notação complexa. Segundo os pesquisadores, a estratégia docente de fomentar o raciocínio dos estudantes ao discutir os efeitos em gráficos das mudanças nas notações é a inovação central responsável deste avanço.

Outro exemplo de um aplicativo que usa notações dinâmicas e conectadas é o *Geometer's Sketchpad*, uma ferramenta para explorar construções geométricas diretamente na tela, de um computador ou de um *tablet*. Outro exemplo é *Geogebra*: muito potente, fácil de utilizar, muito conhecido em alguns países da América Latina (especialmente no Brasil), gratuito e com versões para *tablets*. Este tipo de aplicativos está revitalizando o ensino da geometria a estudantes de Ensino Médio. As calculadoras gráficas, agora em forma de aplicativos disponíveis inclusive nos *tablets*, que estão chegando a milhões de novos estudantes a cada ano, são menos sofisticados que alguns dos aplicativos disponíveis para *desktops*, mas podem mostrar álgebra, gráficos e tabelas e, mais importante, como cada uma dessas notações representa o mesmo objeto matemático. Mediante o uso destas ferramentas,

se está conseguindo uma expansão da alfabetização matemática em um número cada vez maior de escolas.

Além das notações, a tecnologia pode desempenhar um papel crucial na aproximação dos jovens estudantes à matemática e sua descoberta. Em uma experiência em Valparaíso, no Chile, crianças de Educação Infantil em duplas trabalham habilidades lógico-matemáticas seguindo uma atividade de um programa especialmente desenvolvido para *tablets*. Essa atividade é parte de um planejamento maior que tem vários momentos. Finalmente, na sala de aula há duas estações: uma trabalhando com representações número-quantidade com material concreto; e outra trabalhando representações simbólicas nos *tablets*. Trata-se, portanto, de uma experiência interessante por um desenho integral de uma atividade de várias etapas, que considera em uma delas o uso de recursos digitais em formato adequado para crianças. O uso de objetos de aprendizagem adequados tem um papel pertinente na aproximação das crianças às entidades matemáticas básicas.

Aprender a programar para pensar melhor

Estima-se que nos próximos 10 anos será necessário cobrir cerca de 4 milhões de postos de trabalho relacionados à programação; entretanto, estima-se que nesse período só haverá cerca de 400.000 graduados qualificados para tais cargos. Embora esses cálculos bastem por si sós para demandar um maior interesse escolar na aprendizagem de programação, é certo que sua popularidade em muitos países vem crescendo também por outra razão: porque, como dizia Steve Jobs (*Apple Computer*), aprendendo a programar, se aprende a pensar melhor.

O que é verdadeiramente relevante é a aprendizagem do denominado "pensamento computacional" que, de acordo com a ISTE (*International Society for Technology in Education*) e a CSTA (*Computer Science Teacher Association*), é um processo que inclui, entre outros elementos: analisar problemas, organizar e representar dados de forma lógica, automatizar soluções mediante pensamento algorítmico, usar abstrações e modelos, comunicar processos e resultados, reconhecer padrões, generalizar e transferir. Assim definido, está claro que o pensamento computacional se aplica a diferentes contextos: desde o processo de escrita até um projeto de engenharia.

Nos anos 80, Seymour Papert já promoveu esse ensino por meio de uma linguagem desenvolvida especificamente para crianças e que se tornou muito popular: Logo. Trata-se de um ambiente no qual os alunos deviam escrever instruções para programar os movimentos de uma pequena tartaruga na tela, que depois podiam ser enviadas a mecanismos ou robôs externos; entretanto, a interface pouco atrativa das versões gratuitas e o custo das versões multimídia, como *MicroMundos*, fizeram com que esse programa, pouco a pouco, fosse substituído pelo ensino de programas de produtividade.

Mas hoje em dia, o interesse pelo ensino de programação renasceu. Na Europa, seguindo o rastro da Estônia, país pioneiro nesse âmbito, a Inglaterra iniciou ao longo de 2014 um vasto programa para a aprendizagem de programação na escola a partir dos 7 anos

de idade. Alguns países na América Latina, como a Costa Rica, contam também com uma longa tradição nesse campo e é previsível que, nos próximos anos, outros países decidam incorporar a programação ao currículo escolar. Nos Estados Unidos, tem-se feito um esforço de grande impacto em termos de programação por meio da organização sem fins lucrativos code.org. Essa organização conseguiu o apoio de personalidades como Barack Obama (presidente dos Estados Unidos); Bill Gates (fundador da *Microsoft*); Mark Zuckerberg (fundador do *Facebook*); Bill Clinton (ex-presidente dos Estados Unidos) e Randi Weingarten (presidente da Federação Americana de Professores). Atualmente, conta com uma campanha mundial focada em alunos de todas as idades, pais de família, professores, diretivos etc., para que participem em *La Hora del Código* (A Hora do Código) http://hourofcode.com/us. O objetivo dessa campanha é alcançar milhões de estudantes em mais de 180 países com mais de 30 idiomas, para que se deem conta do quão fácil é programar e das vantagens educativas de fazê-lo. Outras iniciativas desse movimento são: Coderise.org (seu objetivo é ensinar aos alunos de países em desenvolvimento a construir aplicativos *web*); CodeClub (é uma rede britânica de voluntários que ensinam estudantes de 9 a 11 anos a programar, depois da jornada escolar); Code-to-learn (voltada a jovens que apresentem projetos que integrem a programação criativa e que fomentem a inovação); ScratchEd (uma comunidade *on-line* na qual os usuários que trabalham com Scratch podem compartilhar experiências de sala de aula, intercambiar recursos, formular perguntas ou encontrar outros docentes); e Codecademy (para ensinar como criar *sites web* interativos, jogos divertidos e aplicativos reais).

Um bom exemplo deste uso na América Latina é o programa de robótica pedagógica que é ministrado desde 2007 nos 55 colégios que fazem parte da rede *Semper Altius* no México, no Ensino Médio. O objetivo é a resolução de desafios pela equipe para que os alunos programem sua solução fazendo uso de diversos robôs. É uma iniciativa que permite formar alunos para competir internacionalmente em foros de robótica com uma aprendizagem que se baseia em desafios que devem ser resolvidos de forma colaborativa, de onde cada um deles participa e é um elemento-chave da solução.

Os alunos desenvolvem, assim, competências como o pensamento crítico, trabalho colaborativo e solução de problemas em diversas áreas do conhecimento: matemática, ciências experimentais, tecnologia e ciências da informação e da comunicação etc.

Mas também é possível aplicar esses mesmos princípios ao desenvolvimento de jogos por parte dos próprios estudantes. Na Escola Municipal de Ensino Fundamental Rivadávia Marques Junior, os alunos criam jogos para solucionar problemas da própria escola. Começou há três anos com alunos monitores de 7º a 9º anos produzindo jogos para contribuir com a alfabetização de alunos do 1º ano. Os docentes indicam que tipo de jogos necessitam. Atualmente, envolve a escola toda. Jogos criados em *Power Point*, *Hotpotatoes*, *Jclic* e *Scratch*. Trata-se de uma experiência premiada em nível mundial pela *Microsoft*.

Estudos sociais, língua, artes e humanidades

Diferentemente das ciências e da matemática, o avanço da tecnologia em outras áreas ainda tem que se cristalizar em tipos facilmente identificáveis de aplicativos. Entretanto, demonstrou-se que avanços similares nestas áreas são possíveis. Por exemplo, o jogo *SimCity*, de grande sucesso comercial (que é mais uma simulação interativa do que um *videogame* tradicional) tem sido utilizado para ensinar aos estudantes geografia e planificação urbana. Também existem aplicativos que permitem que os alunos desenhem a coreografia de uma cena de uma obra de Shakespeare ou explorem filmes clássicos, como *Cidadão Kane*, a partir de múltiplos pontos de vista para aumentar sua capacidade de considerar interpretações literárias alternativas. Assim, por exemplo, no Projeto *Perseo* os estudantes têm acesso a um ambiente inovador de aprendizagem multimídia para explorar documentos e artefatos culturais de civilizações antigas. Existem também aplicativos parecidos para as aulas de artes.

Embora haja muitos menos estudos sobre a eficácia do uso da tecnologia nesses outros âmbitos disciplinares, um estudo recente documentou a experiência de duas turmas de sexto ano que participaram de um projeto de estudos sociais sobre a colonização espanhola da América Latina. O estudo demonstrou que os estudantes que utilizaram tecnologia para criar uma apresentação multimídia sobre o que haviam aprendido tiveram em uma prova posterior notas mais altas do que os membros da outra classe de sexto ano que completaram uma unidade baseando-se exclusivamente nos livros didáticos sobre o mesmo tema. Outro estudo examinou a efetividade do uso dos livros de contos interativos para desenvolver habilidades básicas na aprendizagem da língua e observou que os estudantes de primeiro ano que utilizaram essa estratégia demonstraram ganhos significativamente maiores em comparação com os que receberam somente o ensino tradicional. No Chile, por exemplo, em Puente Alto, realizou-se uma experiência com um projeto interdisciplinar (Língua e Comunicação, Compreensão do Meio e Educação Artística) desenvolvido no 4º ano do Ensino Fundamental, que busca a compreensão e valorização da vida dos povos originários do país. Os alunos, em grupos, pesquisaram e criaram uma história sobre um povo originário; dramatizaram-na e gravaram em um vídeo que, após a edição, foi apresentado em classe. Os professores reportaram uma melhora do rendimento acadêmico dos estudantes nas áreas envolvidas, a diminuição significativa de desistências, o desenvolvimento de competências tecnológicas para o uso de *software on-line* e processador de texto. Em uma escola em São Paulo, no Brasil, os próprios estudantes elaboram projetos de intervenção social, passando por diferentes etapas: identificação de problemas, pesquisa, contato com especialistas, discussão de propostas de solução e melhoria de ideias, tudo baseado em registro e devolutivas no ambiente colaborativo Edmodo. Todo o processo está sob orientação de docentes do 9º ano. Essa experiência revela que é possível dar aos estudantes o papel de autores e colocá-los em contato com assuntos como democracia, justiça social e soluções de problemas de forma contextualizada, desenvolvendo projetos colaborativos e envolvendo vários docentes simultaneamente, quando a tecnologia serve como ferramenta para tornar visível o pensamento.

Na área específica da língua, as experiências também são promissoras. Em São Paulo (Brasil) existem projetos de inovação no ensino do português que trabalham conteúdos do

idioma (gêneros literários) de Ensino Médio de forma que os estudantes tenham um papel muito ativo: são também produtores, as famílias são envolvidas, são feitas autoavaliações e são gerados produtos coletivos. Além do desenvolvimento de competências de leitura e escrita, desenvolvem competências TIC. Novamente no Chile, mas desta vez em La Reina, para promover o interesse e a participação dos estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental, uma aula de linguagem e comunicação sobre montagens teatrais, o professor se apoia em uma lousa interativa, painel manual e em um sistema de resposta massiva (teclados de participação). Dessa forma, utilizando diversos recursos audiovisuais (vídeos, objetos de aprendizagem) e estratégias didáticas para trabalhar com a aula completa, envolve os alunos na revisão da matéria e sua avaliação. Os professores reportaram que, ao usar dessa forma as TIC, os estudantes demonstram maior atenção, entusiasmo e motivação; e que se enriquece e agrega valor educativo à aula. Cabe destacar que os resultados do colégio nos exames nacionais têm melhorado de forma consistente nos últimos anos.

Em um projeto inovador, os estudantes de Ensino Fundamental usaram o aplicativo *Tuneblocks*, uma versão musical da linguagem de programação Logo, para cantar, tocar instrumentos e compor. Diversos estudos de caso muito interessantes sobre esta experiência demonstram como o uso deste aplicativo permite que os alunos aprendam conceitos musicais abstratos como a frase, a figura e a métrica - conceitos que normalmente são ensinados nas turmas universitárias de teoria da música. Em outro exemplo, empregando uma ferramenta chamada *Hypergami*, os estudantes de arte puderam planificar complicadas esculturas matemáticas em papel. As experiências com *Hypergami* têm produzido nos alunos e alunas avanços significativos em raciocínio espacial comprovados por avaliações externas.

Neste mesmo âmbito da educação musical, em Nariño, na Colômbia, foi desenvolvido um projeto sobre produção musical, entendida como uma série de processos que abrange desde a própria criação da ideia musical até ser plasmada em um suporte de gravação. Cabe observar que o centro escolar não contava com nenhuma ferramenta adequada ou sala de música, muito menos uma sala de gravação; dessa forma, os estudantes, guiados pelo docente, realizam as tarefas de pesquisar como conseguir sua produção; onde convergem as outras áreas como matemática, linguagem, história como apoio à proposta; indagando sobre as ferramentas que demandam, tanto técnicas como tecnológicas. Segundo as condições do contexto, buscam ferramentas e instrumentos na comunidade educativa como amplificadores, desenvolvem um primeiro *software*, fortalecem um dos equipamentos com um cartão de som e os articulam aos primeiros equipamentos doados pelo CPE. O projeto de sala de aula em TIC leva os estudantes a fazer uso avançado de *software* para gravação digital, Adobe Audition 2.0, Cake Walk, Protools, interface de gravação, processador de texto musical e treinadores de áudio, YouTube e Goear. O uso multimidiático nesta experiência teve vital importância para a aproximação e aprendizagem da tecnologia aos estudantes desta instituição educativa rural, não se dirigem unicamente ao uso do computador mas também de câmeras digitais, Ipods, Ipads, entre outros meios tecnológicos e informáticos para produzir seus próprios discos; e trabalham para propor não só o domínio dos programas antes mencionados, mas também para colocar em prática a criatividade para o uso de ferramentas e programas livres na *web*. A partir das necessidades derivadas do projeto, o docente fortaleceu suas competências, o que lhe permitiu posteriormente aprofundar e potencializar

seus conhecimentos para guiar os estudantes no processo de produção musical; conseguiu-se motivar toda uma comunidade educativa quanto ao projeto proposto pelos estudantes, desenvolver projetos de vida bem como fortalecer competências profissionais nos estudantes desde a apropriação de tecnologias para a produção e desenvolvimento musical. Os estudantes participaram de concursos musicais em nível local e municipal, foram vencedores, e os pais de família se envolveram no processo, compreendendo que a música é uma arte, uma opção de vida e que também contribui para o processo de aprendizagem das crianças.

Finalmente, no caso específico da aprendizagem de idiomas estrangeiros, as experiências seriam igualmente numerosas. Por exemplo, novamente no Chile é muito frequente o uso da tecnologia para o ensino do inglês, especialmente no *feedback* personalizado e imediato da pronúncia, algo que é virtualmente impossível sem esse tipo de apoio. Em La Pintana, em Santiago, a professora de inglês utiliza uma plataforma de apoio ao ensino desse idioma com crianças de 5º ano, no laboratório de computadores. Realiza-se um trabalho personalizado, tanto para escutar como para falar inglês. Graças ao fato de incluir correção imediata, a melhora da pronúncia é perceptível.

Conclusões e recomendações

O panorama anterior proporciona apenas um esboço de algumas das muitas aplicações da tecnologia que podem contribuir para enriquecer os desenhos pedagógicos como nenhum outro recurso poderia. Mas a simples aquisição de computadores e *tablets* e dispor de banda larga para o acesso à *internet* não será nunca suficiente para conseguir replicar estes exemplos em um grande número de centros educativos ou de salas de aula, nem conduzirão automaticamente ao surgimento de mais desenhos inovadores de aprendizagem. Como se acaba de ver, os modelos de uso da tecnologia que funcionam combinam com sucesso a introdução de ferramentas e conteúdos digitais com novos métodos de ensino e novas estruturas organizacionais. Dado que os sistemas educativos são organismos ou, mais precisamente, sistemas complexos com uma infinidade de elementos intimamente interconectados, difíceis de pilotar e de transformar, os esforços para mudar um só elemento, uma única peça do quebra-cabeça - como o uso da tecnologia para apoiar o cambio pedagógico - têm mais probabilidades de ter sucesso se os demais elementos interdependentes forem também objeto de transformação.

Fatores críticos para promover a mudança pedagógica

A questão do uso da tecnologia como uma janela de oportunidade para transformar a educação não é nem simples nem banal. Há muitos tipos de tecnologia e muitas maneiras em que uma tentativa de integração pode falhar. A partir de uma perspectiva política, seria desejável dispor de medidas claras e amplamente generalizáveis de efetividade antes de comprometer-se com investimentos contínuos em tecnologia. Tais dados poderiam tomar a forma "para cada x% um aumento do orçamento escolar destinado à tecnologia, a aprendizagem do estudante melhorará y%". Infelizmente, nada está mais longe da realidade porque a pesquisa existente não chega a proporcionar este tipo de medidas claras de eficácia dos esforços de integração da tecnologia na aprendizagem e nunca fará (Warschauer & Matuchniak, 2010). Ainda assim, muitos responsáveis políticos, famílias e professores estão se movimentando rapidamente para introduzir a tecnologia na sala de aula confiando que ela, como em uma janela de oportunidade para que os estudantes aprendam mais, melhor e diferente (Pedró, 2012b). O desafio é garantir que esta tecnologia seja utilizada de modo eficaz para melhorar como e o quê os estudantes aprendem.

Para ajudar a basear as decisões futuras tanto no nível do centro como no do sistema, são necessárias mais explorações dos usos efetivos da tecnologia, particularmente nos diferentes contextos escolares da América Latina. A continuidade das explorações para a melhora educativa deve compreender desde a pesquisa básica sobre a aprendizagem com tecnologia até a pesquisa aplicada, especialmente em relação à orquestração didática para considerar também os aspectos práticos na sala de aula. Esta é, por exemplo, a aproximação das *Aulas Fundación Telefónica* (AFT): um projeto de inclusão social que propicia uma cultura de inovação e fomenta o uso educativo das TIC em escolas públicas e hospitais do Peru. Uma modalidade é a *Aula Móvil*, que se desenvolve em zonas rurais e urbanas periféricas e contempla equipamento, recursos digitais, formação e acompanhamento e se sistematizam as boas práticas. Esta intervenção parte de permitir o acesso à tecnologia, mas com um

componente forte de formação e acompanhamento que permite garantir seu uso e empoderar os docentes, dando visibilidade e premiando suas boas práticas em sala de aula e criando comunidades virtuais.

Estas explorações, quer sejam realizadas pelas escolas, pelos próprios professores em nível individual, por pesquisadores universitários ou consultores, devem ser executadas com um componente de pesquisa reflexiva para que os conhecimentos adquiridos possam ser agregados à base racional usada para tomar decisões eficazes.

Mas tudo isso não significa que já não exista uma base de conhecimentos suficientemente sólida, embora sempre passível de melhora. Particularmente, as avaliações sistemáticas de escolas que implementaram processos de transformação pedagógica importantes proporcionam informação útil sobre a dinâmica da mudança significativa e o papel que a tecnologia pode desempenhar neste processo. Concretamente, há sete componentes que aparecem reiteradamente como fatores críticos para ter sucesso com a aplicação da tecnologia para promover a mudança pedagógica. São os seguintes:

1. Promover a aprendizagem ativa, interativa e cooperativa
2. Oferecer uma maior personalização da aprendizagem
3. Reformar o currículo para que tenha um enfoque competencial
4. Avaliar a aprendizagem de forma consistente com os objetivos
5. Adotar uma aproximação sistêmica à gestão da mudança pedagógica
6. Desenvolver uma liderança pedagógica potente
7. Apoiar os professores

Cada um destes fatores críticos será examinado com mais detalhe a seguir.

1. Promover a aprendizagem ativa, interativa e cooperativa

Atualmente sabe-se muito mais acerca de como os estudantes aprendem do que há um século. Sabe-se, para começar, que para otimizar a aprendizagem é necessário orquestrar os recursos excelentes para gerar processos colaborativos, interativos e contextualizados (Oliver, 2013). Há uma grande densidade de pesquisas que comprovam que a aprendizagem orientada ao desenvolvimento de competências por meio de tarefas ou projetos complexos, particularmente quando precisa da colaboração entre estudantes e está bem planejada, com uma adequada orquestração dos recursos, é uma ferramenta eficaz para que os alunos adquiram competências de pesquisa e, em um plano mais geral, outras competências relacionadas ao processamento da informação. Entretanto, para que essa aproximação tenha um efeito positivo na construção do conhecimento, os estudantes devem poder se conectar a

fontes de informação cuidadosamente estruturadas que possam informar o processo de resolução de problemas no momento apropriado.

2. Oferecer uma maior personalização da aprendizagem

Existe muita evidência internacional de que a forma mais eficaz de melhorar os resultados pedagógicos de uma classe, de um centro ou de um país é ter uma aproximação pedagógica individualizada aos alunos de baixo rendimento ou com dificuldades escolares, como também para dar vazão às diferentes necessidades dos estudantes com maior capacidade acadêmica. No tratamento pedagógico individualizado desses estudantes, quando cada um deles dispõe de atividades em suporte digital tendo o professor a seu lado; cada aluno avança a seu próprio ritmo e o progresso da turma se torna mais evidente (Tamim, Bernard, Borokhovski, Abrami, & Schmid, 2011). Esta descoberta revela o poder de um enfoque pedagógico centrado na atividade do aluno e suportado pela tecnologia. Em um contexto em que cada estudante trabalha a seu próprio ritmo, cada um pode levar o tempo necessário para completar as atividades e comprovar o progresso esperado.

A instrução individualizada é talvez o modelo de uso mais importante e mais comprovadamente bem sucedido da tecnologia em educação (Hsu et al., 2012). Quer seja para promover a aprendizagem de recuperação ou para aprofundar o desenvolvimento de determinadas competências, a instrução individualizada permite que os estudantes aprendam a seu próprio ritmo e a partir do ponto de entrada correto. Os aplicativos de aprendizagem baseados em tecnologia oferecem oportunidades quase ilimitadas para a personalização. Se um método não funciona para um estudante, facilmente pode-se avaliar as alternativas que se adaptem melhor ao estilo de aprendizagem ou à experiência individual do aluno. Uma vez que os estudantes assumem o controle ativo de sua aprendizagem, eles têm maiores probabilidades de permanecer em sua tarefa. Em uma sala de aula suportada por tecnologia, o professor tem mais tempo para a atenção individualizada e para enfrentar os desafios educativos mais difíceis. O efeito de uma transformação tecnológica semelhante seria similar à de uma redução do tamanho das turmas de 30 para 10 estudantes em termos de aumento de disponibilidade de tempo do professor para cada um dos alunos – dito com outras palavras, o tempo disponível para a interação individual se vê triplicado (Darling-Hammond et al., 2014).

3. Reformar o currículo para que tenha um enfoque competencial

Dada a pressão social para que as pessoas aprendam como nunca, é particularmente importante explorar a contribuição da tecnologia às reformas curriculares que procuram estender a aprendizagem de competências complexas a uma maior porcentagem dos estudantes do que há algumas décadas. O tipo de currículo que uma escola adota tem um impacto significativo nas possibilidades de que a tecnologia e os recursos digitais possam ser integrados de maneira efetiva em sala de aula e fora dela. Por um lado, muitas famílias e professores acreditam que os estudantes devem dominar as competências mais básicas antes de ser expostos a conteúdos mais desafiadores e, sob esta concepção, a tecnologia pode ser utilizada para apoiar aprendizagens que possam ser adquiridas por meio da prática

repetitiva. Mas, por outro lado, são muitos os pesquisadores que argumentam que a forma mais eficaz de promover a aprendizagem é inserir o desenvolvimento de competências básicas dentro da exigência de realizar tarefas mais complexas. Sob esta perspectiva se advoga pela adoção de um currículo que ambicione a aquisição de habilidades de ordem superior junto com as habilidades básicas de decodificação e mecânica da linguagem bem como de cômputo. Como a tecnologia tem sido mais eficaz quando utilizada para apoiar a aprendizagem destas habilidades e conceitos mais complexos, integrá-la com maior eficácia em um currículo que adote este enfoque é mais fácil do que em um tradicional (Hew & Brush, 2007).

4. Avaliar a aprendizagem de forma consistente com os objetivos

Um dos maiores obstáculos para a introdução eficaz da tecnologia nas aulas é a falta de correspondência entre o conteúdo de muitas dessas avaliações e os tipos de aprendizagem de ordem superior que podem ser melhor suportados pela tecnologia. Este desajuste conduz a que haja menos tempo disponível para a aprendizagem de competências de ordem superior e menos apreciação do impacto que as estratégias pedagógicas que incorporam a tecnologia possam ter na aprendizagem. O tempo dedicado à preparação dos estudantes para que se saiam bem em provas de cálculo, vocabulário ou inglês é um tempo que não pode ser dedicado a outras aprendizagens mais complexas e consonantes com as necessidades e expectativas contemporâneas.

Nesse sentido, é importante prestar a adequada atenção à avaliação e graduação das competências digitais na escola, desde o domínio de informação até a cidadania digital, desde os níveis básicos. Alguns países como, por exemplo, a Austrália ou o Chile, introduziram testes padronizados que permitem identificar o nível em que os alunos se encontram nessas competências.

Por outro lado, será difícil, se não impossível, conseguir demonstrar a contribuição da tecnologia ao desenvolvimento de competências mais complexas sem novos tipos de avaliações (Watson & Watson, 2011). Como se indicou anteriormente, em comparação com seus colegas que foram introduzidos no mundo da álgebra por meio de métodos convencionais, os estudantes de Ensino Médio que utilizam a tecnologia, no marco de uma estratégia pedagógica que os convidava a racionalizar e a aplicar o que aprenderam, rendiam muito melhor nas provas que enfatizaram sua capacidade de pensar criativamente acerca de um problema complexo em um período de tempo mais longo, mas mostraram apenas uma pequena vantagem comparativa nas provas padronizadas que não medem adequadamente este tipo de pensamento de ordem superior (Bottge et al., 2006). Apesar de ser um verdadeiro desafio, o desenvolvimento formal de medir a compreensão de conceitos complexos e habilidades de pensamento de ordem superior deve se tornar uma prioridade.

5. Adotar uma aproximação sistêmica à gestão da mudança pedagógica

A incorporação bem sucedida da tecnologia na escola requer uma série de intervenções coordenadas para melhorar planos de estudo, avaliação, desenvolvimento dos professores e todas as demais peças do quebra-cabeça da educação. Possivelmente tenha sido feito pouco até o momento para aprender com aqueles centros escolares que se esforçam em colocar todas essas peças do quebra-cabeça no lugar e conseguem.

No caso concreto das experiências 1 a 1 na América Latina, parece claro que o componente de acompanhamento docente no marco de uma aproximação sistêmica é crucial. Por exemplo, o Projeto San Luis Digital, na Argentina, começou em 2008, impulsionando o modelo 1 a 1 nas escolas do povoado de San Luis, mediante a introdução de tecnologias na sala de aula (computadores com *software* de apoio escolar especialmente desenvolvidos para os alunos dos anos iniciais), a incorporação de mentores como acompanhantes especializados para facilitar o uso de computadores, o acesso à classe virtual e aos conteúdos digitais. A experiência se tornou tão conhecida internacionalmente que envolveu a ação conjunta de governo, universidade e escolas, o fornecimento de serviços (banda larga) e equipamentos, junto com a capacitação e o suporte com conteúdos digitais (portal todas as escolas na rede). Vem acompanhada de um forte investimento em maior conectividade, mais estabilidade e amplitude de banda à estrada de informação de toda a região.

Nem todas as escolas estão igualmente predispostas a utilizar a tecnologia para melhorar a aprendizagem dos estudantes. Para poder tirar vantagem do potencial que a tecnologia pode lhes oferecer nesse processo, as escolas precisam desenvolver sua capacidade de gerir a mudança de forma que todos os atores implicados possam responder aos desafios que aparecerão. Portanto, os centros escolares que queiram explorar seriamente o potencial da tecnologia para melhorar a aprendizagem dos estudantes devem começar se perguntando se querem fazê-lo para continuar trabalhando como sempre ou se querem transformar os processos de ensino e aprendizagem e, neste caso, se realmente estão capacitadas para gerir tal mudança.

6. Desenvolver uma liderança pedagógica potente

A capacidade de liderança é crítica para que a integração da tecnologia tenha sucesso (Lynne Schrum & Glassett, 2006; L. Schrum et al., 2007). Para que a mudança pedagógica suportada pela tecnologia seja sistêmica e sustentável no tempo deve ser modelada e defendida por quem detém a responsabilidade da liderança pedagógica no centro escolar. É amplamente sabido que a liderança pedagógica é essencial para conseguir escolas eficazes. Em particular, uma boa liderança pedagógica influi decisivamente no desenvolvimento profissional dos professores do centro. A qualidade da liderança tem um grande impacto sobre o uso da tecnologia na escola e sua capacidade de implementar possíveis mudanças pedagógicas que conduzam a melhores resultados dos estudantes. Muitos educadores estão de acordo em que é impossível que sua escola melhore além do que as capacidades de quem tem a responsabilidade de exercer a liderança nelas permitem.

O que terá implicações em termos de tempo, custos e resultados é quão bons e capazes os líderes escolares serão para guiar o processo de desenvolvimento profissional dos docentes a ponto de melhorar suas competências no uso pedagógico da tecnologia (Aguerrondo & Lugo, 2010). Neste âmbito, um líder pedagógico deveria ser capaz de:

- Transmitir uma visão e modelo pedagógico precisos, exigentes e factíveis;
- Gerar uma massa crítica de professores comprometidos com eles;
- Ativar o tempo de colaboração docente;
- Ativar o desenvolvimento profissional *on-line*;
- Desenvolver estratégias de gestão da mudança pedagógica entre a equipe docente; e
- Ativar regularmente oportunidades de desenvolvimento profissional para os professores, e especialmente para o planejamento, a colaboração e o intercâmbio de informação sobre as práticas pedagógicas.

Em suma, os professores bem sucedidos no uso da tecnologia, frequentemente, conseguem ter sucesso após fazer mudanças substanciais em sua metodologia didática. Entretanto, é difícil que consigam sem o apoio e o compromisso dos líderes escolares porque tais câmbios demandam um investimento importante de esforço individual que deve ser acompanhado adequadamente.

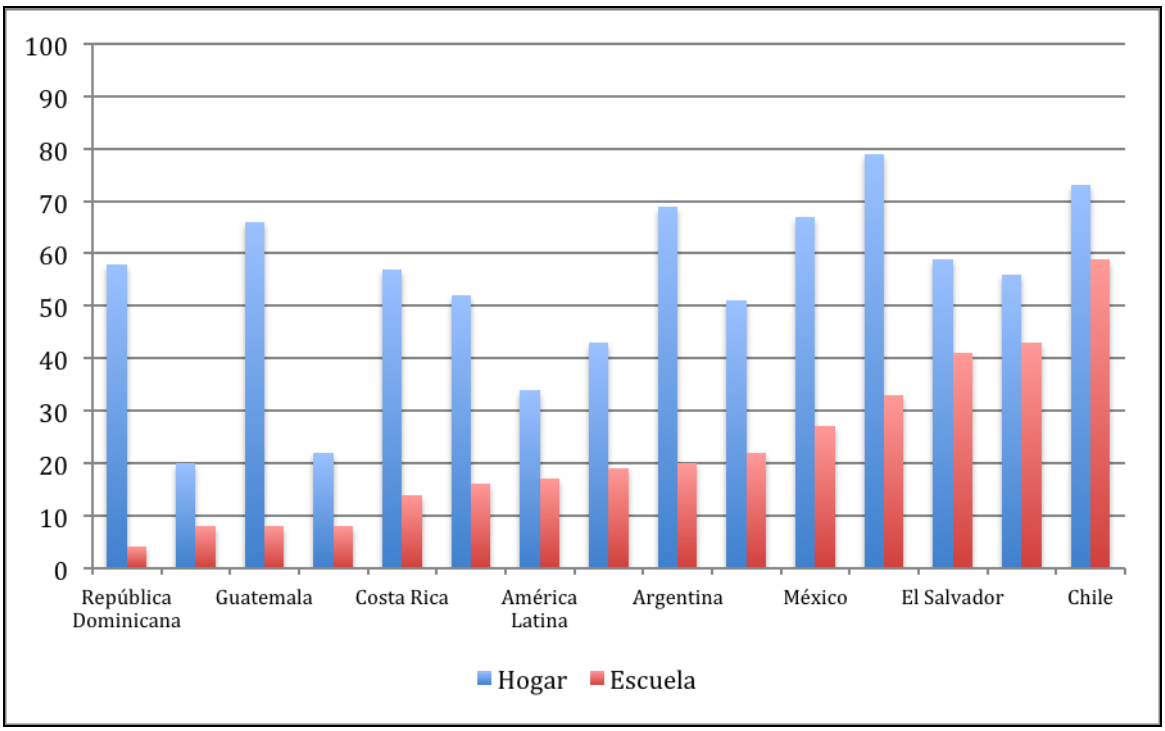
7. Apoiar os professores

Este último ponto é crucial. Inúmeros estudos demonstram que o uso da tecnologia é mais comum naquelas escolas onde os professores têm tempo suficiente para fazer intercâmbios com seus colegas e têm mais oportunidades de visitá-los em suas classes em tempo letivo (Wenglinsky, 2005). Esses estudos sugerem igualmente que a relação entre o uso da tecnologia e a reforma da educação é recíproca: embora o uso da tecnologia seja uma janela de oportunidade para a mudança escolar, os esforços de transformação pedagógica da escola também ajudam a apoiar um uso eficaz da tecnologia.

Identificando o problema

Definitivamente, o uso efetivo da tecnologia em classe requer maiores oportunidades para que os professores aprendam como fazê-lo. E isso, atualmente, tem muito menos a ver com o saber utilizar a tecnologia e mais com saber aplicá-la aos processos de ensino e aprendizagem (Greaves Group, Hayes Connection, & One-to-One Institute, 2010). Como mostra o gráfico seguinte, os docentes da América Latina que se serviam da tecnologia em casa representavam uma proporção importante, em alguns casos a maioria, já no ano de 2006; mas no contexto escolar somente o Chile mostrava então uma proporção majoritária de docentes que declaravam usar tecnologia na escola.

Docentes que utilizam o computador com regularidade, em casa ou na escola (2006)

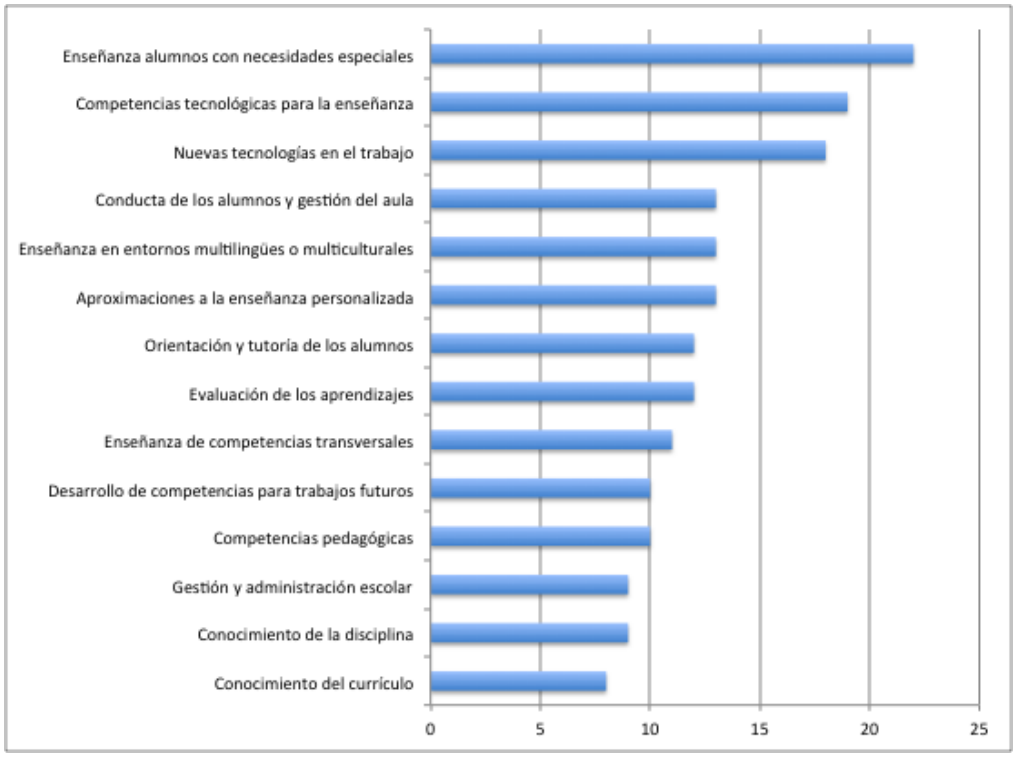


Fonte: Dados do SERCE da UNESCO, 2009.

Múltiplos estudos demonstram que a habilidade do professor para ajudar os estudantes depende, para começar, não só de seu domínio dos conteúdos mas também de sua didática, ou seja, das estratégias de ensino e aprendizagem que incluem a orquestração excelente dos recursos disponíveis, qualquer que seja sua natureza (Teo & Noyes, 2010). A tecnologia é, neste sentido, um recurso mais, extremamente polivalente. Inúmeros estudos vinculam, neste sentido, o sucesso das estratégias docentes de orquestração que incorporam tecnologia às oportunidades que os professores têm para desenvolver suas competências pedagógicas (Lawless & Pellegrino, 2007). Entretanto, os professores geralmente se veem obrigados a dedicar quase todo seu tempo à preparação e a seu exercício solitário, e lhes sobra pouco tempo disponível para a formação e o apoio profissional em classe.

Nesse mesmo sentido, são muito ilustrativos os resultados do Programa TALIS da OCDE, que pesquisa, entre outros temas, as necessidades de formação e desenvolvimento profissional que os docentes (anos finais do Ensino Fundamental) percebem como ainda não atendidas adequadamente. O seguinte gráfico comprova que, inclusive em alguns dos países mais avançados, a segunda e a terceira áreas que os docentes consideram menos bem atendidas se relacionam à tecnologia. Efetivamente, trata-se, em primeiro lugar, das competências para o uso pedagógico da tecnologia e, em segundo lugar, do uso da tecnologia no próprio local de trabalho – por exemplo, para a gestão dos materiais ou administrativa da sala de aula.

Necessidades de desenvolvimento profissional, por ordem de prioridade, dos docentes (2012)



Fonte: Base de dados TALIS da OCDE, 2014

Uma aproximação gradual ao desenvolvimento das competências docentes para o uso pedagógico da tecnologia

Como chegar a atender as necessidades de desenvolvimento das competências docentes para promover um uso pedagógico transformador da tecnologia demanda, provavelmente, uma aproximação gradual e agregadora. Como enfatizado reiteradamente (Briceño, 2013) (Kugel, 1993), a mudança do professor não pode ser concebida sob uma mesma fórmula para todos, mas é indispensável que se reconheçam as expectativas que os docentes têm frente a essas ferramentas, e conjuntamente, se possa estabelecer uma rota metodológica clara em que ele possa praticar suas próprias ideias, em que seja acompanhado na reflexão sobre os obstáculos que enfrenta, e que sustente suas conquistas com mais atividades que representem um desafio constante pela melhora de si mesmo. Não é fácil para nenhum profissional, especialmente quando a disponibilidade de tempo é limitada, mudar radicalmente suas práticas. É muito possível, como já explicado outras vezes (Pedró, 2012b), que seja preferível começar familiarizando-se com soluções tecnológicas que resolvam problemas imediatos, o que irá conferir oportunidades de descobrir o que poderia vir depois. Seria, definitivamente, uma aproximação em círculos concêntricos, ampliando pouco a pouco os limites do conforto, exigindo um pouco mais de cada vez. Entretanto, nada disso será possível se não se estabelecerem ambientes de trabalho abertos à mudança. Precisamente nessa linha, a UNESCO tem promovido uma visão da transformação do ensino em que a tecnologia desempenha um papel crucial como criadora de oportunidades. Neste sentido, a

própria UNESCO desenvolveu alguns padrões de competências docentes para o uso pedagógico da tecnologia que permitem uma aproximação gradual a esta transformação. Concretamente, consideram-se três níveis sucessivos:

a. **Nível 1: Alfabetização digital ou Aquisição de noções básicas de TIC.**

- **Enfoque**: Preparar estudantes, cidadãos e trabalhadores capazes de compreender as novas tecnologias tanto para apoiar o desenvolvimento social, como para melhorar a produtividade econômica. Implica colocar recursos educativos de qualidade ao alcance de todos e melhorar a aquisição de competências básicas (em leitura, escrita e matemática), inclusive noções básicas de tecnologia.

- **Nível de Competência do Docente**: Domínio básico da tecnologia fazendo uso de recursos digitais que guiem o aluno em sua aprendizagem, ferramentas de produtividade, multimídia, busca de informação na *internet* e comunicação com redes sociais. ***Utilizar a tecnologia como ferramenta de produtividade, gestão e prática.***

- **Impacto**: Mudanças de primeira ordem, desenvolvimento de competências digitais focadas no domínio de informação e uso básico da tecnologia.

b. **Nível 2: Aprofundamento do conhecimento**.

- **Enfoque**: Aumentar a capacidade de estudantes, cidadãos e força profissional para agregar valor à sociedade e à economia, aplicando conhecimentos das disciplinas escolares para resolver problemas complexos, encontrados em situações reais e relacionados com meio ambiente, segurança alimentar, saúde e solução de conflitos.

- **Nível de competência do docente**: Uso de metodologias e tecnologias mais sofisticadas como simuladores, organizadores gráficos, buscadores temáticos e/ou ferramentas de colaboração; o docente atua como guia e administrador de projetos de aprendizagem que integrem problemas reais. ***Resolver problemas com o uso da tecnologia.***

- **Impacto**: Mudanças de segunda ordem que demandam modificações no currículo para reforçar a compreensão de conhecimentos escolares e sua aplicação tanto a problemas do mundo real como à pedagogia.

c. **Nivel 3**: **Geração do conhecimento**

- **Enfoque**: Aumentar a participação cívica, a criatividade cultural e a produtividade econômica mediante a formação de estudantes, cidadãos e trabalhadores dedicados à tarefa de criar conhecimento, inovar e participar na sociedade do conhecimento, beneficiando-se com essa tarefa.

- **Nível de competência do docente**: Uso generalizado da tecnologia para apoiar os estudantes que criam produtos de conhecimento e que estão dedicados a planejar e gerir seus próprios objetivos e atividades. Programação, robótica. ***Criar com Tecnologia.***

- **Impacto**: As repercussões deste nível implicam mudanças nos planos de estudos que vão muito além do simples conhecimento das disciplinas escolares e integram explicitamente competências indispensáveis para o século XXI, necessárias para gerar novo conhecimento e comprometer-se com a aprendizagem para toda a vida (capacidade para colaborar, comunicar, criar, inovar, pensar criticamente). Neste caso, a escola fomenta o desenvolvimento da sociedade do conhecimento.

A formação inicial

Evidentemente, caberia esperar que os centros de formação inicial de professores representasse a vanguarda nesse sentido, mas a realidade demonstra que não é assim, nem na América Latina, nem nos países desenvolvidos (Enochsson & Rizza, 2009). Há dados que mostram, por exemplo, que nos campus universitários dos Estados Unidos, as faculdades onde menos se utiliza a *internet* são as de educação. Haveria de começar por contribuir para a transformação dos centros de formação inicial dos professores em lugares onde os processos de ensino e aprendizagem dos futuros docentes exemplifiquem precisamente o que se pode chegar a conseguir em matéria de desenvolvimento das competências profissionais, aproveitando o potencial da tecnologia. De fato, existem muitas inovações em andamento nesse sentido, das quais uma das mais conhecidas, na Escola Normal Superior de Lyon, na França (Flandin & Ria, 2014), se baseia na utilização do YouTube para ver e comentar com um especialista em atuações na sala de aula de docentes em formação, com a possibilidade de interagir com os demais colegas em um ambiente virtual.

A formação permanente

Para começar, parece claro que não há melhor ponto de partida para a formação permanente do que o acompanhamento docente em sua própria sala. Em vez de extrair o docente de seu contexto e levá-lo a uma formação teórica, é muito mais produtivo levar um docente especialista na área em que o docente em formação atua, identificar conjuntamente as necessidades de desenvolvimento profissional e aplicar as soluções, avaliando-as conjuntamente. Isso não só funciona no âmbito da formação pedagógica geral mas também é

de particular aplicação no caso do desenvolvimento das competências para o uso pedagógico da tecnologia. De fato, é uma aproximação que está se dando progressivamente na América Latina. Este é o caso, por exemplo, de Paraguay Educa, que aplica o programa UCPN (Um computador por criança) desde 2008. Sua equipe de capacitadores locais oferece assessoria às escolas: suporte pedagógico aos docentes e instrução direta aos estudantes em áreas avançadas como programação. Contam também com suporte técnico para dicas. O acompanhamento aos docentes em suas classes surgiu no Paraguai, como uma estratégia central que permitiu uma maior apropriação e uso da tecnologia, diferentemente de outros programas similares 1 a 1 na região, que não contaram com esse componente (por exemplo: Peru, Uruguai).

A tecnologia em si, entretanto, está demonstrando ser uma ferramenta poderosa para ajudar os professores a fechar a brecha em sua capacitação sobre o uso efetivo dos recursos digitais (K. Purcell et al., 2013). Graças à criação e à manutenção das redes virtuais, os professores podem superar o isolamento de sua sala de aula, intercambiar ideias de planos de aula e recursos, apoiar-se mutuamente no desenho e avaliação de novas iniciativas e participar de projetos de colaboração com outros professores com interesses semelhantes. Os professores também podem adquirir uma valiosa experiência mediante o uso da tecnologia para suas próprias necessidades de desenvolvimento de competências profissionais. Este é um âmbito que tem conhecido notáveis progressos nos últimos anos: existem atualmente diferentes plataformas que permitem que os docentes avaliem suas competências didáticas, conhecimento da matéria, estratégias de aprendizagem, bem como suas competências digitais e recebam sugestão de módulos de formação *on-line* adaptados a suas necessidades. Este é o caso da plataforma DECLARA, amplamente utilizada na formação de docentes nos Estados Unidos e no México, bem como de *Tu clase, tu país* (Sua aula, seu país) no Chile. Além disso, também se multiplicam as iniciativas dedicadas à formação docente por meio de cursos massivos *on-line* ou MOOCs (de sua denominação em inglês, *Massive Open Online Courses*), que se caracterizam por uma grande flexibilidade de tempo e por alcançar simultaneamente milhares de usuários. Atualmente há MOOCs, por exemplo, sobre o ensino das competências do século XXI (Universidade de Melbourne), sobre o pensamento do estudante (Universidade Vanderbilt), sobre a aprendizagem da língua por meio da conversação ou sobre a aprendizagem em profundidade (ambos da Universidade de Stanford).

Implicações e recomendações

Conforme visto ao longo das páginas anteriores, os pesquisadores têm começado a acumular muitos conhecimentos úteis sobre o potencial que a tecnologia oferece às tentativas de transformação pedagógica. Definitivamente, a pesquisa empírica demonstrou, em primeiro lugar, que o uso dos dispositivos digitais - sejam eles computadores, *laptops* ou *tablets* - como substitutos dos professores não produziu resultados significativos na melhora da aprendizagem dos estudantes. Mas, em segundo lugar, também mostrou que os usos mais interativos e proativos da tecnologia, como resultado de uma orquestração de recursos organizada pelo professor, e com seu apoio direto, têm conseguido que os estudantes progridam em sua aprendizagem de forma notória.

Estas descobertas sugerem uma série de implicações e recomendações, para os responsáveis políticos, os líderes escolares e os professores, que podem resumir-se da seguinte forma:

1. Deve-se assegurar que os centros escolares contem com conexões à *internet* de banda larga para prevenir problemas dos usuários no uso de recursos digitais. Atualmente, a aprendizagem digital não é concebida sem acesso à *internet* e essa necessidade é cada vez maior com a proliferação de recursos de áudio e vídeo disponíveis na *web*. O acesso confiável e rápido à *internet* permite que professores e estudantes apoiem a aprendizagem em tempo real. Entretanto, muitas pessoas, especialmente em comunidades pobres, continuam tendo velocidade de acesso baixa, quando têm conexão, e problemas com a conectividade. Os estudantes que passam por dificuldades na aprendizagem podem se sentir especialmente frustrados pela impossibilidade de acessar os conteúdos que estão tentando utilizar ou encontrar.

2. Provavelmente não seja um despropósito pensar que a médio prazo cada estudante contará com um dispositivo móvel pessoal, quer seja como resultado de um empréstimo público (como no caso dos programas 1 a 1), quer seja uma aquisição familiar. É importante pensar estrategicamente nesse sentido, em primeiro lugar, facilitando o uso dos dispositivos móveis de que já dispõem e, em segundo lugar, colocando em prática políticas compensatórias. Quando cada estudante conta com um dispositivo pessoal pode-se obter melhores condições para um maior impacto sobre os resultados dos estudantes e também sobre os benefícios financeiros que as modalidades baseadas no uso compartilhado de um mesmo dispositivo entre vários alunos. A maior parte dos estudos que demonstram benefícios do uso da tecnologia na aprendizagem partem de uma modalidade 1 a 1, cujos benefícios vão além da aprendizagem escolar e incidem na equidade.

3. Quando os centros escolares ou as autoridades públicas planejam a compra de recursos e tecnologias de aprendizagem, devem levar sempre em consideração que os estudantes se beneficiam primordialmente dos aplicativos tecnológicos que foram pensados para promover altos níveis de interatividade, de iniciativa e de participação, e que apresentam os conteúdos sob múltiplas perspectivas e formas de representação. Inúmeras pesquisas demonstram que as atividades de apoio que facilitam diferentes tipos de interação entre os estudantes e os materiais -incluindo diferentes visualizações de conceitos; múltiplas formas de ver, escutar e aprender sobre eles; e oportunidades para manipular os dados, expressar ideias e ser ativos em outros aspectos do processo de aprendizagem - são essenciais para apoiar a aprendizagem.

4. Os currículos e os planos de estudos devem permitir que os estudantes utilizem a tecnologia para criar conteúdo, a partir dos recursos didáticos propostos e orquestrados pelo professor. A pesquisa mostra que quando os estudantes têm a oportunidade de criar conteúdos por si mesmos usando a tecnologia (por exemplo, mediante a realização de pesquisas para tomar decisões ou para tirar conclusões de

experimentos, a busca e a manipulação de dados, a confecção de relatórios, a criação de *sites*, a preparação de apresentações ou a elaboração de planilhas), sua motivação aumenta e, do mesmo modo, sua implicação na aquisição de novas competências que os desafiam. As aulas devem incluir a tecnologia para facilitar os processos em que os estudantes têm de realizar atividades de exploração, de análise e de síntese a fim de desenvolver habilidades de ordem superior, e também para guiar os alunos por meio da aprendizagem de conteúdos específicos.

5. Os ambientes de aprendizagem mais produtivos são os que permitem maior personalização. Em seu seio é muito mais fácil orquestrar a aprendizagem estruturada de informação e novos conteúdos com as discussões colaborativas e atividades baseadas em projetos que permitem aos estudantes utilizar a informação para resolver problemas relevantes ou para criar suas próprias produções, tanto de forma individual como coletiva, com o propósito de desenvolver, assim, novas competências.

6. É conveniente contar com ambientes de aprendizagem híbridos, que com frequência tomarão a forma de plataformas escolares, e que permitem uma melhor orquestração de todos os recursos didáticos, qualquer que seja sua natureza. A aprendizagem híbrida se produz quando o ambiente de aprendizagem combina recursos digitais (inclusive a distância, como no caso da classe invertida) ou reais (textos impressos, objetos etc.) sempre como resultado da orquestração docente.

7. Todas estas recomendações devem residir no princípio da disponibilidade constante de assessoria, suporte e apoio adequados ao professor acerca de como orquestrar os recursos didáticos de que dispõe em função das necessidades pedagógicas, e que espaço conceder, em particular, aos recursos digitais e à tecnologia. Além disso, este tipo de iniciativa deve incluir sempre a possibilidade de recorrer à assistência técnica que os educadores possam necessitar para gerir o equipamento, os aplicativos e a conectividade que tornam possível o uso efetivo da tecnologia.

8. Quer seja no nível do sistema ou do centro escolar, apenas uma aproximação sistêmica garante ir além da iniciativa de um único professor, em uma só matéria ou em tão somente uma classe. Para ser eficaz, tal aproximação sistêmica à transformação da educação requer não só um enfoque da aprendizagem muito mais centrado no desenvolvimento de competências (como, por exemplo, na aprendizagem por projetos) mas também mecanismos de apoio efetivo para os professores.

A aplicação efetiva da tecnologia na escola é um complexo quebra-cabeça. Centenas de fatores relacionados entre si desempenham um papel importante. É amplamente sabido que a mera presença de dispositivos em uma escola não se traduz automaticamente em um melhor rendimento dos estudantes. De fato, proporcionar a cada estudante um dispositivo ou dotar-se de uma plataforma escolar é apenas o começo, e nunca o final, de um processo que pode conduzir à melhora do rendimento dos estudantes. Mas isso só acontecerá se a tecnologia for utilizada para modificar os métodos pedagógicos: os ganhos de aprendizagem que se pode conseguir quando a tecnologia é utilizada apenas para suportar práticas

docentes tradicionais são marginais e geralmente não significativas; os verdadeiros ganhos observáveis aparecem só quando se utiliza a tecnologia para possibilitar a aplicação de estratégias pedagógicas diferentes, mais centradas na atividade do estudante. Em última instância, o valor da tecnologia em termos de melhora da aprendizagem dos alunos depende da qualidade das práticas pedagógicas.

Referências bibliográficas

Aguerrondo, I., & Lugo, M. T. (2010). El contexto para la educación: un cambio de paradigma. El conocimiento como motor del desarrollo. In G. Bernasconi (Ed.), *La dirección y las TIC. Necesidades y propuestas del directivo escolar para el siglo XXI*. Montevideo: Red AGE.

Arias Ortiz, E., & Cristia, J. n. (2014). *El BID y la tecnología para mejorar el aprendizaje: ¿cómo promover programas efectivos?* Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo.

Bakia, M., Murphy, R., Anderson, K., & Trinidad, G. (2011). *International Experiences with Technology in Education: Final Report*. Washington, D.C.: U.S. Department of Education. Documento mimeografiado.

Barrera-Osorio, F., & Linden, L. (2009). *The Use and Misuse of Computers in Education: Evidence from a Randomized Experiment in Colombia*. Washington, D.C.: The World Bank.

Bassi, M., Busso, M. a., Urzúa, S., & Vargas, J. (2012). *Desconectados. Habilidades, educación y empleo en América Latina*. Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo.

Bebell, D., & O'Dwyer, L. M. (2010). Educational Outcomes and Research from 1:1 Computing Settings. *The Journal of Technology, Learning, and Assessment*, *9*(1).

Berlinski, S., Busso, M., & Cristia, J. (2013). *The Effects of Technology Use on Learning Outcomes in Developing Countries: A Meta-Analysis*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo. Documento mimeografiado.

Beuermann, D., Cristia, J., Cruz-Aguayo, Y., Cueto, S., & Malamud, O. (2013). *Home Computers and Child Outcomes: Short-Term Impacts from a Randomized Experiment in Peru*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo. Documento mimeografiado.

BID. (2012). *Construyendo Puentes, Creando Oportunidades: la Banda Ancha como Catalizador del Desarrollo Económico y Social en los Países de América Latina y el Caribe*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo. Documento mimeografiado.

Bishop, J. L., & Verleger, M. L. (2013). *The Flipped Classroom: A Survey of Research*. Paper presented at the Association for Engineering Education 120th Conference, Atlanta, GA.

Borman, G. D., Benson, J. G., & Overman, L. (2009). A Randomized Field Trial of the Fast ForWord Language Computer-Based Training Program. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, *31*(1).

Bos, M., Ganimian, A., & Vegas, E. (2013). *Brief #1: ¿Cómo le Fue a la Región?" América Latina en PISA 2012*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.

Boster, F. J., Meyer, G. S., Roberto, A. J., Inge, C., & Strom, R. (2006). Some effects of video streaming on educational achievement. *Communication Education*, *55*(1), 46-62.

Bottge, B., Rueda, E., & Skivington, M. (2006). Situating Math Instruction in Rich Problem-Solving Contexts: Effects on Adolescents with Challenging Behaviors. *Behavioral Disorders*, *31*(4).

Briceño, J. J. (2013). *La argumentación y la reflexión en los procesos de mejora de los profesores universitarios colombianos de ciencia en activo. Aplicación de estrategias formativas sobre ciencia, aprendizaje y enseñanza. Tesis doctoral*. Granada: Universidad de Granada.

Cabrol, M., & Székely, M. (Eds.). (2012). *Educación para la Transformación*. Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo.

Carneiro, R., Toscano, J. C., & Díaz, T. (Eds.). (2009). *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo. Colección Metas Educativas 2021*. Madrid: OEI y Fundación Santillana.

Carretero, M., & Montanero, M. (2008). Enseñanza y aprendizaje de la historia: aspectos cognitivos y culturales. *Cultura y Educación*, *20*(2), 133-142.

Carrillo, P., Onofa, M., & Ponce, J. (2010). *Information Technology and Student Achievement: Evidence from a Randomized Experiment in Ecuador*. Washington, D.C.: George Washington University. Documento mimeografiado.

Cheung, A., & Slavin, R. (2013). The Effectiveness of Educational Technology Applications on Mathematics Achievement in K-12 Classrooms: A Meta-Analysis. *Educational Research Review*(9), 88-111.

Cheung, A., & Slavin, R. E. (2011). *The Effectiveness of Educational Technology Applications for Enhancing Mathematics Achievement in K-12 Classrooms: A Meta-Analysis*. Baltimore, MD: Johns Hopkins University, Center for Research and Reform in Education.

Contreras, J. (2013). *MDE Educativo: Herramienta metodológica para el game designer de experiencias educativas*. Paper presented at the Actas del II Congreso Internacional de Videojuegos y Educación.

Cuban, L. (1988). *The managerial imperative and the practice of leadership in schools*. Albany, NY: State Universtiy of New York.

Cuenca, J., & Martín, M. (2010). Virtual games in social science education. *Computers & Education*(55), 1336-1345.

Darling-Hammond, L., Zielezinski, M. B., & Goldman, S. (2014). *Using Technology to Support At-Risk Students' Learning*. Stanford, CA: Stanford Center for Opportunity Policy in Education.

Deterding, D., Khaled, & Nacke,. (2011). Gamification: Toward a Definition. from http://gamification-research.org/wp-content/uploads/2011/04/02-Deterding-Khaled-Nacke-Dixon.pdf

Echeverría, A., García-Campo, C., Nussbaum, M., Gil, F., Villalta, M., Améstica, M., & Echeverría, S. (2011). A framework for the design and integration of collaborative classroom games. *Computers & Education*(55), 1127-1136.

Education Week. (2014). *Spotlight on Using Technology for Classroom Cooperation*. Bethesda: Editorial Projects in Education.

Enochsson, A.-B., & Rizza, C. (2009). *ICT in Initial Teacher Training: Research Review* Paris: OECD Publishing.

Flandin, S., & Ria, L. (2014). Un programme technologique basé sur l'analyse de l'activité réelle des enseignants débutants au travail et en vidéoformation. *Activités,, 11*(2), 174-190.

Gee, J. P. (2004). *Lo que nos enseñan los videojuegos sobre el aprendizaje y el alfabetismo*. Málaga: Ediciones Aljibe.

Gee, J. P. (2005). *Why Video Games Are Good For Your Soul: Pleasure and Learning*. Melbourne: Common Ground.

Greaves Group, Hayes Connection, & One-to-One Institute. (2010). *The technology factor: Nine keys to student achievement and cost-effectiveness*. Shelton, CT: MDR.

Greaves, T. W., Hayes, J., Wilson, L., Gielniak, M., & Peterson, E. L. (2012). *Revolutionizing Education through Technology The Project RED Roadmap for Transformation*. Washington, DC: International Society for Technology in Education.

Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. London: Routledge.

Hew, K., & Brush, T. (2007). Integrating Technology into K-12 teaching and learning: Current knowledge gaps and recommendations for future research. *Educational Technology Research and Development,, 55*(3).

Hsu, Y.-C., Ho, H. N. J., Tsai, C.-C., Hwang, G.-J., Chu, H.-C., Wang, C.-Y., & Chen, N.-S. (2012). Research Trends in Technology-based Learning from 2000 to 2009: A content Analysis of Publications in Selected Journals. *Educational Technology & Society,, 15*(2), 354–370.

K. Purcell et al. (2013). *How Teachers Are Using Technology at Home and in Their Classrooms* Washington, DC: Pew Research Center's Internet & American Life Project.

Kapp, K. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education*. New York: Pfeiffer.

Kim, J., & Lee, W. (2011). Assistance and Possibilities: Analysis of Learning-Related Factors Affecting the Online Learning Satisfaction of Underprivileged Students. *Computers & Education, 5*(4).

Kugel, P. (1993). How professors develop as teachers. *Studies in Higher Education, 18*(3), 315-328.

Lawless, K. A., & Pellegrino, J. W. (2007). Professional development in integrating technology into teaching and learning: Knowns, unknowns, and ways to pursue better questions and answers. *Review of Educational Research, 77*(4), 575-614.

Lugo, M. T. (2010). Las políticas TIC en la educación de América Latina: tendencias y experiencias. *Revista Fuentes*(10), 52-68.

M. Dynarski et al. (2007). *Effectiveness of Reading and Mathematics Software Products: Findings from the First Student Cohort*. Washington, DC: U.S. Department of Education, Institute of Education Sciences.

M. Madden et al. (2013). *Teens and Technology*. Washington, DC: Pew Research Center.

Means, B., Toyama, Y., Murphy, R., Bakia, M., & Jones, K. (2009). *Evaluation of Evidence-Based Practices in Online Learning: A Meta-Analysis and Review of Online Learning Studies* Washington, DC: U.S. Department of Education, Office of Planning, Evaluation and Policy Development.

Oliver, M. (2013). Fostering Relevant Research on Educational Communications and Technology. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen & M. J. Bishop (Eds.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (pp. 909-918): Springer New York.

OREALC UNESCO. (2013). *Situación Educativa de América Latina y el Caribe: Hacia la educación de calidad para todos al 2015*. Santiago de Chile: OREALC/UNESCO Santiago.

Pachler, N., Pimmer, C., & Seipold, J. (Eds.). (2011). *Work-based mobile learning: concepts and cases.* Oxford: Peter Lang.

Partnership for 21st Century Skills Task Force. (2007). *Maximizing the Impact of the Pivotal Role of Technology in a 21st Century Education System*. Washington, D.C.: Partnership for 21st Century Skills.

Pedró, F. (2012a). *Connected Minds. Technology and Today's Learners*. Paris: OECD Publishing.

Pedró, F. (2012b). *Tecnología y escuela. Lo que funciona y porqué*. Madrid: Fundación Santillana.

Schrum, L., & Glassett, K. f. (2006). *Research on Educational Technology: Challenges to Implementation and Impact of Scientifically Based Research*. Paper presented at the American Educational Research Association Annual Meeting, San Francisco.

Schrum, L., Thompson, A., Maddux, C., Sprague, D., Bull, G., & Bell, L. (2007). Editorial: Research on the effectiveness of technology in schools: The roles of pedagogy and content. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, 7*(1), 456-460.

SITEAL. (2014). *Informe 2014: Políticas TIC en los sistemas educativos de América Latina*. Madrid - Buenos Aires: OEI UNESCO IIPE.

Sunkel, G., & Trucco, D. (Eds.). (2012). *Las tecnologías digitales frente a los desafíos de una educación inclusiva en América Latina. Algunos casos de buenas prácticas*. Santiago de Chile: CEPAL.

Sunkel, G., Trucco, D., & Espejo, A. s. (2014). *La integración de las tecnologías digitales en las escuelas de América Latina y el Caribe. Una mirada multidimensional*. Santiago de Chile: CEPAL.

Tamim, R. M., Bernard, R. M., Borokhovski, E., Abrami, P. C., & Schmid, R. F. (2011). What forty years of research says about the impact of technology on learning: A second-order meta-analysis and validation study. *Review of Educational Research, 81*(1), 4-28.

Teo, T., & Noyes, J. (2010). Exploring attitudes towards computer use among pre-service teachers from Singapore and the UK: A multi-group invariance test of the technology acceptance model (TAM). *Multicultural Education & Technology Journal, 4*(2), 126-135.

UNESCO. (2012). *Transforming Education: The Power of ICT Policies*. París: UNESCO.

UNESCO. (2013). *Uso de TICs en Educación en América Latina y el Caribe: Análisis Regional de la Integración de las TICs en la Educación y de la Aptitud Digital (e-readiness)*. Montreal: UNESCO Institute for Statistics.

Vacchieri, A. (2013). *Estado del arte sobre la gestión de las políticas de integración de computadoras y dispositivos móviles en los sistemas educativos*. Buenos Aires: UNICEF.

Warschauer, M., & Matuchniak, T. (2010). New Technology and Digital Worlds: Analyzing Evidence of Equity in Access, Use, and Outcomes. *Review of Research in Education, 34*(1), 179-225.

Watson, S. L., & Watson, W. R. (2011). The Role of Technology and Computer-Based Instruction in a Disadvantaged Alternative School's Culture of Learning. *Computers in the Schools*, *28*(1).

Wenglinsky, H. (2005). *Using Technology Wisely: The Keys to Success in Schools*. New York, NY: Teachers College Press.

Wiske, M. S. (Ed.). (1997). *Teaching for Understanding: Linking Research with Practice*. San Francisco: Jossey-Bass.

Wu, Y.-T., Hou, H.-T., Hwang, F.-K., Lee, M.-H., Lai, C.-H., Chiou, G., -L., . . . Tsai, C.-C. (2013). A Review of Intervention Studies On Technology-assisted Instruction From 2005-2010. *Educational Technology & Society*, *16*(3), 191–203.

Zielezinski, M. B., & Darling-Hammond, L. (2014). *Technology for Learning: Underserved, Under-resourced & Underprepared Students*. Stanford, CA: Stanford Center for Opportunity Policy in Education.