



Francesc Pedró

A tecnologia e as transformações da educação

DOCUMENTO BÁSICO



Cooperação
**Representação
no Brasil**

Fundação **Santillana**

Francesc Pedró

A tecnologia e as transformações da educação

DOCUMENTO BÁSICO

Tradução: Maria Alicia Manzone Rossi

Apoio



Cooperação
Representação
no Brasil



Realizadores



Fundação **Santillana**

A tecnologia e a transformação da educação

Francesc Pedró

Versão 15.2.2016

Sumário

Introdução	5
Quais são as transformações de que a escola precisa?	7
Economias em crescimento, desigualdades pendentes	7
Crescimento espetacular no acesso à educação	7
O desafio pendente: aumentar a qualidade com equidade	8
O potencial transformador da tecnologia na educação	10
A transformação necessária da escola	10
A tecnologia onipresente	12
Dispositivos	12
Serviços	12
Conteúdos	13
Aplicativos	13
O potencial da tecnologia e a efetividade de seu uso em sala de aula	14
A ambição transformadora da educação: mudanças de primeira e de segunda ordem	18
Como a tecnologia está contribuindo para a transformação da educação?	20
Melhorando o modo como os alunos aprendem	20
1. Aprendendo de maneira ativa	21
2. Aprendendo de maneira cooperativa	23
3. Aprendendo por meio de interações com retroalimentação	25
4. Aprendendo por meio de conexões com o mundo real	28
5. A orquestração dos recursos didáticos e o papel crítico do professor como ativador da aprendizagem	30
Ampliando o horizonte daquilo que os alunos aprendem	32
Competências digitais	33
Ciências: visualização, modelagem e simulação	36
Matemática: notações dinâmicas e linkadas	37
Aprender a programar para pensar melhor	39
Estudos sociais, língua, arte e humanidades	40
Conclusões e recomendações	40
Fatores críticos para promover a mudança pedagógica	42
1. Promover a aprendizagem ativa, interativa e cooperativa	43
2. Oferecer maior personalização do aprendizado	43
3. Reformar o currículo para ter foco em competências	44
4. Avaliar os aprendizados de maneira consistente com os objetivos	44
5. Adotar uma aproximação sistêmica na gestão da mudança pedagógica	44
6. Desenvolver uma liderança pedagógica potente	45
7. Apoiar os professores	46
Implicações e recomendações	50
Epílogo aberto: o que já aprendemos e o que fica pendente	51
Patricia Ames (Peru)	51
Ignacio Jara (Chile)	54
Claudia Limón (México)	54
César Nunes (Brasil)	57
Referências bibliográficas	59

Introdução

Uma das questões educativas que despertam maior interesse na América Latina é o uso da tecnologia. Esse interesse repercute claramente nos investimentos em tecnologia realizados nos últimos anos para equipar as escolas, em uma quantidade importante de países, diretamente para cada aluno, com o objetivo de transformar o ensino de acordo com as crescentes expectativas sociais e econômicas. Trata-se, definitivamente, de estabelecer uma base para os países da região contarem com cidadãos que saibam aproveitar as oportunidades da sociedade do conhecimento e contribuam como trabalhadores para o desenvolvimento econômico de sua comunidade e de seu país. Nesse novo contexto globalizado, as competências, começando pelas digitais, constituem uma nova forma de capital dos indivíduos e dos países. Os governantes, e também um número crescente de famílias, são perfeitamente conscientes desses desafios sociais e econômicos e esperam que a modernização da educação escolar contribua para melhorar as oportunidades das gerações jovens, em grande parte em razão de um uso apropriado da tecnologia. Ao mesmo tempo, o acesso à tecnologia está se universalizando entre os jovens em um ritmo extremamente rápido, o que também influi em suas expectativas e nas de suas famílias a respeito da educação que esperam receber.

Nesse sentido, nos últimos anos, ocorreram diversos estudos e pesquisas que analisaram as políticas tecnológicas em relação à 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, assim como as competências docentes. São poucas as tentativas de documentar e analisar as práticas educativas com tecnologias que se traduzem em melhoras significativas dos processos e dos resultados dos aprendizados e que, definitivamente, contribuem para transformar a educação. Precisamente, isso é o que este documento tenta fazer, seguindo vários trabalhos prévios também patrocinados pela Fundação Santillana e, mais especificamente, o publicado em 2012 com o título de *Tecnologia e escola: o que funciona e por que*. (Pedró, 2012b).

O objetivo geral deste documento é analisar as diferentes maneiras pelas quais a tecnologia está contribuindo para a transformação da educação, com maior ênfase na América Latina, os fatores que explicam o sucesso e também as demandas por uma generalização, assim como as recomendações para políticos, gestores e docentes. Essa análise limita-se ao período do ensino obrigatório e, fundamentalmente, é focada em mostrar, por meio de exemplos e experiências do mundo todo, devidamente validados pela evidência empírica, como a tecnologia permite desenvolver novas formas de ensinar e aprender, o que já está acontecendo cada vez com maior intensidade.

Todos sabem que algumas escolas obtêm resultados espetaculares com seus programas de integração da tecnologia, enquanto outras somente experimentam frustração e decepção. Portanto, é necessário focar na escola, com o intuito de deixar claro o objetivo de pôr em evidência o papel da direção, dos alunos 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 alunos com base nas evidências contrastadas.

O documento está estruturado em quatro partes. Em primeiro lugar, é apresentada uma síntese dos desafios e avanços da região em matéria de educação, que serve de marco para refletir sobre as necessidades sociais e econômicas, a crescente introdução da tecnologia na vida dos cidadãos e, especialmente, dos jovens. Então começa a ser esboçada a necessidade de uma transformação pedagógica da escola. A segunda parte se aprofunda em como deveria ser tal transformação e qual papel a tecnologia poderia ter para criar uma janela de oportunidades que a tornasse possível. A terceira parte apresenta, à luz dos achados da investigação, as formas que essa transformação pedagógica está tomando graças à tecnologia, apresentando exemplos justificados por evidências do mundo todo, em especial, referências do âmbito ibero-americano. A última parte resume as ideias fundamentais a título

de conclusão e, igualmente, esboça as possíveis implicações e recomendações para os políticos, líderes escolares e professores.

Longe de dar por solucionada a questão, este documento de reflexão procura abrir novas perspectivas e informar sobre o debate, sempre a partir da evidência empírica. Como o eixo fundamental do documento tem a ver com um processo que já está em andamento, embora em constante evolução, o mais provável é que seja efêmero em matéria de dados, mas é de se esperar que algumas das ideias que ele contém sejam suficientemente inspiradoras para que tentativas futuras possam melhorar ainda mais nossa compreensão do papel que a tecnologia já está desempenhando na transformação necessária da educação e como tirar melhor proveito dela.

Quais são as transformações de que a escola precisa?

Durante os últimos anos, a maior parte dos países da região fez importantes avanços em aspectos-chave, como o desenvolvimento global, o crescimento econômico e — em menor medida — a redução da pobreza. Isso gerou um contexto favorável para o avanço da educação. Outra condição favorável — embora não aconteça em todos os lugares — foi a mudança demográfica, que diminuiu a demanda potencial por educação. No entanto, a persistência dos elevados níveis de desigualdade e pobreza e a alta proporção da população rural trouxeram dificuldades adicionais para a expansão da educação de qualidade na maior parte da região.

Economias em crescimento, desigualdades pendentes

Os países da América Latina tiveram um crescimento econômico contínuo nos últimos anos que trouxe, também, importantes consequências sociais. Pela primeira vez, desde 2011, a porcentagem da população que pertence à classe média é maior do que a porcentagem daqueles com renda abaixo da linha de pobreza, da qual escaparam mais de 70 milhões de pessoas nos últimos dez anos. Segundo o Banco Mundial, a pobreza extrema baixou na região de 25% para 13%, mas, mesmo assim, na América Latina ainda há 80 milhões de pessoas vivendo em condições de pobreza, metade delas no México e no Brasil.

A América Latina continua sendo a região do planeta com maior desigualdade. E a luta contra a desigualdade tem uma de suas bases na equidade do acesso aos serviços públicos, começando pela saúde e pela educação — e outra, tão ou mais importante, nas políticas de redistribuição. A educação é particularmente importante como contribuição para sustentar o desenvolvimento econômico, criar riqueza e oferecer oportunidades de uma renda melhor e, ao mesmo tempo, melhor qualidade de vida para todos os cidadãos. Para o crescimento econômico da região e a renda *per capita* continuarem aumentando, assim como a classe média, será necessário um incremento de produtividade que não será possível sem uma educação melhor.

De acordo com várias estimativas, a região precisa de um aumento da renda real *per capita* de 7,5% ao ano para reduzir a diferença em relação aos países mais desenvolvidos em 2030. Isso é mais que o dobro do nível atingido entre 2003 e 2011, anos de grande bonança econômica. Somente com uma educação melhor e maior competitividade, em termos de melhores políticas públicas, instituições, infraestruturas e uso da tecnologia, será possível aumentar a produtividade *per capita*. Em particular, a oferta de boa educação é uma excelente estratégia para gerar igualdade de oportunidades e, ao mesmo tempo, aumentar a produtividade. Nesse sentido, existe um amplo consenso a respeito da importância da educação como motor de desenvolvimento econômico com equidade.

Crescimento espetacular no acesso à educação

Desde os anos 1950 e durante as cinco décadas posteriores, o foco era ampliar a cobertura dos níveis de ensino básico (ou seja, dos primeiros nove anos da educação) a todos os segmentos da sociedade. Os países da região têm alto nível de acesso à educação fundamental, com uma taxa líquida de matrícula de 94%; além disso, durante a última década, tanto a repetência escolar quanto a deserção evidenciaram tendências favoráveis, o que fez com que as taxas de retenção nos anos finais do ciclo, assim como de finalização, melhorassem de maneira muito significativa na maioria dos países, especialmente naqueles que, no começo, estavam em pior situação. Esses avanços foram particularmente importantes na faixa mais pobre da população e nos moradores de zonas rurais. Isso trouxe como consequência que as desigualdades internas mostrassem uma tendência à diminuição, porém elas se mantêm. Apesar desses avanços, aproximadamente um de cada dez (e, em alguns países, um de cada três) jovens de 15 a 19 anos não chegou a completar o ensino fundamental (OREALC UNESCO, 2013).

Entretanto, o ensino médio expandiu-se de maneira leve na região, e a taxa líquida de matrícula aumentou de 67% a 72% no último decênio (OREALC UNESCO, 2013). Ao mesmo tempo, existem indícios que sugerem uma desaceleração no incremento da população jovem que completa esse ciclo. Isso se explica, principalmente, não por razões de acesso ou de falta de oferta, mas pela persistência das altas taxas de repetência e deserção escolar. Os países da região apresentam uma situação muito heterogênea quanto ao nível de escolarização dos adolescentes e jovens: enquanto alguns alcançaram níveis importantes de massificação do ensino médio, ela continua restrita a uma minoria da população. Em todos os países, essa desvantagem afeta de modo desproporcional os jovens mais pobres e aqueles que moram em zonas rurais, mesmo que, em vários países, esses grupos tenham sido os que, precisamente, mais se beneficiaram com os progressos da última década. O ensino médio na América Latina deve enfrentar o desafio de consolidar sua expansão, especialmente na população menos favorecida, mas essa agenda de crescimento está intimamente relacionada a outra de transformação da identidade, processos internos e formas de organização do ensino médio, sem a qual os objetivos de equidade e qualidade poderão ser prejudicados. Sem uma reforma integral, será difícil massificar o ensino médio de maneira contínua e significativa para os jovens.

O desafio pendente: aumentar a qualidade com equidade

Atualmente, uma vez atingida uma elevada cobertura tanto no ensino fundamental quanto no médio, surgem novos desafios. Uma olhada nos principais indicadores da educação na região mostra que, apesar de o acesso às oportunidades de escolarização ter melhorado espetacularmente, a qualidade não acompanhou esse crescimento. Os países da América Latina ocupam as últimas posições nas provas do PISA da OCDE, o abandono escolar médio é de 40% e existe pouca cobertura pública na educação infantil — uma peça-chave na batalha pela equidade na educação.

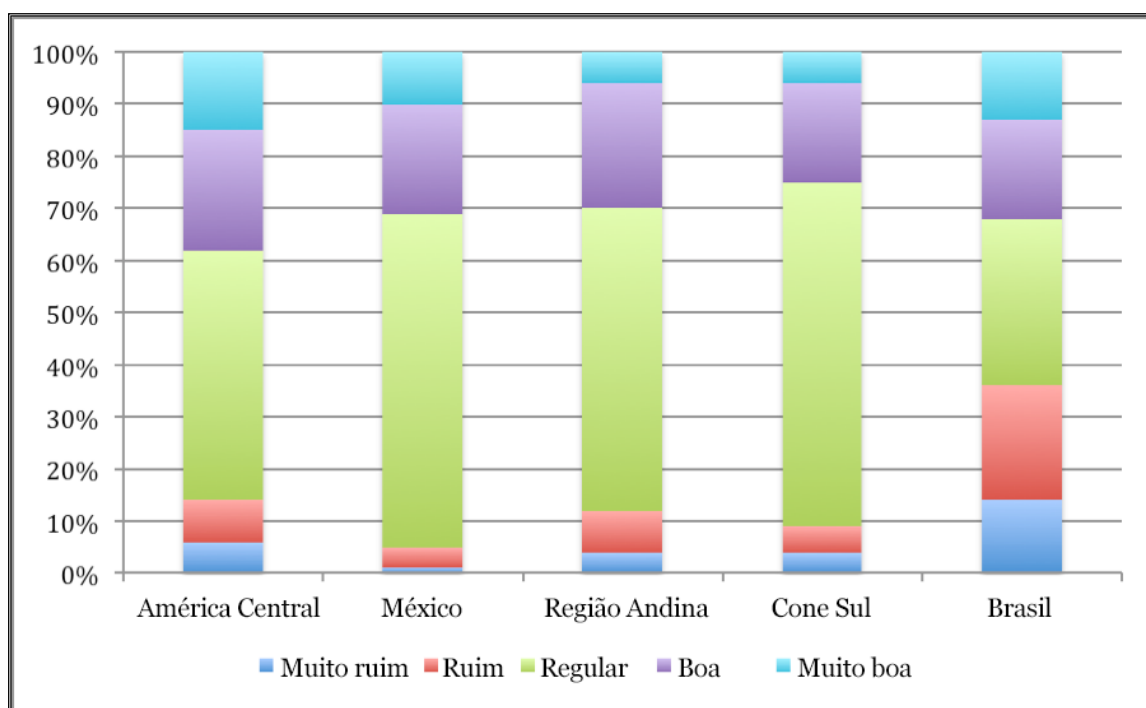
Os resultados acadêmicos dos alunos da região são preocupantes. Em média, um terço dos estudantes do ensino fundamental e quase a metade do médio não parecem ter adquirido os aprendizados básicos em leitura e, em matemática, os resultados são menos satisfatórios. Concretamente, a prova *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS), que mediu, no ano de 2007, os resultados em matemática em 48 países, mostrou que a Colômbia e El Salvador, os dois países da região que participaram, encontram-se abaixo da maioria dos países nos quais a prova foi aplicada, ocupando as posições 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 dessa prova é 20% inferior à média geral. Um dos dados que mais chamaram a atenção é a distância em relação a países como Coreia e Taiwan, que 30 anos atrás se encontravam muito longe do país considerado como média da América Latina em termos de nível educativo, mas que agora apresentam resultados significativamente melhores — sem falar em Xangai, na China.

Por outro lado, devemos lembrar que as desigualdades socioeconômicas existentes tendem a se repetir quando a oferta de educação não se enquadra em políticas e estratégias compensatórias. De acordo com o conhecido efeito Mateus, não havendo políticas compensatórias, aqueles que mais têm são os que recebem mais e com melhor qualidade. As famílias com menor educação tendem a ter menor renda, o que as limita às piores oportunidades de educação para seus filhos, alimentando o círculo vicioso da desigualdade. As pessoas que vivem na extrema pobreza têm menos anos de educação se comparadas com quem conseguiu ter acesso à classe média, e acabam realizando trabalhos não somente menos qualificados, mas também mais mal remunerados e mais precários. A exclusão e a desigualdade que afetam os alunos das populações indígenas são muito elevadas e generalizadas na América Latina, tanto no acesso quanto na progressão e nos resultados do aprendizado nos diferentes ciclos escolares. Os estudantes indígenas encontram-se sistematicamente entre as categorias sociais com mais desvantagens no campo educacional na região, situação que, muitas vezes, é potencializada por sua localização em zonas rurais e pela condição de pobreza em que vivem. Isso poderia ser explicado pela persistência, na educação, de padrões discriminatórios tanto em termos culturais quanto pedagógicos e

institucionais, assim como pela aplicação de políticas de assimilação linguística e cultural, o que torna mais difícil para os alunos indígenas obter melhores resultados educativos.

Finalmente, outro desafio importante ainda não alcançado é aumentar a permanência dos jovens no sistema educativo (Cabrol e Székely, 2012). Hoje em dia, quase todos os países da região enfrentam maior nível de deserção escolar precisamente na passagem da educação básica para o ensino médio, nível no qual, em média, somente 5 de cada 10 jovens estão matriculados. Muitos desertam antes de completar o ciclo anterior. Essa nova problemática apresenta riscos em várias dimensões. A etapa que se inicia a partir dos 15 anos é crítica para a formação da personalidade, o desenvolvimento da capacidade de tomar decisões, a formação de padrões de conduta, a aquisição de valores, a consolidação de atitudes de tolerância em relação à diversidade, o desenvolvimento de habilidades para pertencer a grupos e trabalhar neles e a formação da identidade pessoal, entre outras capacidades e competências. Por outro lado, do ponto de vista da comunidade, trata-se de idades estratégicas para configurar o senso de pertencer e de integração social, e para construir valores de confiança, que levam à formação da coesão social. Sem o suporte, a integração e a proteção adequados, os jovens dessa faixa etária estarão expostos a uma série de riscos que prejudicarão suas possibilidades de desenvolvimento e as de seus países. Entre as causas da deserção, é importante ressaltar a inadequação da educação, que os jovens latino-americanos identificam como um dos motivos que os incitam a abandonar os estudos. O gráfico a seguir mostra, precisamente, que a percepção, por parte dos jovens, da qualidade da educação traz esperança, mas está claramente inclinada para a metade da escala.

Percepção dos jovens em relação à qualidade da educação, 2012



Fonte: Organização Ibero-americana da Juventude, 2013.

A situação repercute claramente na capacidade dos sistemas escolares de gerarem as competências de que as empresas precisam. Uma recente pesquisa do BID com empresários da Argentina, do Brasil e do Chile detectou que a maioria das empresas tem dificuldades em encontrar, nos jovens que finalizam o ensino médio, as competências de que precisam (Bassi, Busso, Urzúa e Vargas, 2012) e somente 12% dos entrevistados declararam não ter dificuldades em encontrar as competências que sua firma requer. Fica também evidente que, nesse aspecto, os empresários chilenos parecem ter menos dificuldades do que os argentinos e os brasileiros. Nos três países, as habilidades socioemocionais foram, segundo os empresários participantes da pesquisa, as mais difíceis de encontrar entre os jovens.

O potencial transformador da tecnologia na educação

Sempre se diz e se repete à exaustão que se um professor de finais do século XIX entrasse hoje em uma sala de aula típica de uma escola da América Latina, acharia a maior parte das coisas muito familiares: o giz e a lousa, as carteiras e os livros didáticos são tão comuns quanto antes. Entretanto, poucos parecem perceber que esse mesmo professor do século XIX ficaria surpreso com as exigências dos atuais currículos. Por exemplo, somente um século atrás, era esperado que os alunos do ensino médio fossem capazes apenas de recitar textos famosos, relatar fatos científicos simples e resolver problemas aritméticos básicos. Na Europa, por exemplo, os sistemas estavam desenhados para que menos de 4% dos estudantes aprendessem álgebra antes de completar o ensino médio. Porém, nossas escolas evoluíram muito, e, pelo menos no campo das expectativas, houve uma revolução — no mundo todo, espera-se que todos os alunos do ensino médio sejam capazes de ler e compreender uma grande variedade de textos, em vez de limitar-se a decorar poucos sem entendê-los, e que tenham a capacidade de resolver problemas de matemática e até, por exemplo, de álgebra, e mais: que apliquem a racionalidade científica em qualquer questão que lhes seja apresentada. Essa tendência ao aumento das expectativas vem sendo acelerada pela explosão do conhecimento e pelas crescentes demandas das posições de trabalho. Existirão cada vez mais estudantes que deverão aprender a navegar em meio a grandes quantidades de informação e a dominar o cálculo e outros temas complicados para poder participar plenamente em uma sociedade cada vez mais tecnológica. Dessa forma, mesmo que as ferramentas básicas da sala de aula (lousa e livros) que dão forma ao aprendizado não tenham mudado muito no último século, as demandas sociais sobre o que os alunos devem aprender aumentaram dramaticamente na região.

A transformação necessária da escola

Existe um consenso entre os analistas das políticas educativas em relação a que, para satisfazer essas demandas, será necessário repensar como os professores desenham e executam os processos de ensino e aprendizagem, e ajudá-los a pôr em prática essa nova visão. O debate agora gira em torno de identificar e pôr em prática as reformas mais apropriadas para dar conta dessas exigências maiores nos currículos, da formação dos professores, da avaliação dos alunos, da gestão e da administração dos prédios e dos equipamentos (OREALC UNESCO, 2013). No entanto, o papel que a tecnologia pode ou deve ocupar dentro desse movimento de reforma ainda não está muito bem definido: à medida que o desenvolvimento econômico avança e a riqueza cresce, muitos governos, assim como os gestores das escolas, têm mais disponibilidade para aplicativos tecnológicos, conteúdos digitais e equipamentos para dar suporte e maior interesse por eles.

No entanto, deve ser motivo de reflexão o fato de que, no passado, inovações na tecnologia dos meios de comunicação, como o rádio, a televisão, o cinema e o vídeo, tiveram tão somente efeitos isolados e secundários sobre o que os alunos aprendiam na escola e como, apesar de seu revolucionário potencial educativo. Do mesmo modo, embora hoje a tecnologia digital seja uma força onipresente e poderosa tanto na sociedade quanto na economia, com muitos defensores de seus benefícios educativos potenciais, também é verdade que ela é cara, traz o risco de ser mal utilizada e, no final, pode acabar tendo somente efeitos complementares sobre a qualidade da educação. Entretanto, bilhões de dólares, tanto públicos quanto privados, foram destinados a equipar as escolas com computadores, *tablets* e conexões à internet, e há mais fundos prometidos para essa finalidade para o futuro, sem esquecer as despesas que as famílias já estão tendo para comprar equipamentos, o que fez com que um número crescente de alunos tenham dispositivos nas mãos ou no bolso.

Como são cada vez maiores os recursos destinados a levar computadores e *tablets* para as salas de aula, as famílias, os responsáveis políticos, os gestores das escolas e, particularmente, os professores devem ser capazes de entender de que forma a tecnologia pode ser utilizada mais eficazmente para melhorar o aprendizado do aluno. E a conclusão é que isso somente pode ser feito se o ensino for transformado. Sem uma transformação da educação que seja traduzida em mais e melhores

competências em todos os estudantes, dificilmente poderão ser aproveitadas as oportunidades que a sociedade e a economia do conhecimento oferecem. Segundo uma estimativa, por exemplo, a melhora da qualidade dos recursos humanos de um país em 10% em média pode conduzir a um incremento das taxas de crescimento econômico equivalente a 0,87 ponto de maneira permanente. Estudos da OCDE indicam que uma melhora de 5% nos resultados das competências dos alunos em matemática, língua e ciências permitiria incrementar a renda da atual geração em 25% ao longo de toda a sua vida (Cabrol e Székely, 2012).

A pergunta de como melhorar a qualidade da educação tem muitas possíveis respostas. A maioria das pessoas que têm de tomar decisões nesse campo, incluídos os líderes escolares e os próprios docentes, enfrenta uma diversidade de opções, mas com pouca informação sobre quais são as políticas ou as estratégias mais adequadas ou as de maior impacto em determinada circunstância (Aguerrondo e Lugo, 2010; Sunkel e Trucco, 2012). No entanto, na região, parece haver um consenso claro sobre três elementos importantes elencados a seguir.

- **O conceito do ensino como mera transmissão de conteúdos deve dar lugar a novas metodologias que possibilitem o desenvolvimento das competências** dos estudantes para operar sobre os conteúdos. A definição mais clara de competência é como conjunto de competências ou desempenhos que integram conhecimentos, habilidades e atitudes que os estudantes colocam em prática em contextos específicos com um propósito determinado. Nesse sentido, a pergunta fundamental do currículo não é o que os alunos sabem, mas o que são capazes de fazer com aquilo que sabem (Partnership for 21st Century Skills Task Force, 2007). Consequentemente, tanto o currículo quanto os mecanismos de avaliação do aprendizado dos estudantes devem ser reformulados nesse sentido.
- **O pilar fundamental da qualidade educativa é a competência profissional dos docentes:** se os estudantes não encontram em sala de aula docentes capazes de gerar mais oportunidades de aprendizado, não haverá melhora genuína da qualidade educativa. Infelizmente, há muitos indícios que sugerem que a situação predominante da docência na América Latina não é a desejável e, consequentemente, o desafio do desenvolvimento docente é monumental: configurar uma carreira profissional capaz de atrair os jovens com talento para a docência, formar adequadamente os candidatos, reter os professores competentes nas salas de aula (especialmente nos setores menos favorecidos) e fazer do desenvolvimento profissional uma necessidade e uma exigência com incentivos. Dado o caráter sistêmico de todos esses processos, é difícil um deles avançar sem os outros. O desenvolvimento docente é, assim, o requerimento básico para conseguir uma verdadeira transformação da escola.
- Com professores competentes e nas condições apropriadas, **o uso da tecnologia na educação permite criar espaços de ensino e aprendizagem que facilitem o desenvolvimento das competências** que a sociedade e a economia esperam dos estudantes hoje. A formação de competências, incluídas as digitais, é cada vez mais importante no âmbito educativo como uma necessidade para a inclusão na sociedade do conhecimento: a tecnologia não é tão somente um potente recurso para o aprendizado, mas também uma ferramenta cada vez mais relevante para a vida. Portanto, o potencial da tecnologia não se refere somente à alfabetização digital, já que também poderá ser utilizada para promover competências modernas e melhorar o desempenho educativo dos alunos em todos os domínios.

Muitas vozes afirmam que, até pouco tempo, as inovações baseadas na tecnologia “a colocam antes da pedagogia, da mesma forma que a fascinação foi colocada por cima da evidência” (Higgins *et al.*, 2012). Em outras palavras, a transformação da educação não chegará de mãos dadas com mais tecnologia, mas possivelmente de uma reconsideração das formas de ensinar e aprender que a tecnologia pode facilitar e, até mesmo, à qual pode dar asas – o que é difícil de acontecer em todo o sistema. Isso explica por que é tão difícil responder à pergunta sobre qual sistema educativo e qual país podem ser considerados modelos nesse âmbito: simplesmente porque as condições ainda não são apropriadas dentro do sistema, para que as novas pedagogias possam se tornar práticas majoritárias. Por isso,

também é possível concluir que os melhores exemplos de inovações digitais se referem sempre a casos pontuais que dificilmente são representativos no conjunto das escolas de um país, mesmo que sejam extremamente úteis, porque mostram caminhos para uma transformação sistêmica (Fullan e Donnelly, 2013).

A tecnologia onipresente

Tanto o acesso às tecnologias da informação e comunicação quanto o domínio e o uso adequado delas são fundamentais para o desenvolvimento econômico e social, já que se trata de ferramentas que, quando utilizadas apropriadamente, fomentam o crescimento econômico, possibilitam a inovação e capacitam as pessoas nas competências que o mercado de trabalho demanda. Os jovens, tanto na América Latina quanto em outros lugares, são usuários privilegiados da tecnologia com múltiplas finalidades, mas, ao mesmo tempo, precisam de acompanhamento para ir além dos usos meramente recreativos e sociais, a fim de desenvolver as competências sociais e laborais que os países da região já estão começando a exigir.

Nos dias de hoje, o significado que se dá ao termo “tecnologia” na educação refere-se, na realidade, a uma amálgama de dispositivos, serviços, conteúdos e aplicativos digitais. A seguir, uma breve descrição dos mais importantes.

Dispositivos

Uma das características mais importantes do panorama de dispositivos utilizados na educação escolar é seu caráter multiforme. Atualmente, limitar-se a identificar a tecnologia com computadores significa, na realidade, manter uma visão ancorada no século XX. Mesmo que os dispositivos predominantes na maioria das escolas continuem sendo os computadores de mesa, muitos países, como Brasil, Colômbia, Peru, Uruguai e Venezuela, contam com iniciativas de distribuição massiva de computadores portáteis que, cada vez mais, estão sendo substituídos por *tablets*. Entretanto, é importante lembrar que um número crescente de famílias, nesses mesmos países, está equipando seus filhos com dispositivos como os mencionados, mas, cada vez mais, também com *smartphones* (M. Madden *et al.*, 2013; Pedró, 2012a).

Além desses dispositivos, outra novidade dentro do contexto escolar é a lousa interativa, que, provavelmente, foi o dispositivo que entrou com mais facilidade nas salas de aula das escolas desde a educação infantil até a universidade, e não somente nos países desenvolvidos. Essa lousa, conectada a um computador, permite ao docente usar facilmente os recursos interativos e multimídia. As razões do sucesso são, fundamentalmente, duas. Por um lado, é uma tecnologia conciliadora com os modelos tradicionais da docência, porque respeita e reforça o papel central do professor e não lhe exige uma mudança substancial na maneira de dar sua aula, ao mesmo tempo que permite a ele acessar maior variedade de recursos digitais. Por outro lado, seu custo é relativamente baixo, pois, conforme o país, sua compra significa uma despesa que costuma ser menor do que a dos computadores de mesa, e seu ritmo de obsolescência é mais baixo. Seu crescimento foi espetacular, sobretudo nos Países Baixos, Reino Unido e países nórdicos. Seus detratores afirmam que consolida um paradigma tradicional para o ensino, longe dos princípios construtivistas, porque, no fundo, não deixa de ser mais uma lousa.

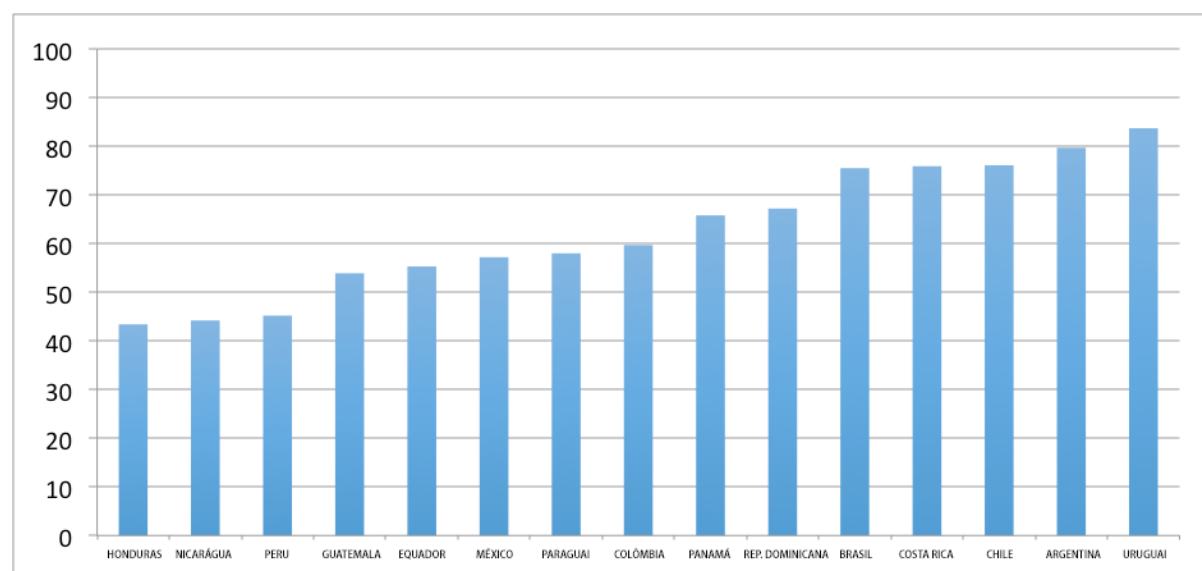
Assim, os dispositivos apresentam um panorama complexo, no qual se desenham, cada vez com mais força, duas características distintivas: o caráter pessoal do dispositivo, por um lado, e sua mobilidade implícita, por outro. Já não são somente as escolas a equipar-se, mas também os próprios estudantes. E é essa convergência entre uns e outros que parece levar mais e mais escolas, e até governos, a pensar em alternativas tecnológicas para a educação que independam do tipo de dispositivo ou do sistema operativo utilizado, formando a chamada tendência BYOD (*Bring Your Own Device*, que, no contexto educativo, poderia ser traduzida como “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 quanto na vida privada, exigem boa conectividade. Apesar de existirem grandes esforços públicos para equipar as escolas com banda larga, a situação é extremamente díspar e apresenta 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 as escolas. Os Estados Unidos também apresentam um grande atraso nessa área se comparados com a Europa, existindo distritos com velocidade de acesso à rede tão baixa que não permite, por exemplo, assistir a vídeos.

Mais uma vez, deve-se considerar o fenômeno crescente da conectividade na casa dos alunos, que aumenta na América Latina a um ritmo muito maior do que em outras regiões, e da internet móvel, que é o principal canal utilizado hoje pelos jovens para acessar a internet. Apesar das diferenças notáveis entre os países, o gráfico a seguir mostra que a porcentagem de crianças e pré-adolescentes que têm acesso à internet em casa é maioria em muitos dos países da região.

Porcentagem de alunos de sexto ano que têm conexão com a internet em casa (2013)



Fonte: Base de dados TERCE da UNESCO, 2015.

Conteúdos

Os dispositivos conectados permitem não somente a comunicação, mas também acessar conteúdos, fazer adaptações, compartilhar ou criar outros novos, sempre digitais. Por esse motivo, tanto os professores quanto os alunos podem ser considerados “prossumidores¹” potenciais, já que a tecnologia permite consumir e também produzir conteúdos.

A proliferação de conteúdos digitais na rede cresce a ritmo exponencial e, por isso, no âmbito da educação, convém distinguir simples conteúdos (por exemplo, qualquer página da web na rede ou um *site* de vídeos) de recursos didáticos, que são os conteúdos digitais selecionados e trabalhados para um processo didático. Assim, quando os recursos digitais servem de apoio ou complementam os livros didáticos e os recursos gerados pelos próprios professores nos suportes tradicionais, é necessário um trabalho apropriado para os objetivos didáticos e as características dos alunos.

Há muitas discussões abertas sobre a natureza desses recursos, diferenciando os que são abertos e permitem fazer adaptações dos que são fechados, ou os que são de acesso totalmente gratuito dos que

¹ Neologismo que combina “produtor” e “consumidor”. [N.T.]

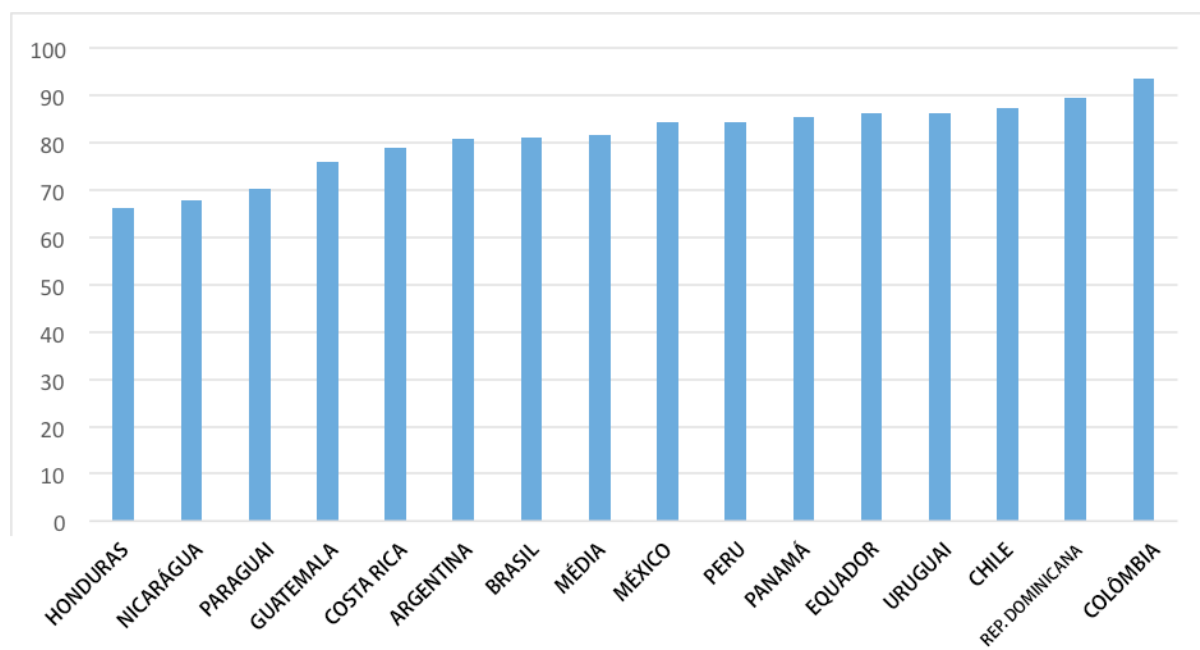
são pagos, o que levou à criação de muitas licenças de uso. Mas a natureza de um objeto digital (por exemplo, seja livre ou não) não faz com que seja mais ou menos apropriado para o uso didático, apesar de parecer claro que aqueles conteúdos digitais desenhados especificamente por profissionais para uso didático sempre terão maior garantia de qualidade — tanto se são oferecidos por empresas quanto se provêm de comunidades de profissionais da docência, sejam ou não gratuitos.

Aplicativos

A história do impacto da tecnologia na vida cotidiana prova que, até o momento, as pessoas investem em dispositivos e serviços porque, além de estar conectados para comunicar-se, pretendem aplicá-los a uma finalidade concreta — daí o nome dado aos programas hoje. Os alunos, particularmente, utilizam os aplicativos, sobretudo, para compartilhar conteúdos e comunicar-se de diversas maneiras por meio das redes sociais. E tanto estas quanto os aplicativos didáticos têm um grande potencial na educação.

Além disso, há as plataformas digitais, aplicativos informáticos que permitem a execução integrada e relacionada de uma série de tarefas vinculadas, por exemplo, com a administração escolar, o acompanhamento do histórico dos alunos, a comunicação com as famílias e, também, o desempenho escolar. A ideia é estender a presença da escola além dos horários e das paredes da sala de aula graças à tecnologia e, ao mesmo tempo, utilizar seu potencial para melhorar a gestão da escola em uma perspectiva global. Isso explica sua adoção universal no ensino superior e sua adoção crescente no ensino fundamental e médio. Assim, em casa, os alunos podem continuar realizando atividades, até mesmo de maneira cooperativa, utilizando a plataforma comum, desenvolver exercícios e até enviar suas tarefas para os professores. De fato, o gráfico a seguir demonstra que, em todos os países dos quais há dados, a maioria dos alunos do sexto ano utiliza o computador em casa para realizar as tarefas da escola.

Porcentagem de alunos do sexto ano que usam o computador em casa para realizar tarefas da escola (2013)



Fonte: Base de dados TERCE da UNESCO, 2015.

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

Segundo a CEPAL, América Latina converteu-se, durante a última década, em um mercado emergente quanto ao uso, pelas empresas, governos e indivíduos, de aplicativos tecnológicos, com uma despesa que alcançou 295 bilhões de dólares em 2011, aproximadamente 5,2% do PIB. No entanto,

também é uma característica da região o vínculo que existe entre a apropriação da tecnologia e o nível socioeconômico: os dados disponíveis indicam que o quintil de maior renda tem uma taxa de uso cinco vezes superior à do quintil de menor renda. Medidos em porcentagens, dados disponíveis sobre oito países mostram que a taxa de uso da internet no setor de maior renda é de 58%, enquanto que, no setor de menor renda, é de 11%. Nesse contexto, os países com maior taxa de uso da internet nos segmentos mais pobres são Uruguai, Chile e Brasil, com uma taxa média de 20%. Por sua vez, também são notórias as distâncias entre o uso das TIC nas áreas urbanas e nas áreas rurais, que saem perdendo. No Brasil, o acesso global à internet era de 38%, sendo de 43% nas áreas urbanas e somente de 10% nas áreas rurais; no caso do Peru, atingia 12% em média, mas era de 17,9 e 0,3% nas áreas urbanas e rurais, respectivamente (BID, 2012).

Nesse contexto, um elemento de vital importância relacionado aos fatores de acesso e às 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 em todos os lugares. Contudo, seu alcance não se restringe ao simples acesso, uma vez que esses dispositivos se converteram em recursos universais com importante impacto nos comportamentos sociais, no consumo cultural e, até mesmo, na forma como os jovens se relacionam com os conteúdos e as tarefas escolares. Não somente a proliferação dos celulares, mas, de modo geral, a dos dispositivos móveis como os *tablets* indicam uma transformação tecnológica e cultural que alguns chamam de “complexo (ecossistema) móvel” (Pachler, Pimmer e Seipold, 2011).

Todos esses números mostram que o uso da tecnologia na América Latina não para de crescer, mas, mesmo aumentando, também pode acrescentar novas brechas. Nos países da região, o acesso a essas novas tecnologias em casa está fortemente condicionado ao nível socioeconômico das famílias, motivo pelo qual o sistema escolar tem sido a principal ferramenta para reduzir essa brecha tecnológica, apesar de continuar sendo — certamente — muito importante na maioria dos países. Isso é particularmente relevante quando são examinadas as diferenças de gênero: em alguns setores em situação de pobreza e em zonas rurais, as mulheres jovens e meninas podem ter acesso mais limitado às tecnologias de uso público (isto é, cabines públicas), de modo que a escola pode transformar-se no lugar central para compensar essas desigualdades. Além de continuar equipando com tecnologia as escolas onde os alunos que não pertencem aos setores privilegiados são educados, o desafio futuro é de que forma conseguir que — além do uso recreativo — os estudantes latino-americanos a usem com potencial educativo. Isso pressupõe capacitar melhor os docentes para incorporar essas novas tecnologias a sua prática de ensino.

Consequentemente, os países da região têm à disposição, nesse parque crescente de equipamentos, conectividade e uso da tecnologia, uma formidável alavanca para o crescimento econômico e social, que já começa a estar nos bolsos de muitos estudantes e em grande quantidade de escolas. O acesso e o uso da tecnologia na educação são uma questão fundamental para a capacitação, a geração de competências e a possibilidade de acesso a empregos mais qualificados. A questão, abordada nas páginas a seguir, é como tornar possível a necessária transformação da educação de modo que permita otimizar o uso da tecnologia no contexto das novas demandas educativas e dos desafios ainda pendentes na educação na América Latina.

Essas oportunidades emergentes, junto com alunos que têm um cotidiano, de certa forma, dependente da tecnologia, são portas abertas para a mudança. Mas como? Uma das imagens caricaturescas mais difundidas da tecnologia na educação representa um computador que substitui o professor oferecendo a informação de maneira automática aos alunos, os quais têm de assimilar, realizar exercícios e responder a questões factuais que o computador traz até demonstrar que aprenderam a lição e conseguir, assim, passar para a seguinte unidade didática. Uma imagem como essa serviu durante anos para negar a competência dos docentes e seu valor nos processos de ensino e aprendizagem, embora, como — muito acertadamente — colocou 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 sê-lo”. Certamente, as primeiras versões do aprendizado assistido pelo computador foram estruturadas de maneira muito parecida com os livros de exercícios eletrônicos, em cujas telas os

alunos transitavam de um modo mais passivo, como era prescrito por um currículo orientado à transmissão de conhecimentos. Por mais engraçado que possa parecer do ponto de vista pedagógico, essa aproximação persiste, continua sendo aceita por aqueles que defendem que o principal objetivo da educação escolar é a transmissão de conhecimentos e segue sendo praticada nos treinamentos para passar em uma prova que gira exclusivamente em torno dos conhecimentos ou de habilidades muito simples, como na prova teórica para obter a habilitação para dirigir automóveis.

Em geral, no ambiente escolar, todos esses esforços tiveram resultados relativamente pobres, em particular quando a ênfase do currículo não é somente nos conhecimentos, mas nas competências, não apenas digitais, que são algo muito mais complexo de aprender e desenvolver, e também de avaliar, mas cada vez mais importante nos currículos escolares (Sunkel, Trucco e Espejo, 2014). Certamente, em alguns casos, foi comprovado que o uso da tecnologia para apoiar o aprendizado exclusivo de conteúdos pode fazer com que os alunos que treinam corretamente tenham melhores resultados em provas das mesmas características e formato dos exercícios em que foram treinados. No entanto, na maioria dos casos, os resultados obtidos são praticamente os mesmos que os dos outros estudantes que foram ensinados diretamente pelos docentes durante o mesmo período de tempo. Por exemplo, um recente estudo utilizou métodos experimentais para avaliar o impacto de uma ampla variedade de aplicativos para aprender matemática e leitura, com base no princípio do ensino auxiliado pelo computador em 132 escolas, a partir de uma amostra de mais de 9.400 estudantes (Berlinski, Busso e Cristia, 2013). E o resultado foi que não houve uma diferença significativa na pontuação dos alunos que haviam utilizado esses programas, se comparados com os estudantes que não os utilizaram. Outro amplo estudo, que também usou métodos experimentais para avaliar a efetividade da exposição dos alunos a um programa de computador baseado no método fônico, também não pôde encontrar nenhum efeito em termos de pontuação nas provas de compreensão leitora (Borman, Benson e Overman, 2009).

Os estudos realizados sobre a efetividade da tecnologia em sala de aula deram, frequentemente, resultados mistos ou pouco conclusivos, motivo pelo qual é difícil generalizar sobre o impacto global da tecnologia na melhora do aprendizado. Não há muitas evidências precisas a respeito do impacto das inovações na melhora do aprendizado dos alunos ou de sua eficiência, isto é, do ganho obtido em relação aos esforços e investimentos realizados. As meta-análises mais robustas, como a de Higgins *et al.* (2012) não conseguem provar um vínculo direto entre o uso da tecnologia e os resultados escolares, e não poderia ser de outra forma. O estudo mais recente da OCDE, utilizando os resultados do PISA 2012, demonstra que os alunos que usam computadores na escola de maneira moderada têm tendência a ter resultados melhores do que aqueles que os usam raramente. Porém, também mostrou que um uso muito frequente não está necessariamente vinculado a melhores resultados em todos os casos. E mais: foi impossível provar que os países que mais investiram em tecnologia obtiveram melhores resultados em leitura, matemática ou ciências (OCDE, 2015). Além disso, as análises comparativas das inovações educativas em tecnologia sempre previnem os leitores sobre as dificuldades encontradas para examinar não os detalhes do desenho pedagógico ou tecnológico, mas seu impacto sobre o aprendizado (Luckin *et al.*, 2012). Mais uma vez, devemos concluir que a mera presença da tecnologia não traz benefícios educativos.

Na realidade, a pergunta certa não é qual é o impacto da presença da tecnologia nos resultados do aprendizado, mas qual é o impacto daqueles desenhos dos processos de ensino e aprendizagem em que a tecnologia é um suporte evidente. Assim formulada a pergunta, os resultados parecem muito mais claros. Por exemplo, em um dos poucos estudos em grande escala realizados nos Estados Unidos, achou-se que alguns dos focos didáticos no uso da tecnologia educativa para aumentar a compreensão da matemática dos estudantes de quarto e oitavo ano eram eficazes, enquanto outros não o eram (M. Dynarski *et al.*, 2007). Mais concretamente, quando os aplicativos foram utilizados para incentivar os alunos a raciocinar profundamente a respeito da matemática, foi comprovado um aumento dos resultados do aprendizado, enquanto, quando os aplicativos foram utilizados simplesmente para permitir a prática repetitiva de habilidades de uma forma mais divertida para os estudantes, na realidade, pareciam diminuir o rendimento — parecia que os alunos ficavam distraídos por conta da tecnologia. Tudo isso é consistente com a meta-avaliação de mais de 800 diferentes estudos realizada por Hattie, que conclui que o maior impacto acontece quando a tecnologia é utilizada para trabalhos em pequenos

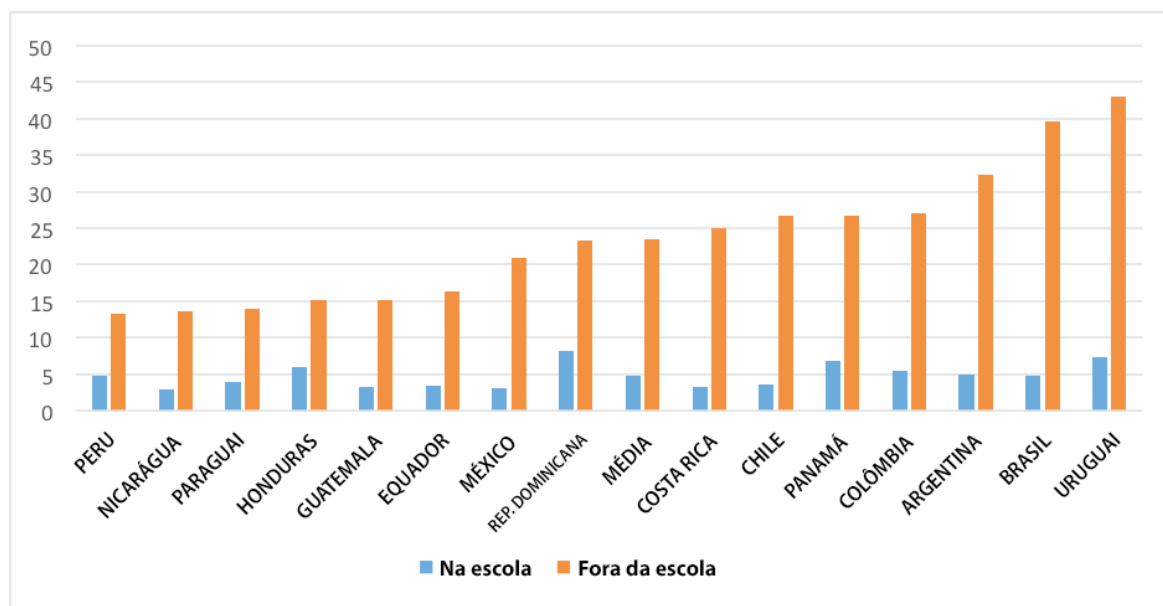
grupos e para *feedbacks* remediadores ou preventivos, e não para a simples utilização da internet a fim de realizar buscas (Hattie, 2009).

Três são as razões principais que contribuem para esses resultados mistos, como provou a OCDE (2015). Em primeiro lugar, o equipamento, os aplicativos e os conteúdos utilizados variam de escola para escola. Há, aliás, uma grande disparidade na forma como as escolas usam a tecnologia, razão pela qual a falta de resultados uniformes não é surpreendente. Em segundo lugar, o uso com sucesso da tecnologia sempre vai acompanhado de reformas simultâneas em outros aspectos, como o currículo, a avaliação e o desenvolvimento profissional dos professores, motivo pelo qual os ganhos no aprendizado não podem ser atribuídos, exclusivamente, ao uso da tecnologia, e menos ainda somente a sua presença. E terceiro, os estudos longitudinais com metodologias rigorosas que poderiam documentar os efeitos isolados da tecnologia são caros e difíceis de aplicar, motivo pelo qual foram realizados raramente.

O senso comum, assim como os estudos de avaliação, indicam que, quanto maior o uso da tecnologia, maior será o retorno do investimento do ponto de vista financeiro. No entanto, o verdadeiramente importante aqui é o retorno pedagógico, e, nesse sentido, pode-se afirmar que o uso da tecnologia dirigido pedagogicamente, ou seja, o uso não errático pelo estudante, é um bom indicador da persistência da mudança pedagógica. Ficou demonstrado, por exemplo, que se um estudante passa somente 30 minutos por semana trabalhando com tecnologia, o máximo benefício em termos de produtividade da aprendizagem será inferior a 2%. Porém, nas escolas onde cada estudante usa diariamente seu dispositivo para realizar atividades de aprendizagem convenientemente programadas pelo professor, a produtividade melhora entre 51% e 63% (Bebell e O'Dwyer, 2010).

Infelizmente, muitas escolas que dispõem de tecnologia mostram, na realidade, uma baixa taxa de uso: nos Estados Unidos, 40% das escolas equipadas com a modalidade 1 a 1 informam que seus estudantes não utilizam a tecnologia diariamente, e parecem provar o mesmo algumas das avaliações das iniciativas 1 a 1 na América Latina (Arias Ortiz e Cristia, 2014). Segundo os dados do estudo PISA de 2012, 96% dos jovens de 15 anos de idade nos países da OECD contam com um computador em casa, mas somente 72% deles declararam usar algum tipo de tecnologia na escola e, em alguns países, essa porcentagem se reduziu para menos da metade (OECD, 2015). Nesse sentido, o gráfico a seguir mostra uma interessante comparação entre a intensidade de uso da tecnologia pelos alunos de sexto ano na escola e em casa em uma amostra de países da América Latina a partir dos dados do estudo TERCE da UNESCO. No gráfico, fica claro que essa intensidade é extremamente baixa na escola se comparada com a realidade cotidiana desses mesmos estudantes em casa.

Alunos de sexto ano que usam o computador mais de duas horas ao dia na escola e em casa (2013)



Fonte: Base de dados TERCE da UNESCO, 2015.

Esse resultado pode parecer surpreendente, mas há múltiplas razões que poderiam explicá-lo, como:

- algumas escolas estão empenhadas em cumprir iniciativas tecnológicas impostas. Essas escolas não têm um conjunto de professores críticos comprometidos com as mudanças pedagógicas que essa modalidade permitiria;
- em muitas escolas, os professores não têm um nível adequado de desenvolvimento profissional;
- muitas escolas têm os equipamentos, mas não os aplicativos necessários. Com frequência, recebem uma verba padrão, independentemente de suas necessidades;
- os dispositivos são utilizados para atividades meramente auxiliares e não de aprendizagem. Por exemplo, pedir aos alunos que visitem uma página da internet em seus dispositivos e depois escrevam um relatório de duas páginas à mão no papel ou em um processador de textos; e
- o uso do computador está limitado à utilização de ferramentas de gestão ou auxiliares, como processadores de texto ou navegadores, mas com limitações. Faltam usos mais complexos.

Assim, facilmente chega-se à conclusão de que um aplicativo pedagógico adequado é a base para desenvolver com sucesso a tecnologia nas escolas, independentemente do número de alunos por computador.

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

Nesse sentido, é muito útil a diferenciação feita por Cuban anos atrás entre mudanças pedagógicas de primeira e de segunda ordem, porque ajuda a entender melhor qual é o verdadeiro valor que a tecnologia acrescenta na educação, além de possibilitar aos alunos aprenderem sobre tecnologia ou programação (Cuban, 1988). A diferença entre a primeira e a segunda ordem se estabelece na profundidade das mudanças: enquanto os de primeira ordem não modificam substancialmente os processos, os de segunda ordem permitem transformá-los radicalmente. Alguns exemplos ajudarão a esclarecer essa diferença.

Uma mudança de primeira ordem ocorre quando a incorporação de uma nova tecnologia permite melhorar os processos aos quais dá suporte, sem fazer uma modificação radical. Um exemplo claro na escola é a substituição do uso de lousas individuais por lápis e papel, o que aconteceu pouco mais de um século atrás e que, infelizmente, ainda não ocorreu em alguns dos países menos desenvolvidos do mundo. As vantagens do lápis e papel sobre a lousa individual para fazer anotações são múltiplas e vão desde a durabilidade até a limpeza. Também é possível pensar que, dadas as melhoras introduzidas pelo lápis e papel, os professores mudaram, de alguma forma, suas práticas de ensino ou as características dos trabalhos a serem realizados pelos alunos. Indo além, mesmo que seja impossível medir depois de tanto tempo, podemos pensar que os estudantes aprendessem mais e melhor com esse sistema dentro do limite das competências dos professores. Mas a magnitude das mudanças não permite, de maneira alguma, falar, nesse caso, de uma transformação na metodologia docente, nem nos processos de ensino e aprendizagem.

Uma mudança de segunda ordem é realizada quando os processos são modificados radicalmente, existindo uma transformação: podem ser feitas coisas muito diferentes, também com diferentes benefícios. É o caso dos livros didáticos. Apesar de os primeiros — muito rudimentares — terem começado a circular na Europa no século XVII, sua progressiva generalização somente aconteceria no século XX, e ainda hoje há escolas na América Latina nas quais nem todos os alunos têm livros. O fato de cada estudante ter seu próprio livro didático em sala de aula permite, pela primeira vez, que o professor possa propor aos alunos atividades radicalmente diferentes (como ler um fragmento em silêncio ou sublinhar as palavras desconhecidas), que não poderiam ter sido realizadas sem os livros. E mais, se em uma sala de aula contemporânea desaparecessem para sempre os livros didáticos, os professores deveriam redesenhar completamente os processos de ensino e aprendizagem. Essa é a prova de que se trata de uma mudança de segunda ordem, realmente transformadora.

O que acontece quando essa definição da magnitude das mudanças pedagógicas é aplicada ao uso da tecnologia em sala de aula? A esperança e a ambição é que ele torne possíveis mudanças que transformem a metodologia pedagógica (Carneiro, Toscano e Díaz, 2009), ou seja, mudanças de segunda ordem, mas a realidade é teimosa e mostra que, em muitos casos, os limites das mudanças de primeira ordem não seriam ultrapassadas: continuariam com a mesma pedagogia, as mesmas estratégias e praticamente as mesmas atividades.

Em consonância com o senso comum, a evidência empírica permite concluir que investir em tecnologia educativa para continuar fazendo o que o próprio professor pode fazer por si só, sem necessidade de um suporte tecnológico, não vale a pena (Greaves, Hayes, Wilson, Gielniak e Peterson, 2012). É possível que haja uma aura de maior modernidade, mas utilizar a tecnologia para fazer o mesmo que poderia ser feito sem ela não permite avançar em direção a uma educação de maior qualidade: é fazer o mesmo de sempre, porém, gastando mais. É até possível que os resultados sejam piores do que quando o professor utilizava tecnologias e recursos mais condizentes com sua visão do ensino.

Concluindo, hoje os estudantes precisam de aproximações pedagógicas de acordo com as necessidades e as expectativas sociais e econômicas de seu país. Não basta que aprendam conteúdos: devem desenvolver as competências que permitirão acrescentar valor a esses conteúdos. E isso somente é possível com a transformação do ensino.

Como a tecnologia está contribuindo para a transformação da educação?

Apesar de hoje em dia a pesquisa apoiar somente conclusões mais limitadas sobre a eficácia global dos investimentos em tecnologia para melhorar a educação escolar, os estudos realizados até o momento sugerem que certos usos podem melhorar o aprendizado dos alunos, sempre que as práticas de ensino e aprendizagem forem transformadas. As seções a seguir indicam algumas possibilidades promissoras para melhorar o que e como os estudantes aprendem. “Como” e “que” estão separados, porque a tecnologia não somente pode ajudar os alunos a aprender melhor, mas também pode ajudar a aprender coisas novas, especificamente, passando da simples aquisição de conteúdos ao desenvolvimento de competências. Assim, por exemplo, em termos de expectativas de melhora do aprendizado de matemática, o “como” aborda o problema da necessidade de melhorar o aprendizado para conseguir aumentar de 70% para 100% a porcentagem de alunos que sabem como resolver problemas de álgebra. O “que”, por outro lado, aborda o problema de ser possível a grande maioria dos estudantes ir além da álgebra para aprender cálculo — um tema que, no marco do ensino tradicional, é claramente impossível de aprender para a maioria dos alunos.

Tomando como base os resultados das pesquisas existentes, a evidência mais forte nesse contexto centra-se nos aplicativos para ciências e matemática para o segundo ciclo do ensino fundamental e o ensino médio, isto é, para estudantes de idades entre 10 e 16 anos, aproximadamente (Wu *et al.*, 2013). Essa evidência, geralmente, é de aplicação igualitária para alunos dos dois gêneros. No futuro, talvez as pesquisas encontrem ganhos igualmente significativos para os anos do primeiro ciclo do ensino fundamental nas outras matérias do currículo ou tenham mais detalhes em relação ao gênero ou à idade dos estudantes. As seções a seguir estão baseadas em resultados contrastivos das pesquisas até o momento e, apesar de considerarem promissores os usos pedagógicos e os aplicativos em uma ampla variedade de áreas disciplinares, destacam-se as ciências e a matemática.

Melhorando o modo como os alunos aprendem

De fato, existem aproximações pedagógicas que parecem ter dado resultados muito melhores particularmente quando se tenta transitar de um modelo de ensino centrado nos conteúdos a outro focado no desenvolvimento de competências, desde que exista um desenho pedagógico com mudanças de segunda ordem. Nesse sentido, é cada vez mais evidente que o redesenho pedagógico que se exige somente pode ser realizado se forem utilizadas de maneira significativa as possibilidades que a tecnologia oferece. Assim, cada vez há mais evidências empíricas que permitem identificar que aproximações pedagógicas com suporte tecnológico conseguem resultados significativamente superiores em relação a metodologias que não incorporam substancialmente a tecnologia (Arias Ortiz e Cristia, 2014).

Uma importante conquista científica do século XX foram os grandes avanços na compreensão da cognição, ou seja, dos processos mentais do pensamento, da percepção e da lembrança e seu reflexo neurológico, que deram lugar, já no século XXI, a maior desenvolvimento das denominadas ciências da aprendizagem. Por isso, vale a pena lembrar que a pesquisa cognitiva demonstrou que a aprendizagem é mais eficaz quando estão presentes as seguintes características fundamentais:

1. a participação ativa do aluno;
2. a aprendizagem cooperativa;
3. a interação frequente com recursos com retroalimentação;
4. as conexões com o mundo real; e

5. a presença do professor a cargo da orquestração dos recursos e como referencial para os estudantes.

Curiosamente, alguns dos pioneiros na pesquisa das ciências da aprendizagem também estão sendo pioneiros na investigação sobre como as tecnologias podem contribuir para transformar os desenhos pedagógicos. Essas conexões não são coincidência. Quando os cientistas começaram a entender melhor as características fundamentais da aprendizagem, perceberam que a estrutura e os recursos das salas de aula tradicionais frequentemente oferecem pouco apoio para o aprendizado eficaz de cada aluno, enquanto a tecnologia, quando utilizada de modo eficiente, pode possibilitar formas de ensino mais bem adaptadas à maneira como os alunos aprendem.

1. Aprendendo de maneira ativa

As pesquisas comprovaram que os alunos aprendem melhor quando participam ativamente “na 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 se posicionam no papel relativamente passivo de, simplesmente, receber a informação que chega até eles por meio de lições e da leitura dos livros didáticos (o modelo de “transmissão”), frequentemente não conseguem desenvolver compreensão suficiente para aplicar o que aprenderam em situações fora dos textos e das aulas, o que o Programa PISA da OCDE evidenciou reiteradamente. Além disso, os alunos têm diferentes estilos de aprendizagem. O uso de métodos de ensino e aprendizagem que forem além das lições e dos livros didáticos poderá ajudar os estudantes a aprender melhor a partir de uma combinação de recursos adequadamente orquestrados pelo professor.

As diferentes teorias contemporâneas sobre a 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 o aprendizado, o foco da atenção deveria ser em como conseguir que os alunos participem ativamente do processo de aprendizagem, o que tem a ver também com a questão do crescente desapego, desafeição ou desconexão da escola que muitos jovens experimentam. Atualmente, espera-se que os padrões curriculares facilitem e promovam que os estudantes tenham um papel ativo na resolução de problemas particularmente por meio da análise da informação, da pesquisa em equipe em busca de soluções alternativas e de uma comunicação efetiva dos resultados — conjunto de competências que vão muito além da simples enumeração das respostas certas em uma prova de múltipla escolha.

Para começar, a pesquisa diz respeito ao fato de que os alunos aprendem mais quando utilizam a tecnologia para criar, eles mesmos, novos conteúdos, em vez de ser meros receptores de conteúdos desenhados por outrem (Bakia, Murphy, Anderson e Trinidad, 2011). Certo número de estudos revelou que os estudantes demonstram maior comprometimento, maior autoeficácia, melhores atitudes em relação à escola e melhor desenvolvimento de competências quando estão comprometidos com projetos de criação de conteúdos, o que lhes permite aplicar aquilo que estão aprendendo. Essa complementação é importante para que a atividade não se limite, simplesmente, a realizar uma produção vistosa, mas sem entendê-la, porque, em última instância, entender é ser capaz de *pensar e agir de maneira flexível* com aquilo 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 que obtiveram, o desenvolvimento de *sites* na internet, a preparação de apresentações, a produção de vídeos utilizando os celulares, a narrativa digital e muitas outras atividades possíveis.

Embora a aprendizagem ativa pudesse ser integrada nas aulas com ou sem tecnologia, a verdade é que hoje ela oferece possibilidades que a tornam uma ferramenta particularmente útil para esse tipo de aprendizado. Por exemplo, é o caso dos experimentos em um laboratório de ciências. Os alunos, sem dúvida, poderiam participar ativamente nos experimentos sem necessidade de computadores nem de *tablets*. Contudo, quase duas décadas de pesquisa demonstraram que eles podem obter benefícios significativos quando os equipamentos são incorporados aos laboratórios no formato dos denominados

“laboratórios baseados em tecnologia”. Nestes, quando os estudantes realizam experimentos, podem usar os computadores ou os *tablets* para apresentar seus dados em gráficos de maneira instantânea, o que reduz o tempo entre a coleta dos dados, sua interpretação e sua discussão. Assim, os alunos já não precisam ir para casa para elaborar exaustivamente os pontos dos gráficos e depois levá-los para a escola no dia seguinte. Em vez disso, podem ver instantaneamente os resultados de seus experimentos. Em estudos amplamente replicados, os pesquisadores observaram melhoras significativas nas habilidades de representação gráfica e de interpretação dos alunos, na compreensão dos conceitos científicos e, em geral, na motivação, quando essa aproximação é utilizada. Por exemplo, uma pesquisa com 125 estudantes de sétimo e oitavo ano descobriu que o uso de aplicativos para dar suporte a esse tipo de atividades trouxe um aumento de 81% na capacidade dos alunos de interpretar e utilizar gráficos. Em outro estudo, realizado com 249 estudantes de oitavo ano, foram documentados ganhos significativos na competência dos alunos de identificar algumas das razões pelas quais os gráficos produzidos como resultado de experimentos podem conduzir a interpretações erradas (Barrera-Orsorio e Linden, 2009).

O uso da tecnologia para os alunos participarem mais ativamente do aprendizado não se limita às ciências e à matemática. Por exemplo, os aplicativos destinados a diagramar páginas ou editar vídeos de apoio podem ser utilizados para envolver os alunos de maneira mais ativa na preparação de apresentações que permitam mostrar seu conhecimento e compreensão de diferentes temas (Boster, Meyer, Roberto, Inge e Strom, 2006). Em outras palavras, essas novas tecnologias fazem com que a criação de conteúdos seja muito mais acessível aos estudantes, e a pesquisa sugere, precisamente, que tais usos da tecnologia podem ter efeitos significativamente positivos sobre o aprendizado. Para dar um exemplo, em um projeto de ciências sociais, alunos do ensino médio trabalharam como “desenhadores de multimídia” para criar um anuário escolar digital e uma introdução a um museu local para os estudantes de ensino fundamental de sua própria escola. Os alunos participantes desse projeto mostraram ganhos significativos em sua capacidade de compromisso com o trabalho e de autoconfiança se comparados com os estudantes que cursaram uma matéria de introdução à tecnologia muito mais tradicional.

Em um dos diversos estudos que ilustram o uso efetivo da tecnologia como ferramenta interativa, tanto para a criação de novos conteúdos quanto para o desenvolvimento de competências, destaca-se um sobre aprendizagem de língua inglesa, de caráter experimental, no nono ano (Bebell e O'Dwyer, 2010). O interessante desse exemplo é que o grupo de controle incluiu alunos com bom desempenho, enquanto o grupo experimental abrangeu somente estudantes que tinham dificuldades na aprendizagem dessa língua. O grupo de controle continuou recebendo aulas tradicionais e a turma experimental desenvolveu-se em um espaço de aprendizagem rico em tecnologia, estando cada aluno conectado à internet por meio de um *laptop*, com o qual deviam utilizar ferramentas auxiliares para a produção de uma página da internet e uma série de apresentações, sempre em inglês. Desse modo, o desenvolvimento das competências em língua inglesa estava focado no desenvolvimento de um projeto específico. Isso proporcionou ao grupo experimental, segundo um dos professores participantes, “um ambiente muito divertido e emocionante para os alunos. Eles criaram *sites* baseados em sua própria pesquisa, em vez de realizar trabalhos sobre as pesquisas de outros, e discutiram diferentes pontos de vista em seus próprios *blogs*, em lugar de consultar as revistas tradicionais. Tudo isso era muito parecido com o mundo dos adolescentes de hoje, já que incluía mensagens instantâneas, *e-mails* e joguinhos da internet”. Esse professor utilizou frequentemente os *laptops* e planejou uma unidade didática especial de introdução a um novo tema pelo menos uma vez a cada seis semanas. Antes de cada unidade de estudo, pediu aos estudantes que usassem os *laptops* para fazer atividades de descoberta, como buscas na internet ou visitas a museus. Também solicitou aos alunos que usassem um aplicativo nos *laptops* para desenhar a estrutura do documento antes de começar a escrever. Um exemplo das temáticas desenvolvidas nos *sites* produzidos pelos alunos 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 abrangeram aspectos históricos e temas relevantes da atualidade, vinculados a exemplos de genocídio no mundo de hoje. Então, o professor proporcionou aos estudantes a informação pertinente sobre o estilo das citações e orientações sobre a escrita. Depois, os grupos de estudantes passaram vários dias na biblioteca para acessar a internet e consultar os livros que poderiam utilizar

como base para sua pesquisa. O professor solicitou, então, a um especialista em tecnologia da educação da escola que visitasse sua sala de aula e criasse o espaço na internet e as pastas dos alunos no servidor da escola. Nos dias seguintes, o professor continuou ensinando aos estudantes como utilizar o *software* de construção de páginas na internet e foi solucionando os problemas dos alunos conforme apareciam. Pediu aos estudantes que criassem uma página de início, três subpáginas e uma página de referência, todas vinculadas entre si. Deviam ter, ao menos, duas fotos e não mais que quatro por página. Para planejar sua página, cada aluno devia, primeiro, gerar um roteiro gráfico. Cada projeto foi avaliado segundo notas predeterminadas.

Os alunos do grupo experimental, muitos dos quais haviam tido previamente problemas de conduta e altas taxas de fracasso acadêmico, estavam muito motivados. Segundo o pesquisador e o professor, a causa foi o uso da tecnologia, que lhes permitiu envolver-se de maneira mais direta no desenvolvimento de um projeto pessoal que exigia altos níveis de atividade e também lhes proporcionou a oportunidade de praticar com o material que iam encontrar mais adiante nas provas oficiais. Quando questionado sobre como o uso da tecnologia contribuía, concretamente, para melhorar o desempenho dos alunos, o professor respondeu: “Proporciona a eles um ambiente de aprendizagem ativa. A todo momento, estão envolvidos na aprendizagem, tomam suas próprias decisões de aprendizagem e se envolvem [na sala de aula]. Com a ajuda da tecnologia, sou capaz de diferenciar minha forma de ensinar para satisfazer as necessidades individuais dos alunos; eles sabem disso e querem ser parte desse tipo de ambiente de aprendizagem”.

De acordo com esses exemplos, um dos pilares dos projetos de criação de conteúdo é o uso de estruturas de apoio para guiar os alunos por meio de uma série de atividades cada vez mais complexas, construídas uma sobre outra. Essas estruturas podem incluir “elementos visuais, como roteiros gráficos ou imagens gráficas, para estimular a imaginação ou ajudar a reter informação valiosa, e explorar estratégias para expressar os conhecimentos prévios em formato escrito”. A motivação e a autoestima dos alunos são potencializadas quando as tarefas de criação de conteúdos são culturalmente relevantes, acessíveis e levam em conta os interesses deles.

Outro exemplo de como as habilidades podem ser desenvolvidas por meio desse tipo de tarefas provém de uma pesquisa que envolveu 55 adolescentes em uma série de pequenos projetos de criação de conteúdo (Carrillo, Onofre e Ponce, 2010). Nesse estudo, os alunos assistiram a dezesseis sessões semanais de aulas de duas horas de duração. Em cada uma dessas sessões, cada estudante tinha seu próprio dispositivo e participava em atividades de criação de conteúdos originais para os quais eram necessárias competências relevantes. Em uma dessas lições, os alunos deviam criar materiais de suporte para um negócio que eles mesmos gostariam de abrir, como um restaurante. Utilizaram o programa Excel para controlar as despesas, o PrintShop para fazer os anúncios das vagas para atrair potenciais empregados e o FrontPage para criar um *site* para o novo negócio. Esse projeto serve também para mostrar como, cedendo a iniciativa aos próprios alunos dentro das atividades de aprendizagem e proporcionando a eles oportunidades de exercitar e aplicar as competências a ser desenvolvidas de maneira prática, eles podem sentir-se mais motivados e envolvidos no processo de aprendizagem.

2. *Aprendendo de maneira cooperativa*

A colaboração e a interação entre os alunos foram consideradas, durante muito tempo, fatores importantes para melhorar o desempenho escolar. De fato, a intensidade da participação de um estudante no trabalho cooperativo é um bom elemento preditivo do sucesso escolar (Education Week, 2014). No passado, o trabalho escolar cooperativo estava limitado a interações presenciais, mas, com os aplicativos sociais, há muitas novas experiências de colaboração baseadas na tecnologia que os próprios alunos já estão explorando.

Muitos estudantes admitem que, se estão tendo dificuldade em um conceito em particular, utilizam os aplicativos sociais para consultar um colega e pedir ajuda. Os aplicativos sociais melhoram substancialmente a produtividade no trabalho cooperativo, já que apagam as barreiras do tempo, a distância e os custos. A cooperação via tecnologia pode estender-se além do círculo próximo de amigos

para converter-se em uma oportunidade de acessar uma rede que inclua mentores, tutores e especialistas. Os professores devem aprender a tirar proveito dessas práticas sociais que já ocorrem entre os alunos e a guiá-las adequadamente para fomentar a ideia de que a aprendizagem fora e dentro da sala de aula é consistente e mais eficiente.

Tudo isso se reflete na evidência empírica. Uma linha influente da pesquisa em ciências cognitivas está centrada nos componentes sociais da aprendizagem dos estudantes, inspirada nos fecundos trabalhos do psicólogo russo Vygotsky. Os contextos sociais dão aos estudantes a oportunidade de desenvolver, com sucesso, competências mais complexas que aquelas que poderiam gerar sozinhos. A realização cooperativa de uma tarefa oferece uma oportunidade não somente de aprender imitando os outros, mas também de discutir a própria tarefa, tornar visível o próprio pensamento e, dessa forma, enriquecer-se com a retroalimentação dos pares. Grande parte da aprendizagem tem a ver com o significado e o uso correto de ideias, símbolos e representações. Por meio da conversa social informal e dos gestos, os alunos e não somente o professor podem dar conselhos explícitos, resolver mal-entendidos e garantir que os erros sejam corrigidos. Além disso, as atividades cooperativas frequentemente levam os alunos a estar mais motivados no aprendizado. Uma vez que a identidade social de um aluno se vê reforçada quando ele participa em uma comunidade ou quando se torna membro de um grupo, a participação dos estudantes em uma atividade, ao mesmo tempo intelectual e social, pode ser um grande impulso motivador e levar a um melhor aprendizado do que se o aluno depender única e exclusivamente dele mesmo.

É verdade que alguns críticos consideram que a tecnologia fomenta um comportamento antissocial e aditivo e isola da base social da aprendizagem. De fato, vários aplicativos clássicos, como os tutoriais e os programas de exercícios repetitivos, fazem os alunos trabalharem exclusivamente de modo individual. No entanto, os projetos que utilizam a tecnologia para facilitar a colaboração educativa estão presentes em quase toda a história da internet. Alguns dos usos mais importantes da tecnologia hoje estão orientados às comunicações sociais (como Facebook ou Twitter) e a aplicativos em rede, como a videoconferência, e permitem ampla variedade de novas atividades de colaboração, até mesmo entre as escolas, dentro de um mesmo país ou com outros países. Na realidade, o uso das redes sociais como o Facebook é um assunto muito controverso entre docentes e famílias, mas que apresenta, também, notáveis exemplos de bom uso. Por outro lado, redes como a Edmodo, que aproveitam o mesmo tipo de interface do Facebook e são exclusivos para uso educativo, cresceram espetacularmente (em poucos anos, atingiram quase 30 milhões de alunos e docentes participantes). No entanto, sem entrar na controvérsia, parece claro que o uso da tecnologia e, em particular, das redes e aplicativos sociais para promover esse tipo de atividades colaborativas pode melhorar o grau em que as aulas são socialmente ativas e produtivas e podem fomentar conversas que ampliem a compreensão dos conteúdos pelos estudantes (Darling-Hammond, Zielesinski e Goldman, 2014).

Um esforço importante a longo prazo, que exemplifica muitas das características promissoras do uso da tecnologia para a aprendizagem cooperativa, é o Computer Supported Intentional Learning Environment (CSILE). O objetivo do CSILE, hoje transformado no Knowledge Forum e disponível gratuitamente, é apoiar, de maneira estruturada, a construção colaborativa de conhecimento fazendo com que os alunos comuniquem suas ideias e críticas — em forma de perguntas, afirmações e diagramas — a uma base de dados compartilhada, na qual são classificadas pelos próprios alunos utilizando *scaffolds* (estruturas) que formam parte da plataforma. Ordenando a discussão dessa maneira, o sistema ajuda os estudantes a serem mais conscientes sobre como organizar seu conhecimento na medida em que cresce. Além disso, o CSILE permite, aos alunos e aos especialistas convidados, participar sempre, seja qual for sua localização física. Os alunos podem trabalhar com outros estudantes de sua própria sala ou de outras salas da mesma escola ou de todo o mundo para construir cooperativamente um conhecimento comum sobre algum assunto. A avaliação desse projeto provou que os estudantes participantes que utilizavam esse aplicativo para ciências, história e estudos sociais tiveram melhor desempenho nas provas padronizadas e foram capazes de dar explicações mais profundas que os estudantes de turmas que não tinham acesso a essa tecnologia. Ainda que todos os alunos tenham tido uma melhora, os efeitos positivos são especialmente significativos no caso dos estudantes classificados com baixo ou médio desempenho.

Um exemplo notável do uso do Knowledge Forum provém do Brasil, concretamente de São Bernardo do Campo e de São Paulo. Com base em livros de atividades impressos do projeto TIM Faz Ciência, os alunos do quarto ano realizam operações intelectuais (classificar, questionar, generalizar, definir) para pensar cientificamente em diferentes situações. As duas escolas utilizam ambientes digitais para a construção do conhecimento, para os alunos tornarem visíveis seus pensamentos, conhecerem outras ideias e qualificarem o uso das operações intelectuais. Na formação docente, são utilizadas as mesmas operações intelectuais e o raciocínio científico que se espera que os professores desenvolvam com seus alunos, nesse caso, para fazer ciência com sua prática docente. O ambiente do Knowledge Forum é utilizado para uma construção coletiva do conhecimento.

Foram criados muitos tipos de redes de aprendizagem para ser utilizadas 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 salas de aula de diferentes países para desenvolver projetos em comum. Projetos como o Quiosco Foro Multimedia e o SpeakEasy estruturam as interações cooperativas entre os alunos, o que dá como resultado uma participação equitativa e mais inclusiva em gênero do que aquela que, habitualmente, acontece nos debates cara a cara em sala de aula. Aplicativos como o ConvinceMe e o Belvedere ajudam os alunos a distinguir hipóteses de evidências e a produzir explicações científicas mais claras. Os relatórios de avaliação dos pesquisadores e dos próprios professores sugerem que os estudantes que participam nas redes de aprendizagem apresentam aumento na motivação, uma compreensão mais profunda dos conceitos e aumento em sua disposição para enfrentar perguntas difíceis.

Não faltam outras experiências nesse sentido na América Latina, por exemplo, o caso da solução “A Sala de Aula do Futuro”, desenhada pela Universidade Autônoma do México. O principal objetivo dessa solução é o uso de espaços colaborativos enriquecidos tecnologicamente, ou seja, ambientes que permitam aos alunos compartilhar a informação contida em seus dispositivos pessoais (celular, *tablet* ou *laptop*) e colocá-la à disposição em espaços colaborativos públicos que integram ferramentas de apoio à colaboração, nos quais a informação deve ser organizada e afinada com o aval de todos os participantes. Dessa forma, o trabalho desenvolvido em um dispositivo pessoal contribui rapidamente para o trabalho em grupo, potencializando a realização de dinâmicas de comparação, análise, discussão e negociação entre os participantes, o que, definitivamente, leva a que a colaboração seja o resultado natural da participação. Essa solução está sendo testada na Fundação Christel House, instituição dedicada à educação de crianças de poucos recursos dos três últimos anos do ensino fundamental e o primeiro do ensino médio, com a finalidade 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 retroalimentação

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

Diferentemente de outros meios, a tecnologia apoia esse princípio de aprendizagem em, ao menos, quatro maneiras diferentes. Em primeiro lugar, as ferramentas digitais podem, sim, fomentar uma rápida interação e um *feedback* imediato. Por exemplo, por meio do uso de gráficos interativos, o aluno pode explorar o comportamento de um modelo matemático muito rapidamente e conseguir um retorno mais rápido sobre a taxa de variação do modelo. Se esse mesmo estudante tivesse de realizar cada ajuste no modelo manualmente, demoraria mais tempo para explorar a taxa de variação. Em segundo lugar, as ferramentas digitais permitem manter o envolvimento dos alunos durante períodos prolongados quando trabalham por sua conta ou em grupos pequenos; isso pode dar mais tempo para o professor oferecer *feedback* individualizado a determinados estudantes. Em terceiro lugar, o *feedback*

imediatos pode ser do professor e também dos outros estudantes, já que é 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 avanço de cada aluno e proporcionar informação mais relevante e personalizada do que aquela que ele receberia tradicionalmente.

Foi demonstrado empiricamente que existe uma correlação muito evidente entre o uso de simulações e aplicativos interativos, assim como de jogos, e a melhora dos resultados acadêmicos, enquanto não existe praticamente nenhuma entre o uso da tecnologia para o treinamento ou memorização e os resultados (Zielezinski e Darling-Hammond, 2014). Muito pelo contrário: a evidência indica que o uso da tecnologia com esses fins no âmbito escolar tende a ser associado a piores resultados nas provas de avaliação.

A pesquisa mais recente indica que os *videogames*, como sistemas complexos interativos, incorporam um conjunto de princípios da aprendizagem aos quais é necessário prestar mais atenção (Gee, 2004, 2005). Como recurso educativo, a pesquisa sobre os *videogames* mostra que estes influenciam na geração de novos conhecimentos e habilidades, ao apresentar informação oportunamente e de maneira atraente, sendo necessária a análise de uma situação dada que requer atenção e concentração para ser resolvida, estimulando, assim, o pensamento crítico. Também favorecem o aprendizado colaborativo, ao mesmo tempo que exigem a participação ativa do jogador, e transformam a aprendizagem em algo mais empírico, divertido e participativo. Por tudo isso, há evidências de que os *videogames* podem aumentar o desempenho acadêmico se aproveitados pedagogicamente em sala de aula (Carretero e Montanero, 2008; Cuenca e Martín, 2010; Echeverría *et al.*, 2011). Os *videogames* podem ser utilizados também como ferramentas de aprendizagem nos chamados *serious games*: o jogo sério é uma experiência desenhada utilizando mecânicas de jogo e pensamento lúdico com o objetivo de o jogador dominar o conteúdo de um tema específico (Contreras, 2013). Um bom exemplo é uma inovadora experiência peruana com o jogo *1814*: a independência do Peru, desenvolvido pelo grupo Avatar da Pontifícia Universidade Católica do Peru. Trata-se da criação de um *videogame* de estratégia em tempo real, baseado em fatos históricos relacionados à independência do Peru em 3D. O jogo permite acesso livre e propõe recomendações para seu uso em sala de aula. Um estudo quase experimental demonstrou um efeito positivo no aprendizado dos alunos que utilizam esse *videogame* como complemento das aulas, comparados com outros que não o usam. Efetivamente, foi comprovado que o grupo experimental — que teve aulas de história, assim como horas de *videogame* — incrementou seu aprendizado em maior medida do que o grupo de controle 1 (somente aulas) e o grupo de controle 2 (somente *videogame*). O grupo que teve somente horas de *videogame* teve um incremento maior de aprendizado do que o grupo que teve somente aulas. Os grupos nos quais o *videogame* foi utilizado como ferramenta educativa melhoraram seu desempenho significativamente mais do que aqueles que não o usaram (Evaristo e outros, em prensa).

Além do uso dos *videogames*, a gamificação (do inglês, *gamification*) ou ludificação é um conceito que faz alusão ao uso da mecânica dos *videogames* em âmbitos diferentes a esses para envolver o sujeito que aprende em determinadas atividades (Deterding, 2011). Na educação, esse conceito está tomando impulso: elementos provenientes dos *videogames* são incluídos para promoverem o aprendizado no meio de uma experiência divertida, dotando de mecânicas lúdicas atividades que não o são; assim, a gamificação utiliza recursos como pontos, níveis, recompensas, desafios alcançados etc. (Contreras, 2013; Kapp, 2012). A ideia é envolver o aluno na tarefa de aprendizado e manter seu interesse. Dessa maneira, incrementa-se a motivação, tornando a aprendizagem mais significativa e recebendo uma certa recompensa pelo esforço realizado. Essa gamificação pode implicar igualmente a utilização educativa dos consoles dos *videogames* ou dos periféricos. Em Armenia (Colômbia), foi desenhado e implementado um aplicativo de *software* desenvolvido no MatLab® que permitiu visualizar em tempo real a imagem em cores captada pelo sensor Kinect™ e os parâmetros físicos medidos e/ou calculados em cada um dos movimentos, gerando, dessa forma, o complemento entre a informação do mundo real e a informação virtual e, portanto, criando o efeito de 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 ficassem motivados a aprender em sua

aula e aproveitou o potencial de entretenimento e diversão das TIC com o Kinect™. O Kinect™, por ser uma câmara periférica desenhada para o console do jogo Xbox® 360, atraiu os estudantes a participarem da resolução do problema. Além disso, ficou comprovado nos exames que os alunos haviam conseguido desenvolver melhor compreensão dos fenômenos físicos que implicavam movimento, imaginação para pensar em outros problemas e capacidade para resolvê-los.

Consequentemente, quanto mais interativas forem as estratégias de aprendizagem, melhores serão os resultados. É nesse ponto que a tecnologia pode ajudar, e muito. Nesse sentido, é muito importante a distinção entre os programas clássicos de ensino assistido por computador e os modernos programas ou aplicativos interativos, que se caracterizam por diagnosticar os níveis de conquista de cada estudante, para oferecer a cada um os recursos mais apropriados a suas necessidades e a seu ritmo, um conjunto mais interativo de atividades motivadoras, assim como facilitar o *feedback* sobre suas conquistas. Ao mesmo tempo, são capazes de gerar informação que pode ser útil para os próprios professores. Segundo demonstrado, esses programas interativos, quando utilizados por docentes sempre dispostos a explicar conceitos, resolver dúvidas, coordenar a discussão entre os estudantes e facilitar a aplicação prática, tem mais sucesso, particularmente no caso de estudantes com pior desempenho ou com dificuldades de aprendizagem.

Uma das principais vantagens dos programas interativos é permitir aos alunos ver e explorar conceitos a partir de diferentes perspectivas, utilizando grande variedade de representações possíveis. Por exemplo, para o estudo das funções quadráticas, parece muito mais eficiente o uso desses ambientes interativos do que a tradicional forma de ensino presencial, acompanhada pela simples realização de exercícios com lápis e papel. Em um dos experimentos mais conhecidos na didática da matemática (Cheung e Slavin, 2013), os alunos do grupo experimental passaram 55 minutos por dia trabalhando em 6 unidades didáticas que seguiam o conhecido ciclo de motivar, explorar, explicar e elaborar. Ao longo desse ciclo, utilizaram simulações que permitiam manipular a informação sobre gráficos e tabelas interativas. Tiveram tempo suficiente para explorar por si mesmos, depois explicaram e elaboraram um ensaio sobre certos fenômenos observados e tiveram, também, a oportunidade de dialogar com outros colegas sobre isso. Os autores desse experimento concluíram, obviamente, que, no ensino da matemática, os resultados dependem enormemente do processo de aprendizagem, que melhora substancialmente quando é possível criar um ambiente que envolve os alunos para fazer com que desenvolvam habilidades de pensamento complexo por meio da resolução de problemas, diante de um ensino meramente baseado na repetição e na memorização.

Outro estudo importante no mesmo âmbito da matemática (Cheung e Slavin, 2011) achou uma melhora substancial nos resultados dos alunos que utilizaram módulos baseados em vídeos sequenciais, com anotações que ajudavam a identificar os elementos mais importantes de um problema e interagir com modelos digitais em 3D, antes de aplicar sua compreensão à construção de um produto concreto nesse mesmo ambiente digital. Em uma dessas sequências de vídeo, por exemplo, eram mostrados, ao longo de oito minutos, três jovens que pretendiam construir uma rampa de *skateboard*. Para responder aos diferentes problemas que os jovens do vídeo enfrentavam, os alunos tinham de calcular a porcentagem de dinheiro de sua poupança que iriam dedicar a comprar os distintos materiais. Também deviam ser capazes de ler uma fita métrica, converter centímetros em milímetros, decifrar plantas de edifícios, construir uma tabela de materiais, combinar frações complexas, realizar combinações e, finalmente, calcular o custo total da construção de uma rampa com diferentes ferramentas acessíveis no mesmo aplicativo, que ajudavam os estudantes a entender mais facilmente 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, logicamente, ser utilizada em todas as áreas de conhecimento. Em ciências, por exemplo, os alunos podem aprender novos conceitos explorando desafios e problemas, assistindo a vídeos sobre eles e construindo conteúdo por si para representar seu pensamento em relação a essa questão específica. Por meio da tecnologia, os estudantes podem acessar o conteúdo de muitas formas diferentes que, de fato, podem chegar a adquirir vida com mapas, vídeos, *links* a definições, acesso a conteúdos adicionais e muito mais. Todos esses exemplos ilustram como um uso da tecnologia

que melhore a interação permite facilitar o aprendizado dos alunos para dominarem, por meio de diferentes meios e métodos, conceitos e competências que, geralmente, são difíceis de desenvolver em um contexto tradicional de ensino.

As pesquisas indicam que aplicativos 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 e Jones, 2009). Na primeira, os professores tinham de gerar uma resposta personalizada para cada estudante. Na segunda, o sistema enviava a cada aluno uma resposta apropriada, mas sempre pré-gravada e padronizada. O aprendizado dos estudantes melhorou significativamente e aproximadamente por igual com ambos os métodos, mas a estratégia baseada em respostas pré-gravadas e padronizadas permitiu aos alunos ter mais tempo livre, paradoxalmente, para interagir, até quatro vezes mais, de maneira personalizada com o professor. Outro exemplo: um aplicativo chamado Diagnoser avalia a compreensão que os estudantes têm de conceitos de física em situações nas quais é comum cometer erros; a seguir, sugere aos professores possíveis atividades de correção. Os resultados melhoraram mais de 15% quando os professores incorporaram o uso do Diagnoser e foram igualmente significativos para os alunos de baixo, médio e alto desempenho.

Atualmente, existe uma grande variedade de sistemas adaptativos (Geekie, Adaptativa, Descomplica, QMagico etc.) que continuam em evolução e sendo aperfeiçoados para ir além dos resultados em simples testes de múltipla escolha, problemas fechados que avaliam somente o conhecimento de informações e o aplicativo de algoritmos, para tentar entender o pensamento do aluno. Efetivamente, os aplicativos mais sofisticados da tecnologia nessa área tentaram rastrear o processo de raciocínio dos estudantes passo a passo e dar orientações quando os alunos se desviam do raciocínio correto. Os resultados do Geometry Tutor, um aplicativo com esse foco, mostraram que os alunos — especialmente aqueles com baixa autoconfiança em sua capacidade para aprender matemática — poderiam aprender geometria muito mais rápido com esse tipo de ajuda. Além disso, os pesquisadores da Universidade Carnegie Mellon descobriram que alunos do ensino médio que utilizaram outro aplicativo semelhante, o Algebra Tutor, mostraram pequenos avanços nas provas de matemática padronizadas como o Scholastic Aptitude Test (SAT), mas tiveram um resultado superior ao dobro na resolução de problemas complexos em comparação com alunos que não utilizaram esse aplicativo.

4. Aprendendo por meio de conexões com o mundo real

Hoje em dia, um dos temas centrais da pesquisa sobre a aprendizagem é o fracasso frequente dos alunos em aplicar o que aprendem na escola aos problemas que encontram no mundo real. Uma vasta literatura sobre esse tema sugere que, para desenvolver a capacidade de transferir conhecimentos e competências da sala de aula ao mundo real, os alunos devem dominar os conceitos básicos e não simplesmente decorar fatos e técnicas de solução em contextos simplificados ou artificiais. Mas as tarefas típicas de resolução de problemas nas aulas tradicionais não oferecem aos alunos 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 dos conceitos em uma variedade de contextos e, desse modo, romper o isolamento artificial dos aprendizados escolares em relação às situações do mundo real. Por exemplo, por meio da rede, os alunos podem ter acesso aos dados científicos das mais recentes expedições, seja sobre a última missão da NASA em 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 os estudantes participarem ativamente nos experimentos utilizados pelos profissionais de modo rotineiro, incluído 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 para a sociedade.

Um importante projeto que permite aos estudantes participar ativamente em 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 os estudantes adquirirem competências científicas, o Programa, atualmente, conecta mais de 4.000 escolas do mundo todo com cientistas. Os professores e os estudantes recolhem dados ambientais locais para serem utilizados pelos cientistas e eles, por sua vez, proporcionam assessoria aos professores e estudantes participantes sobre como aplicar os conceitos científicos à análise dos problemas ambientais reais. Portanto, o Programa GLOBE depende, em boa medida, das contribuições dos alunos para ajudar a monitorar o meio ambiente, enquanto contribui, também, para sua educação de modo interdisciplinar. Além disso, os alunos sentem-se motivados a participar mais ativamente da aprendizagem, já que estão contribuindo com aportes que têm valor científico real para a pesquisa. Nas avaliações, 62% dos professores que utilizam o Programa GLOBE informaram que seus alunos analisam, discutem e interpretam os dados. Embora não existam ainda avaliações rigorosas dos efeitos sobre a aprendizagem, os professores do GLOBE que participaram da pesquisa afirmam que esse 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 de trabalhar em grupos pequenos, assim como, obviamente, das competências digitais.

Do mesmo modo, no projeto Global Lab, os cientistas desenvolveram técnicas que permitem aos estudantes do mundo todo reunir-se e compartilhar dados relativos a aspectos terrestres, aquáticos e aéreos sobre o lugar onde moram. Os alunos 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 maneira centralizada, permitem aos alunos analisar os dados com seus colegas e com cientistas do mundo todo. Muitos outros projetos também conectam professores e estudantes com cientistas, permitindo a participação ativa em experiências de pesquisa do mundo real. Por exemplo, o Projeto Jason, iniciado pelo explorador Robert Ballard, convida os alunos a conectar-se com sua equipe durante as expedições científicas. Nessas expedições, os estudantes comunicam-se com os cientistas que estão explorando os recifes de coral ou estudando uma selva tropical. No projeto KidSat, os alunos dirigem o funcionamento de uma câmara em uma nave espacial da NASA.

Coyaima é uma região rural de difícil acesso na Colômbia, onde os estudantes não contam com livros suficientes e informação para enfrentar seus problemas. Quando receberam os *tablets*, em 2013, com a ajuda do projeto de sala de aula TIC, desenharam com os professores processos de pesquisa para proteger sua bacia, analisaram amostras de água e solo com o apoio de aplicativos, como a tabela periódica digital, para estudar os elementos químicos e, até mesmo, chegaram a utilizar um aplicativo para controlar o tempo de seus experimentos. Ao mesmo tempo, alunos e professores realizam um trabalho forte nas redes colaborativas da internet e na incorporação de novos recursos didáticos de caráter digital (vídeos, tutoriais, fotografias, murais, *blogs* e periódicos digitais) que permitiram a criação de um sistema de monitoramento permanente (em tempo real) para a proteção e conscientização ambiental pelos docentes, dirigentes, estudantes, familiares e microempresários da zona de influência. Os docentes já vinham trabalhando o problema ambiental de sua bacia desde 2001. No entanto, um dos aspectos mais importantes é que a tecnologia tem um papel transformador da prática que o professor vinha realizando: graças a ela, consegue divulgar os resultados obtidos pelas análises físico-químicas que continua pondo em prática com seus estudantes. O trabalho com outros colegas, realizado *on-line* com especialistas de outros países, alimenta as ideias de melhora dos projetos de sala de aula TIC. Isso fez com que tivessem a aceitação e o respaldo da comunidade convertendo-se em um projeto importante para essa pequena cidade. Definitivamente, os professores começaram a gerar conhecimento científico de valor com seus estudantes, e eles, por sua vez, avançaram no desenvolvimento de suas competências científicas, que se adquirem com a experimentação e a análise dos problemas ambientais. Outro aspecto registrado foi a mudança do docente, que o levou a prestar mais atenção no aprendizado de seus estudantes. Agora, com a tecnologia, a interação entre o docente e o estudante foi reforçada pelos meios virtuais (redes sociais e Facebook), e isso fez com que subissem os índices de assistência e permanência dos alunos (nas zonas rurais há uma deserção de 54%), crescesse o interesse pela disciplina, melhorasse a comunicação na comunidade educativa, se fortalecessem as competências investigativas e se desenvolvessem habilidades associadas com a criação, análise e, principalmente, a avaliação de projetos.

Também foram desenvolvidos projetos para conectar os estudantes com experiências do mundo real em áreas não científicas. Por exemplo, o Projeto Jasper provou melhoras significativas na compreensão matemática quando os professores começaram a utilizar *videogames* de aventuras que animam os estudantes a participarem na resolução de problemas matemáticos que são significativos para avançar no jogo (Bottge, Rueda e Skivington, 2006). Os pesquisadores avaliaram a efetividade do projeto Jasper em 28 escolas do ensino médio e em nove localidades. Depois de um mês, os alunos que usaram esse recurso obtiveram quase as mesmas notas nas provas padronizadas de matemática, mas mostraram melhora significativa em sua capacidade de resolver problemas complexos e atitudes mais positivas a respeito do papel da matemática ou na solução de problemas reais, em comparação com os estudantes a quem não se ofereceu essa estratégia.

5. A orquestração dos recursos didáticos e o papel crítico do professor como ativador da aprendizagem

O papel do professor é e continuará sendo decisivo. E essa é uma afirmação feita não somente por convicção, mas porque é o que a pesquisa indica. A evidência demonstra que, em termos de impacto sobre a aprendizagem dos alunos, as fórmulas docentes associadas ao conceito do “docente como facilitador” não rendem tanto quanto aquelas que têm como referência o conceito do “docente como ativador” da aprendizagem. A diferença pode parecer simplesmente de matiz, mas não é. Hattie (2009) demonstrou que quando o professor se envolve diretamente não somente no planejamento das atividades e na disposição dos recursos, mas também intervém de maneira direta adotando um papel ativo, o impacto sobre o aprendizado dos alunos é três vezes maior do que quando se limita a circular pela sala de aula como mais um recurso à disposição dos alunos. É verdade que Hattie não considerou essas diferenças de contexto com a densidade que permite a tecnologia, mas isso torna seu trabalho ainda mais valioso, porque aponta as diferenças puras entre as aproximações pedagógicas e ajuda a situar a contribuição da tecnologia.

Como sugerem os exemplos anteriores, é possível conseguir tanto um envolvimento maior dos alunos quanto melhores resultados utilizando ambientes de aprendizagem com o suporte da tecnologia. Isso se consegue envolvendo os estudantes em um aprendizado interativo que oferece representações múltiplas de ideias e *feedback* em tempo real, assim como oportunidades para explorar e criar conteúdo e aplicar o que foi aprendido para desenvolver competências. Porém, todos os exemplos demonstram igualmente que a exigência básica é o próprio professor com sua capacidade de orquestrar recursos, de qualquer natureza, em razão de sua visão pedagógica e de um desenho didático apropriado.

Uma forma de orquestração que está ganhando adeptos rapidamente é a denominada “aula invertida” (*flipped classroom*). Geralmente, esse termo se refere a maneiras de organizar os processos de ensino e aprendizagem em que as ferramentas tecnológicas são utilizadas fora da aula (por exemplo, oferecendo lições do próprio professor gravadas em vídeo, leituras e exercícios que os alunos devem realizar em casa) para proporcionar a informação que, normalmente, o professor daria em forma direta durante a aula, enquanto o tempo de aula é utilizado para um debate e uma pesquisa colaborativa, baseada na resolução de problemas. Apesar de atualmente essa abordagem ser muito discutida, precisamente pelo crescente interesse, há pouca pesquisa empírica sobre seus efeitos. Uma recente revisão da literatura (Bishop e Verleger, 2013) apontou que a maioria dos estudos realizados até hoje se limitou a explorar a percepção dos alunos e utilizou desenhos de investigação não experimentais. A verdade é que os relatórios de percepção dos alunos sobre a aula invertida são um tanto díspares, mas, de modo geral, são positivos: os estudantes tendem a preferir as lições presenciais do professor do que as filmadas em vídeo, mas também preferem, em sala de aula, as atividades interativas em lugar das lições tradicionais. A evidência informal sugere que a qualidade do aprendizado do aluno melhora na aula invertida se comparada com a aula tradicional. Entretanto, ainda há muito poucos trabalhos de pesquisa que investigam os efeitos da metodologia da aula invertida sobre os resultados do aprendizado do aluno de modo objetivo. Um bom exemplo dessa aproximação é o programa “Alunos em Rede”, do México, que se aplica desde o ciclo escolar 2013/2014. O programa consiste em utilizar uma plataforma *on-line* com o objetivo de os estudantes poderem colaborar, propondo e resolvendo problemas que impactem em seu ambiente e estejam relacionados com os temas da aula. Essa ferramenta permite ao

aluno ser o eixo central do aprendizado, e ao professor, um facilitador, permite romper a brecha digital, sem importar o nível socioeconômico, o espaço ou o tempo. Leva os estudantes a gerenciarem o conhecimento em um ambiente lúdico em que podem ganhar diferentes medalhas de acordo com suas competências, não somente no uso da tecnologia, mas também nas habilidades do século XXI. Os alunos, por sua vez, podem se autoavaliar e coavaliar o trabalho de seus pares.

No entanto, até em desenhos de orquestração menos complexos que a aula invertida, a evidência insiste na importância de contar com o suporte do professor e os aportes de outros alunos, modulando cuidadosamente as interações entre todos eles. Os resultados da aprendizagem são melhores quando os usos da tecnologia como os apresentados anteriormente se combinam com oportunidades de ajuda estratégica pelo professor e interações sociais entre os alunos.

Desse modo, em um estudo que comparou os resultados do aprendizado em modalidades híbridas (presencial e a distância, *on-line*) e integralmente a distância (somente *on-line*), 1.943 estudantes coreanos fizeram cursos *on-line* que utilizavam Flash e componentes de vídeo na internet (Means *et al.*, 2009). Os alunos progrediam ao longo das diferentes sessões de aprendizagem completando tarefas *on-line* individualmente, recebendo retroalimentação digital em tempo real e participando em discussões em grupo. Um dos grupos de alunos teve a experiência de aprendizagem *on-line* com o apoio de um professor principal (modalidade híbrida), enquanto outro se dedicou ao autoestudo em forma exclusiva, sem a ajuda de nenhum professor (modalidade totalmente *on-line*). Os resultados mostraram que os estudantes que tiveram o apoio dos professores na aprendizagem *on-line* eram muito mais propensos a dizer que desenvolveram grande interesse pelo tema de estudo e aumentaram seu nível acadêmico. Os pesquisadores concluíram que “a assistência do professor deveria ser obrigatória para a aprendizagem *on-line*”. Quando os alunos foram questionados sobre a área em que experimentaram maior desenvolvimento pessoal, eles enumeraram maior quantidade de vantagens na modalidade híbrida. Esses estudantes eram muito mais propensos a afirmar que desenvolveram interesse pessoal pelo tema e aumentaram seu desempenho acadêmico, enquanto os estudantes que trabalharam o tempo inteiro em forma *on-line* e solitária foram mais propensos a dizer que não experimentaram nenhuma mudança em seu aprendizado. Além disso, os alunos informaram altos níveis de satisfação associados às numerosas oportunidades que tiveram de interagir *on-line* com os colegas.

Não é estranho, portanto, as aproximações híbridas ganharem terreno no âmbito das inovações. Esse é o caso das escolas Innova, do Peru. O modelo educativo desse grupo de escolas propõe o *blended learning*, que combina experiências de práticas diretas em sala de aula (aprendizagem socioconstrutivista) com o aprendizado digital, no qual os alunos utilizam ferramentas computadorizadas para descobrir e trabalhar os conceitos acadêmicos, usando *software* livre e programas educativos para diversos cursos, no modelo de 1 para 1. Innova Schools aposta em um modelo educativo privado de baixo custo com um importante componente tecnológico. Talvez seja a experiência privada mais massiva no Peru e a primeira em trazer como eixo de sua proposta o *blended learning*. Mesmo não tendo à disposição informações sobre os resultados da aprendizagem, o modelo teve ampla aceitação, crescendo de 3 a 20 colégios em Lima em menos de 5 anos.

Outro estudo norte-americano examinou o uso da tecnologia em uma escola de ensino recuperatório, com alunos que haviam fracassado em outras escolas ou haviam sido expulsos delas (Kim e Lee, 2011). No caso, os professores utilizavam a tecnologia para apoiar os alunos de diferentes maneiras: desde programas de aprendizagem assistida por computador até o uso da tecnologia para pesquisa e desenvolvimento de conteúdos pelos próprios estudantes. Nesse contexto, eles declaravam que optavam por utilizar a tecnologia nos temas em que queriam se preparar por meio da realização de exercícios, assistir a visualizações dos conteúdos e demonstrar seus progressos (para passar de um nível a outro), mas não nas matérias ou temas que achavam difíceis de aprender pelo computador. Eles apontaram que a disponibilidade e ajuda do professor foi fundamental para entender conceitos difíceis e superar os momentos de confusão quando trabalhavam em equipe. Os alunos e professores também disseram que era importante ter uma variedade de opções de recursos para a aprendizagem, desde que estivessem bem conectados, para facilitar o desenvolvimento das competências requeridas. Mais uma vez, é fácil deduzir disso tudo a importância do papel do professor como orquestrador dos recursos de

aprendizagem. No entanto, também é importante que isso seja feito garantindo oportunidades de interações de qualidade entre professor e alunos, assim como entre os próprios estudantes.

É importante levar em consideração que, em todos os casos relatados com resultados de sucesso, os alunos tinham acesso à tecnologia na modalidade de 1 para 1 (um dispositivo à disposição de cada estudante), com uma banda larga adequada para apoiar seu trabalho. Os pesquisadores concluíram que o acesso à tecnologia nessa modalidade é particularmente importante para os alunos de baixo nível socioeconômico “para ter fluência no uso da tecnologia para uma variedade de propósitos de aprendizagem, já que estão menos propensos a ter essas oportunidades de acesso em casa”. Por exemplo, um estudo que analisou a aplicação de um programa de 1 para 1 em três escolas no Peru, com perfis economicamente diferentes (Beuermann, Cristia, Cruz-Aguayo, Cueto e Malamud, 2013), determinou que os jovens de menor renda mostraram ganhos de aprendizagem significativamente maiores em matemática em relação aos estudantes de renda mais alta, e os professores eram mais propensos a dizer que acharam que os dispositivos eram muito mais úteis para o aprendizado dos jovens “em risco”. Quando os alunos tiveram acesso a um *laptop* na modalidade de 1 para 1, assim como acesso à internet na escola, os professores pediram que os utilizassem em aula várias vezes na semana, para propósitos que iam desde a busca do conhecimento de fundo, facilitando aprendizados *just in time*, até o apoio a projetos de pesquisa. Além do trabalho que os alunos estavam fazendo em matemática, os pesquisadores observaram que a modalidade de 1 para 1 permitia aumentar a probabilidade de que eles se envolvessem em processos de escrita, no desenvolvimento de competências de pesquisa prática em profundidade, assim como de competências digitais complexas por meio da “interpretação e produção de conhecimento”.

Foi demonstrado, então, que os usos da tecnologia na escola têm muito a ver não somente com as competências docentes, mas também com as próprias expectativas dos professores a respeito do potencial de seus alunos. Quando as expectativas do professor são mais baixas, o que acontece com muita frequência quando os estudantes são de baixo nível socioeconômico, a evidência demonstra que o uso da tecnologia tende a estar muito mais vinculado à exercitação e memorização e, portanto, à transmissão de conteúdos, do que quando as expectativas do docente sobre seus estudantes são muito mais elevadas. Nesse último caso, o professor é sempre mais propenso a confiar na competência de seus alunos de ir além e de enfrentar tarefas e problemas complexos. E, como era de se esperar, a evidência demonstra que o uso da tecnologia está muito mais orientado a facilitar a interação do estudante não somente com o conteúdo, mas com desafios ou projetos que o ajudarão a desenvolver suas competências.

Definitivamente, diante de uma igualdade de competências docentes, se as expectativas sobre os alunos são elevadas, o resultado será maior propensão ao desenvolvimento de estratégias pedagógicas nas quais a interação, individual ou em grupo, com os recursos docentes terá mais importância, o que possibilita um tipo de aprendizado muito mais orientado ao desenvolvimento de competências e, sobretudo, motivador para o estudante. No entanto, deve-se perceber que tal afirmação contém, implicitamente, boas e más notícias. As boas notícias são que, nessa aproximação baseada na interatividade, a tecnologia é praticamente imprescindível. As más notícias são, porém, que as expectativas docentes sobre os estudantes estão, infelizmente, intrinsecamente vinculadas ao nível socioeconômico deles, e cria-se, desse modo, uma nova brecha que tem repercussão no digital, mas que é de origem pedagógica: melhor pedagogia para aqueles estudantes sobre os quais se tem melhor expectativa e, portanto, maior e melhor uso da tecnologia também para eles.

Ampliando o horizonte daquilo que os alunos aprendem

Além de apoiar a transformação da maneira como os alunos aprendem, a tecnologia também pode melhorar o que eles aprendem, permitindo participar de discussões e experiências que, de outro modo, seriam inacessíveis para a maioria deles. Por exemplo, como com os *tablets* é possível até fazer música, os alunos podem experimentar compor antes de tocarem um instrumento. Como a tecnologia torna possível falar com outras pessoas em diferentes lugares do mundo, os estudantes podem aprender

arqueologia seguindo os avanços de uma escavação real no Peru. Por meio das comunicações *on-line*, os alunos podem ir além de sua própria comunidade, para encontrarem professores e outros estudantes que compartilhem seus interesses acadêmicos, e até formar comunidades virtuais com turmas de alunos de outros países, como ocorre no Programa Etwinning da Comissão da União Europeia. Daí a crescente importância das competências digitais.

A pesquisa mais interessante sobre como a tecnologia pode melhorar o que os alunos aprendem foca, no entanto, nos aplicativos que podem ajudar os alunos a entenderem os conceitos básicos de temas científicos ou matemáticos mediante a representação dos conteúdos de maneira menos complicada e mais fácil de compreender. A investigação demonstrou que a tecnologia pode conduzir a mudanças profundas naquilo que os estudantes aprendem. Mediante o uso da simulação, as anotações com *links* dinâmicos e a interatividade, eles podem atingir um surpreendente domínio de conceitos sofisticados. A seguir, a demonstração por meio de alguns exemplos.

Competências digitais

A massificação da internet e, de modo geral, das tecnologias digitais em todas as classes sociais e instituições está levando as escolas a um cenário de muita tensão e numerosas oportunidades. Além da questão de se os docentes acham pertinente ou não usar essas novas tecnologias para apoiar a aprendizagem escolar, esse novo contexto está desconcertando as escolas, seja porque a ampla e universal disponibilidade de informação está afetando a pertinência de seus métodos de ensino, ou porque os alunos estão mudando sua maneira de responder às demandas dos professores. Para continuar sendo relevantes nesse novo cenário, as escolas deverão fazer adaptações profundas em seus próprios afazeres educativos e preparar os alunos para trabalharem e aprenderem nesse novo ambiente digital. Particularmente, os estudantes devem saber buscar, filtrar e comparar a informação relevante, assim como apresentá-la e citá-la adequadamente. As competências envolvidas nessas atividades podem parecer similares às que deviam predominar antes da criação das tecnologias digitais; no entanto, são muito diferentes desempenhadas nos ambientes digitais. Por exemplo, buscar e filtrar a informação disponível na internet é muito diferente, dado o volume e formatos que é possível encontrar. A possibilidade de colaborar tem novos canais que antes não existiam e que ampliam as modalidades de interação, e a facilidade de 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. Isso determina que a escola deve encarregar-se de seu desenvolvimento. Para os alunos também são importantes essas competências, a fim de incorporar-se nas diferentes esferas de participação na sociedade, assim como para aproveitar as novas oportunidades de continuar aprendendo ao longo da vida, incorporar novos conhecimentos e inovar nos processos produtivos e sociais em que deverão participar e, desse modo, contribuir para o desenvolvimento socioeconômico de suas comunidades.

Diversos autores chamaram a atenção sobre a relevância dessas competências. Por exemplo, Pedró (Pedró, 2012a) apontou o fato de que estar conectado não se traduz em benefícios para as pessoas ou as instituições se elas não tiverem a capacidade de trabalhar ativamente com os meios e a informação digital que essa conectividade torna disponíveis, e que a educação é a principal responsável por promover essas competências nas crianças e nos adolescentes. Esse e outros autores (ver, por exemplo, Levy e Murnane, 2007; Fraillon e Ainley, 2010) realçam a importância dessas competências no contexto das economias emergentes baseadas no 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 da informação e comunicação, como buscar, avaliar, sintetizar, analisar e representar informação no ambiente digital, assim como a capacidade de compartilhar e colaborar com outros nesses novos ambientes. Tedesco (2014), por sua vez, lembra a importância que essas competências têm para exercer a cidadania no século XXI, pois permitem participar ativamente nos circuitos onde circula parte importante da informação socialmente significativa.

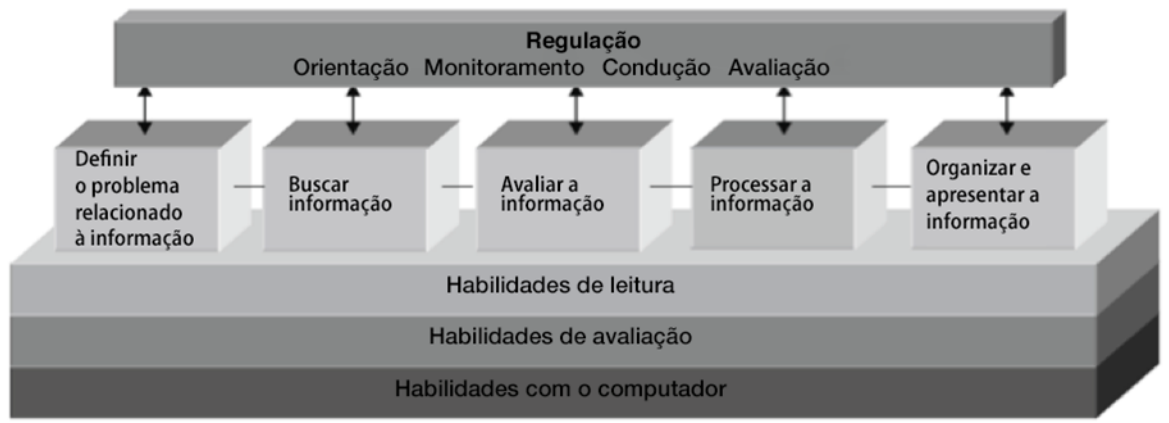
O problema é que o acesso a dispositivos que permitam o acesso a esses ambientes digitais é, certamente, condição prévia para o desenvolvimento das competências, mas insuficiente para evitar que as brechas sociais continuem aumentando, como documentou o recente estudo internacional ICILS de avaliação das competências digitais dos alunos de 15 anos de idade (Fraillon, J.; Ainley, J.; Schulz, W.; Friedman, T. e Gebhardt, E. (2014). Esse estudo comprovou, com evidências internacionais, a tese de Van Dijk (2005), a qual diz que a distribuição social dessas competências é muito mais desigual que o acesso aos dispositivos digitais e, enquanto as brechas de acesso podem ser reduzidas com relativa facilidade por meio de inversões materiais (dispositivos e serviços), o desenvolvimento das competências baseia-se fundamentalmente nos recursos cognitivos dos indivíduos (alfabetização leitora, contexto social e cultural), que estão desigualmente distribuídos e são difíceis de desenvolver. Isso novamente aponta para a participação ativa da escola na promoção das competências digitais, caso contrário, as diferenças sociais vão aumentar, mesmo que se forneça mais tecnologia às famílias e escolas.

O argumento de que essas competências devem ser promovidas de maneira ativa no contexto escolar nem sempre foi tão claro. Alguns conhecidos defensores da entrega massiva de computadores às crianças, como Nicholas Negroponte (2005) ou Sugata Mitra (2010), popularizaram a ideia de que essas tecnologias permitiriam aos alunos aprender por si, até tornando desnecessárias as escolas como as conhecemos. Entretanto, o reconhecimento de que as novas gerações cresceram de mãos dadas com as tecnologias digitais (Presky, 2004) veio com a ideia de que, por esse único fato, elas 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 os alunos as adquiririam de modo automático em seu contato diário com a tecnologia. No entanto, a evidência mostra que isso não é suficiente e que devem ser dirigidas por meio de experiências educativas explicitamente orientadas a sua formação. Por exemplo, os resultados de uma prova de desempenho de competências de gestão da informação em um ambiente digital aplicada no Chile em 2011 mostram que não mais que 3% dos alunos têm as competências esperadas, em circunstâncias nas quais o acesso e o uso frequente dos computadores pessoais em casa e nas escolas superam, e muito, esse número. Outros estudos, como um desenvolvido em 2006 em várias universidades australianas, demonstram que não é possível assumir que todos os jovens têm as competências mais básicas de uso das ferramentas digitais (Kennedy, 2008).

Consequentemente, hoje está claro que essas competências não se desenvolvem somente pelo fato de ter acesso e usar a tecnologia, e parece inevitável o papel da escola de proporcionar as experiências educativas orientadas a seu desenvolvimento para que o acesso equitativo à tecnologia leve, efetivamente, a uma sociedade mais igualitária. A evidência mostra, no entanto, que as escolas não estão fazendo esse trabalho da maneira correta. Ao pesquisar mais detalhadamente o que acontece dentro das escolas e nas práticas dos alunos, é possível observar que, apesar de os professores reconhecerem o papel da internet como fonte de informação para os trabalhos escolares, eles confiam que os estudantes sabem como discriminar os conteúdos e tirar proveito deles para seu aprendizado, o que, na prática, somente os melhores alunos conseguem fazer, enquanto os demais percorrem o caminho mais fácil de copiar e colar o primeiro material que encontram, a fim de cumprir as exigências da escola.

Dadas a importância e a complexidade de desenvolver essas novas competências, abriu-se um campo de estudo que procura entendê-las em profundidade e avançar nas estratégias que as promovem. Particularmente, foram elaborados diversos modelos para descrever os processos de resolução dos problemas de informação nos ambientes digitais, como o denominado Information Problem Solving with Internet (IPS-I), que aparece na figura nº 1 e propõe cinco etapas para resolver os problemas de informação na internet (definir, buscar, examinar, processar e organizar-apresentar), ressaltando o fato de que todo esse processo depende muito de outras competências (informáticas, de avaliação, de leitura e de autorregulação).

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



Fonte: Brand-Gruwel, Wopereis & Walraven, 2005.

Embora os diversos modelos dos processos de resolução de problemas de informação em ambientes digitais tenham diferente ênfase, na maioria dos casos, há coincidência 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 se apoiam fortemente nas competências metacognitivas dos estudantes, tanto no planejamento e monitoramento do processo quanto na 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 das estratégias para seu desenvolvimento. Esses modelos também nos lembram que, longe da visão que confia no desenvolvimento dessas competências na familiaridade dos alunos com as tecnologias, elas dependem muito de outras competências pessoais que são o resultado de processos educativos mais amplos e de lento amadurecimento. Portanto, para encarregar-se do desenvolvimento dessas novas competências, a escola deverá fazer um trabalho educativo de longo prazo e arraigado em sua tarefa formativa.

Entretanto, nem todas as intervenções escolares parecem ter os mesmos efeitos. Por exemplo, os estudos mostraram que os resultados são melhores quando os professores estruturam o processo de resolução do problema de informação com etapas claramente determinadas, que permitam ir avaliando passo a passo a efetividade da estratégia adotada em função dos resultados obtidos. E é importante, ao longo desse processo, o professor orientar os alunos com instruções, retroalimentação, exemplos e perguntas-chave. Essa estrutura e orientação deveria, também, ser mais explícita nos primeiros anos, dando mais espaço e flexibilidade à medida que os alunos forem adquirindo autonomia. Por último, é recomendável que as tarefas e os trabalhos pedidos estejam integrados no currículo, tenham objetivos claros e sejam relevantes para os alunos.

Além disso, a maioria dos professores não parece seguir ainda essas recomendações, e, apesar de muitos deles pedirem tarefas de pesquisa, não intervêm muito, delegando o ensino, de alguma forma, à internet, pois tendem a confiar em que seus conteúdos são adequados e acreditam que os estudantes têm as competências necessárias para buscar, filtrar e aprender sozinhos nesse âmbito. Em outras palavras, mesmo os professores entendendo que devem promover essas competências e pedindo aos alunos que trabalhem com o apoio da tecnologia, não estão fazendo o necessário para desenvolvê-las. O resultado dessa prática é que os estudantes têm dificuldades em buscar, avaliar e organizar a informação.

Tudo indica que não adianta continuar promovendo o uso da internet sem estrutura nem orientação adequadas, pois isso não evita que a maioria dos alunos confie no primeiro material que encontra para fazer sua tarefa, assim como também não ajuda a evitar as distrações próprias das redes (baixar música ou bater papo com os colegas). Em vez disso, o professor deve ensinar a imitar os bons

alunos, que focam na tarefa, filtram as distrações do mundo digital e sabem que nem tudo na internet é confiável e, portanto, esforçam-se em fazer buscas que deem resultados mais precisos e em avaliar e discriminar aquilo 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 as competências digitais nos alunos por meio de projetos nos quais se apoiam, de maneira transversal, diversos conteúdos curriculares. O programa começou em 2003 e está alinhado com os padrões internacionais da Universidade de Cambridge e dos NETS do ISTE. Hoje é utilizado no México, na Espanha, na Guatemala, em Honduras, na República Dominicana e em El Salvador. Ao completar os três níveis que eles determinam, os alunos têm a oportunidade de obter um certificado da Universidade de Cambridge no uso de tecnologia. Os alunos devem desenvolver uma evidência de aprendizagem para cada competência a ser trabalhada e, no final, apresentar um projeto no qual aplicarão as competências aos conteúdos do currículo. Os professores especialistas em cada matéria têm o apoio do professor de informática para a aprendizagem dos aplicativos e ferramentas tecnológicas propostas. O programa não promove nenhuma ferramenta tecnológica, e sim se limita a ensinar ao aluno as competências para saber utilizar qualquer aplicativo, sem importar a marca.

Ciências: visualização, modelagem e simulação

Nas últimas décadas, em razão da importância estratégica crescente da ciência e da tecnologia, os pesquisadores começaram a examinar, por um lado, o que os alunos aprendem sobre ciências na escola e, por outro, de que maneira são capazes de aplicá-la na realidade cotidiana. Para sua surpresa, até mesmo os estudantes que ingressam nas universidades de maior prestígio mostram dificuldades quando devem dar explicações científicas de fenômenos simples, como os que acontecem ao lançar uma bola para o ar. Pesquisas semelhantes e amplamente replicadas mostram que, embora os alunos consigam calcular corretamente fórmulas científicas, frequentemente não entendem os conceitos que estão por trás delas.

Os aplicativos que utilizam a visualização, a modelagem e a simulação demonstraram ser poderosas ferramentas para a aprendizagem de conceitos científicos. A literatura de investigação está repleta de histórias de sucesso que permitiram aos alunos dominar conceitos que a maioria dos professores consideraria, em geral, sofisticados demais para a sua idade. Por exemplo, utilizando diagramas dinâmicos, ou seja, imagens que se movem em resposta a diferentes *inputs*, é possível ajudar os estudantes a visualizar e compreender as forças subjacentes a diferentes fenômenos. A participação dos alunos na discussão de simulações que modelam os fenômenos físicos, desafiando, às vezes, as explicações intuitivas, também demonstrou ser uma estratégia pedagógica útil. Um exemplo dessa possibilidade são as ThinkerTools, um programa de simulação que permite aos alunos do ensino médio visualizar os conceitos de velocidade e aceleração, entre outros. Em experimentos controlados, os pesquisadores determinaram que os alunos do ensino médio que utilizam as ThinkerTools desenvolveram a capacidade de dar explicações científicas corretas dos princípios newtonianos vários níveis antes daquele em que o conceito, geralmente, é ensinado. Os estudantes que participaram das ThinkerTools superaram todos os outros alunos de física da mesma escola de ensino médio na competência de aplicar os princípios básicos da mecânica de Newton a situações do mundo real — deixando claro que esses outros alunos tinham três anos a mais de escola. Os pesquisadores concluíram que o uso das ThinkerTools parece ter feito a ciência mais interessante e acessível a uma faixa mais ampla de estudantes do que, geralmente, é possível com abordagens mais tradicionais.

Mas existem muitos outros exemplos. O aplicativo Stella permite aos estudantes do ensino médio aprender a dinâmica de um sistema de modelagem de situações econômicas, sociais e físicas mediante um conjunto de equações interativas — o que, normalmente, é aprendido na universidade. Outro aplicativo utiliza versões especiais do Logo, uma linguagem de programação desenhada especialmente para estudantes do ensino médio, para ajudá-los a aprender os conceitos que regem os

padrões do voo das aves ou do tráfego nas estradas, embora a matemática necessária para entender esses conceitos seja ensinada, normalmente, nos cursos universitários de pós-graduação. Também deve mencionar-se a qualidade e abrangência da rede de criadores de simulações e programas com Scratch (os estudantes trocam códigos e aprendem uns com os outros na rede) e suas possibilidades para a robótica, quando estão conectados com interfaces que utilizam o Arduino para mover e comandar motores, sensores etc. O Global Exchange chega, a cada ano, a dezenas de milhares de estudantes pré-universitários com visualizações do mapa do tempo, que lhes permitem raciocinar como os meteorologistas. A pesquisa demonstrou que os alunos que utilizam esse aplicativo melhoram substancialmente tanto em sua compreensão da meteorologia quanto em suas competências para a pesquisa científica.

Na prática, existem muitas experiências dignas de menção que exploram grande quantidade de vias para a inovação no ensino das ciências. Por exemplo, em Peñalolén (Chile), a aula de ciências de sexto ano básico divide-se em três momentos: introdução, experimentação e fechamento. Na introdução, o professor apresenta os conceitos e o trabalho posterior com o apoio de uma lousa interativa; depois, na experimentação, as crianças, em grupos, realizam uma pequena pesquisa guiada como preparação e, então, realizam um experimento com material concreto e interface-datalog conectados aos *tablets*, os quais contam com um *software* que faz um gráfico do comportamento de uma variável do experimento; e, finalmente, no fechamento, os grupos compartilham os resultados e o professor explica com o auxílio da lousa.

No Brasil, é muito conhecida uma experiência de ensino de ciências que parte da ciência forense, inspirada em um seriado da televisão estadunidense de sucesso mundial (CSI). Nessa experiência de São Paulo, os conteúdos de física, química, biologia e matemática são ensinados tomando como ponto de partida situações de ciência forense inspiradas no seriado. Os alunos utilizam aparatos tecnológicos para coletar e analisar dados, registram, discutem e publicam suas ideias utilizando ambientes colaborativos e grupos fechados nas redes sociais. Todos os alunos do nono ano participam nas experiências. Assim, aprendem ciência de maneira contextualizada e significativa que excede o âmbito da ciência em si e leva a discussões sobre ética e aspectos morais. Eles também melhoram sua capacidade de colaborar, propor e realizar experimentos, além da competência de raciocinar e argumentar cientificamente.

Na Colômbia, para conhecer a flora existente no Parque Ronda del Sinú, os alunos, com a assessoria dos professores, classificaram biologicamente cada uma das plantas que têm importância regional, com base em suas características botânicas. Uma vez identificadas, os estudantes pesquisaram na internet e em livros de botânica sobre essas plantas para corroborar que a primeira classificação taxonômica foi realizada corretamente. Com a informação coletada pelos alunos, foi criada uma base de dados, onde é filtrada a informação mais importante para criar as descrições correspondentes no *software* TextAloud com, no máximo, 370 palavras para terem uma duração não maior que 2,30 minutos. Com as fotografias de cada planta, foram realizados vídeos com o *software* Movie Maker, acrescentando as descrições previamente realizadas. Posteriormente, os vídeos foram colocados na internet para obter as correspondentes URLs e gerar códigos QR que levam as informações aos celulares e *tablets* para serem consultadas pelos turistas e visitantes na região de Ronda del Sinú.

Matemática: notações dinâmicas e linkadas

Como se sugeriu anteriormente, hoje o desafio fundamental da educação matemática consiste em ensinar conceitos sofisticados a uma população muito mais ampla que aquela que tradicionalmente os aprendia. Esse desafio é praticamente universal. Não faz muito tempo, a matemática mais simples (soma, subtração, multiplicação e divisão) era suficiente para quase todos, mas, na sociedade atual, cada vez mais pessoas se veem obrigadas a utilizar competências matemáticas mais avançadas para raciocinar sobre a incerteza, a mudança, a evolução dos dados ou as relações espaciais.

Embora a busca de estratégias para aumentar o leque de competências matemáticas que os estudantes possam vir a aprender seja incessante, os pesquisadores concluíram que a mudança das

notações matemáticas tradicionais no papel (como símbolos algébricos) para as notações que aparecem na tela (incluindo não somente os símbolos algébricos, mas também gráficos, tabelas e figuras geométricas) pode ter um efeito muito positivo. Se comparado com o uso de papel e lápis, que somente permite notações estáticas isoladas, o uso da tecnologia permite notações dinâmicas e linkadas com outras vantagens úteis para os alunos, que, graças a elas, podem:

- explorar rapidamente as mudanças na notação arrastando pontos com o *mouse* ou com os próprios dedos, em vez de fazê-lo reescrevendo, de forma lenta e cuidadosa, as mudanças realizadas;
- ver imediatamente os efeitos de mudar uma notação para outra diferente como, ao mudar o valor de um parâmetro numa equação, ver como o gráfico muda;
- relacionar facilmente os símbolos matemáticos, seja com dados do mundo real ou por meio de simulações de fenômenos familiares, dando mais sentido e significado à matemática; e
- receber *feedback* quando introduzem uma notação incorreta (por exemplo, diferentemente do que acontece com papel e lápis, um aplicativo pode emitir um som se o aluno tenta escrever uma função matemática sem sentido em um gráfico, como repetições incorretas ao definir dois valores diferentes de y para um mesmo valor de x).

Por meio de notações dinâmicas e linkadas, o Projeto SimCalc, por exemplo, demonstrou que a tecnologia pode ajudar os alunos do ensino médio em alguns dos pontos mais difíceis de aprender dos conceitos de cálculo, como a porcentagem, acumulação, limite ou valor médio. Estudos de campo em diferentes ambientes sobre os resultados do SimCalc demonstraram que muitos alunos do ensino médio foram capazes de superar estudantes universitários em compreender os conceitos fundamentais do 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 nos gráficos das mudanças nas notações é a principal inovação responsável por esse avanço.

Outro exemplo de um aplicativo que usa notações dinâmicas e linkadas é o Geometer's Sketchpad, uma ferramenta para explorar construções geométricas diretamente na tela, seja de um computador ou de um *tablet*. Outro exemplo é o Geogebra, que é muito potente, fácil de utilizar, muito conhecido em alguns países da América Latina (Brasil, particularmente), gratuito e com versões para *tablets*. Esse tipo de aplicativo está revitalizando o ensino da geometria para os alunos do ensino médio. As calculadoras gráficas, agora na forma de aplicativos, disponíveis também para *tablets*, que estão chegando a milhões de novos estudantes a cada ano, são menos sofisticadas do que alguns dos aplicativos disponíveis para computadores de mesa, mas podem mostrar álgebra, gráficos e tabelas e, o mais importante, como cada uma dessas notações representa o mesmo objeto matemático. Mediante o uso dessas ferramentas, é possível conseguir expandir a alfabetização matemática em um número cada vez maior de escolas.

Além das notações, a tecnologia pode desempenhar um papel fundamental na aproximação dos alunos mais jovens à descoberta da matemática. Em uma experiência em Valparaíso (Chile), crianças da educação infantil e básica trabalham em duplas realizando uma atividade em um programa especialmente desenhado para *tablets*, orientado para trabalhar habilidades lógico-matemáticas. Essa atividade é parte de um planejamento maior, que tem diversos momentos. Finalmente, em sala de aula há duas estações, uma trabalhando com representações número-quantidade com material concreto e outra trabalhando representações simbólicas nos *tablets*. Trata-se, então, de uma experiência interessante pelo desenho integral de uma atividade com várias etapas que considera, em uma delas, o uso de recursos digitais em um formato adequado para crianças pequenas. O uso de objetos de aprendizagem adequados cumpre o papel pertinente na aproximação das crianças às entidades matemáticas básicas.

Aprender a programar para pensar melhor

Estima-se que, nos próximos dez anos, será necessário ocupar cerca de 4 milhões de vagas de trabalho relacionadas com a programação; no entanto, a estimativa é que, nessa data, haverá somente cerca de 400.000 graduados qualificados para essas posições. Embora esses cálculos fossem suficientes por si para demandar maior interesse escolar na aprendizagem da programação, a verdade é que sua popularidade cresceu em muitos países também por outros motivos: porque, como dizia Steve Jobs (Apple Computer), aprendendo a programar, aprende-se a pensar melhor.

O que realmente é 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 Teachers Association), é um processo que inclui, entre outros elementos: analisar problemas, organizar e representar dados logicamente, automatizar soluções mediante o pensamento algorítmico, usar abstrações e modelos, comunicar processos e resultados, reconhecer padrões, generalizar e transferir. Assim definido, está claro que o pensamento computacional é aplicado em diferentes contextos: desde o processo da escrita até um projeto de engenharia.

Nos anos 1980, Seymour Papert já promovera esse tipo de ensino por meio de uma linguagem especificamente desenhada para crianças e que se tornou muito popular: o 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, poderiam enviar a mecanismos ou robôs externos; no entanto, a interface pouco atraente das versões gratuitas e o custo das versões multimídia, como o MicroMundos, fizeram com que esse programa, pouco a pouco, fosse substituído pelo ensino do uso de aplicativos de produtividade.

No entanto, hoje em dia, o interesse pelo ensino da programação renasceu. Na Europa, seguindo o percurso da Estônia, país pioneiro nesse âmbito, a Inglaterra começou, durante 2014, um vasto programa para a aprendizagem da programação na escola a partir dos 7 anos de idade. Alguns países da América Latina, como a Costa Rica, têm também uma longa tradição nesse campo e é previsível que, nos próximos anos, outros países possam decidir a incorporação da programação ao currículo escolar. Nos Estados Unidos, foi feito um esforço de grande impacto nesse tema da 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 dos Professores). Atualmente, conta com uma campanha mundial focada em alunos de todas as idades, pais de família, professores, dirigentes etc., para participarem em “A Hora do Código” <http://hourofcode.com/us>. O objetivo dessa campanha é abranger milhões de estudantes de mais de 180 países e com mais de 30 idiomas para perceberem que a programação é fácil e quais são suas vantagens educativas. Outras iniciativas desse movimento são: a Coderise.org (seu objetivo é ensinar os alunos dos países em desenvolvimento a construir aplicativos na internet); o CodeClub (é uma rede britânica de voluntários que ensinam programação a alunos entre 9 e 11 anos, depois do horário escolar); o Code-to-learn (focado em jovens que apresentam projetos que integrem a programação criativa e fomentem a inovação); a ScratchEd (uma comunidade *on-line*, na qual os usuários que trabalham com Scratch podem compartilhar suas experiências em sala de aula, trocar recursos, formular perguntas ou encontrar-se com outros professores); e a Codecademy (para ensinar a criar *sites* interativos, jogos divertidos e aplicativos para dispositivos móveis).

Um bom exemplo desse uso é o programa de robótica pedagógica ministrado desde 2007 nas 55 escolas que formam parte da rede Semper Altius, do México, para o ensino médio. O objetivo é a resolução de desafios em equipe para os alunos programarem sua solução usando diversos robôs. É uma iniciativa que permite formar os alunos para competirem internacionalmente em fóruns de robótica com um aprendizado baseado em desafios que devem ser resolvidos de maneira colaborativa, nos quais cada um deles participa constituindo um elemento-chave da solução. Os alunos desenvolvem, assim, competências como o pensamento crítico, o trabalho colaborativo e a solução de problemas em diversas

áreas do conhecimento: matemática, ciências experimentais, tecnologia e ciências da informação e da comunicação etc.

Entretanto, também é possível aplicar esses mesmos princípios ao desenvolvimento de jogos pelos próprios estudantes. Na Escola Municipal de Ensino Fundamental Rivadávia Marques Júnior, em São Paulo, os alunos criam jogos para solucionar problemas da própria escola. Começou três anos atrás com alunos monitores de 7 a 9 anos produzindo jogos a fim de contribuir para a alfabetização dos alunos do primeiro ano. Os professores indicam qual tipo de jogo é necessário. Atualmente, o projeto envolve toda a escola: são jogos criados com PowerPoint, Hotpotatoes, JClic e Scratch. Trata-se de uma experiência premiada mundialmente pela Microsoft.

Estudos sociais, língua, arte e humanidades

Diferentemente das ciências e da matemática, o avanço da tecnologia em outras áreas ainda deve cristalizar-se em tipos facilmente identificáveis de aplicativos. No entanto, avanços similares nessas áreas já foram demonstrados como possíveis. Por exemplo, o jogo SimCity, de grande sucesso comercial (que é mais uma simulação interativa do que um jogo de vídeo tradicional), foi utilizado para ensinar aos alunos geografia e planejamento urbano. Existem, também, aplicativos que permitem aos estudantes desenhar a coreografia de uma cena de uma obra de Shakespeare ou explorar filmes clássicos, como *Cidadão Kane*, de múltiplos pontos de vista, para aumentar sua capacidade de considerar interpretações literárias alternativas. Assim, por exemplo, no Projeto Perseo, os estudantes acessam um ambiente inovador de aprendizagem multimídia para explorar documentos e artefatos culturais de civilizações antigas. Há, também, aplicativos parecidos para as aulas de artes.

Apesar de existirem muito menos estudos sobre a eficácia do uso da tecnologia nesses outros âmbitos disciplinares, um estudo recente documentou a experiência de duas turmas do sexto ano que participaram em um projeto de estudos sociais sobre a colonização espanhola na América Latina. A pesquisa documentou que os alunos que utilizaram a tecnologia para criar uma apresentação multimídia sobre os temas aprendidos obtiveram uma pontuação significativamente mais alta em uma prova posterior que os alunos da outra turma do sexto ano que estudaram a unidade exclusivamente tendo como base os livros didáticos sobre o tema. Outro estudo examinou a efetividade do uso dos livros de contos interativos para desenvolver habilidades básicas na aprendizagem da língua e determinou que os alunos do primeiro ano que utilizaram essa estratégia mostraram um ganho significativamente maior se comparados com os alunos que aprenderam da forma tradicional. No Chile, por exemplo, em Puente Alto, foi realizada uma experiência com um projeto interdisciplinar (Língua e Comunicação, Compreensão do Meio e Educação Artística), desenvolvido no quarto ano básico, que busca a compreensão e valorização da vida dos povos originários do país. Os alunos, em grupos, investigaram e criaram uma história sobre um povo nativo, que depois dramatizaram e gravaram em vídeo para, no final, ser editado e apresentado a todos os colegas. Os professores relataram melhora no desempenho acadêmico dos estudantes nos setores envolvidos, diminuição significativa das ausências, além de desenvolvimento de competências tecnológicas para o uso de *software on-line* e processador de texto. Em uma escola em São Paulo (Brasil), os próprios alunos elaboram projetos de intervenção social passando por diferentes etapas: identificação dos problemas, investigação, contato com especialistas, discussão de propostas de solução e melhora das ideias, tudo registrado e com *feedback* no âmbito colaborativo Edmodo. Todo o processo é orientado pelos professores do nono ano. Essa experiência evidencia que é possível dar aos estudantes o papel de autores e colocá-los em contato com temas de democracia, justiça social e soluções de problemas de maneira 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 de português, nos quais conteúdos de língua portuguesa (gêneros literários) do ensino médio são trabalhados de modo que os alunos tenham um papel muito ativo, sejam também produtores, as famílias se envolvam, façam autoavaliações e gerem produtos coletivos. Além do desenvolvimento das competências de leitura e escrita, os alunos desenvolvem as

competências das TIC. Também no Chile, mas, nesse caso, em La Reina, para promover o interesse e a participação dos alunos do quinto ano básico em uma aula de linguagem e comunicação sobre as montagens teatrais, o professor apoia-se em uma lousa interativa, um painel manual e um sistema de resposta massiva (participação por meio de teclados). Utilizando diversos recursos audiovisuais (vídeos, objetos de aprendizagem) e estratégias didáticas para trabalhar com toda a turma, os alunos envolvem-se na revisão da matéria e em sua avaliação. Os professores relataram que, ao usar as TIC dessa maneira, é possível obter maior atenção, empolgação e motivação dos estudantes, e que a aula se enriquece e tem maior valor educativo. Deve-se apontar que os resultados da escola nas provas nacionais melhoraram continuamente nos últimos anos.

Em um projeto inovador, os alunos do ensino fundamental e médio 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 essa experiência demonstram como o uso desse aplicativo permite aos alunos aprender conceitos musicais abstratos como a frase, a figura e a métrica — conceitos que, normalmente, são ensinados nas aulas de teoria da música na universidade. Em outro exemplo, utilizando uma ferramenta chamada de Hypergami, os estudantes de artes puderam planejar complicadas esculturas matemáticas em papel. As experiências com o Hypergami produziram avanços significativos nos alunos e alunas em raciocínio espacial documentados por provas externas.

Nesse mesmo âmbito da educação musical, em Nariño (Colômbia), foi desenvolvido um projeto em relação à produção musical, entendida como uma série de processos que abrangem desde a própria criação da ideia musical até sua gravação. É importante ressaltar que a escola não tinha nenhuma ferramenta adequada ou sala de música, muito menos um estúdio de gravação. Assim, os alunos dedicaram-se à tarefa, guiados pelo docente, de pesquisar como fazer sua produção, em convergência com outras áreas como matemática, linguagem e história como apoio para a proposta, indagando sobre as ferramentas necessárias, tanto técnicas quanto tecnológicas. Segundo as condições do contexto, eles buscam, na comunidade educativa e no setor do município em que moram, ferramentas e instrumentos como amplificadores, desenvolvem um primeiro *software*, fortalecem um dos equipamentos com uma placa de som e os integram aos primeiros equipamentos doados pela CPE. O projeto de sala de aula com TIC leva os estudantes a fazerem uso avançado de *software* para gravação digital, como Adobe Audition 2.0, Cakewalk, Protools, interface de gravação, processador de texto musical e programas de treinamento de áudio, YouTube e Goear. O uso da multimídia nessa experiência foi de vital importância para a aproximação e a aprendizagem da tecnologia dos alunos dessa escola rural, para não focarem unicamente no uso do computador, mas também no de câmeras digitais, iPods, iPads, entre outros meios tecnológicos e informáticos para produzirem seus próprios discos, e trabalharem não somente nos programas antes mencionados, mas também para colocarem em prática a criatividade no uso das ferramentas e programas livres da internet. Partindo das necessidades derivadas do projeto, o professor fortaleceu suas competências, o que lhe permitiu, posteriormente, aprofundar e potencializar seus conhecimentos para guiar os alunos no processo de produção musical. Toda uma comunidade educativa ficou motivada pelo projeto proposto pelos estudantes, pelo desenvolvimento de projetos de vida, assim como por fortalecer neles competências profissionais desde a apropriação de tecnologias para a produção até o desenvolvimento musical. Os estudantes participaram em competições musicais locais e municipais e ganharam, os pais envolveram-se no processo, entendendo que a música é uma arte, uma opção de vida e que também contribui para o processo de aprendizagem de seus filhos.

Finalmente, no caso específico da aprendizagem de línguas estrangeiras, as experiências são, igualmente, inúmeras. Assim, por exemplo, novamente no Chile, é muito frequente o uso da tecnologia para o ensino de inglês, especialmente na retroalimentação personalizada e imediata da pronúncia, 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 como segunda língua a crianças de quinto ano básico no laboratório de computadores. É realizado um trabalho personalizado tanto para ouvir como para falar inglês. Graças à correção imediata, a melhora na pronúncia é evidente.

Conclusões e recomendações

O panorama anterior constitui somente um esboço de algumas das muitas aplicações da tecnologia que podem contribuir para enriquecer os desenhos pedagógicos como nenhum outro recurso faria. Porém, a simples aquisição de computadores e *tablets* e ter banda larga para acessar a internet nunca será suficiente para poder replicar esses exemplos em um grande número de escolas ou salas de aula, e também não levará automaticamente à criação de outros desenhos inovadores da aprendizagem. Como explicado, os modelos de uso da tecnologia que dão certo combinam, com sucesso, a introdução de ferramentas e conteúdos digitais com novos métodos de ensino e novas estruturas de organização. Como os sistemas educativos são organismos ou, mais especificamente, sistemas complexos com múltiplos elementos intimamente interconectados, difíceis de pilotar e transformar, os esforços para mudar tão somente um elemento, uma única peça do quebra-cabeça — como o uso da tecnologia para apoiar a mudança pedagógica —, têm mais probabilidades de ter sucesso se os outros elementos interdependentes também forem objeto de transformação.

Fatores críticos para promover a mudança pedagógica

A questão do uso da tecnologia como uma oportunidade para transformar a educação não é simples nem banal. Existem muitos tipos de tecnologia e muitas maneiras de falhar na tentativa de fazer a integração. De uma perspectiva política, seria bom ter medidas claras e fáceis de generalizar antes de comprometer investimentos contínuos em tecnologia. Esses dados poderiam dar o parâmetro de que “para cada x% de incremento do orçamento escolar destinado à tecnologia, a aprendizagem dos alunos melhorará em y%”. Infelizmente, não há nada mais longe da realidade, porque as pesquisas existentes não dão esse tipo de medição clara da eficácia dos esforços de integração da tecnologia na aprendizagem, nem nunca darão (Warschauer e Matuchniak, 2010). Mesmo assim, muitos responsáveis políticos, famílias e professores mobilizam-se rapidamente para introduzir a tecnologia em sala de aula confiando em que ela abrirá uma janela de oportunidades para os alunos aprenderem mais, melhor e de modo diferente (Pedró, 2012b). O desafio é assegurar que essa tecnologia seja utilizada de maneira eficaz para melhorar o que e como os estudantes aprendem.

Para dar sustento às futuras decisões tanto nas escolas quanto no sistema, são necessárias mais experiências de uso efetivo da tecnologia, em especial nos diferentes contextos escolares. Essas explorações devem ter continuidade para alcançar uma melhora educativa e abranger desde a pesquisa básica sobre a aprendizagem com tecnologia até a investigação aplicada, especificamente, em relação à orquestração didática para considerar também a parte prática em sala de aula. Essa é, por exemplo, a aproximação das “Aulas Fundación Telefónica” (AFT), um projeto de inclusão social digital que propicia uma cultura de inovação fomentando o uso educativo das TIC em escolas públicas e hospitais no Peru. Uma modalidade é a Sala de Aula Móvel, que ocorre em zonas rurais e urbanas marginais e inclui equipamentos, recursos digitais, formação e acompanhamento, os quais permitem sistematizar as boas práticas. Essa intervenção possibilita o acesso à tecnologia, mas com um forte componente de formação e acompanhamento que permite garantir seu uso e empoderar os professores, dando visibilidade às boas práticas em sala de aula, premiando-as e criando comunidades virtuais.

Essas explorações, sejam realizadas pelas escolas, pelos próprios professores individualmente, por pesquisadores universitários ou consultores, devem ser executadas com um componente de pesquisa reflexiva para que os conhecimentos adquiridos possam ser incorporados a uma base racional que seja utilizada para tomar decisões eficazes.

Porém, tudo isso não significa que ainda não existe uma base de conhecimentos suficientemente sólida, mesmo que passível de ser melhorada. Especificamente, as avaliações sistemáticas das escolas que realizaram processos importantes de transformação pedagógica fornecem informação útil sobre a dinâmica das mudanças que foram significativas e o papel que a tecnologia pode desempenhar nesse processo. Concretamente, existem sete componentes que aparecem reiteradamente como fatores decisivos para o sucesso da aplicação da tecnologia a fim de promover a mudança pedagógica. São eles:

1. promover o aprendizado ativo, interativo e cooperativo;
2. oferecer maior personalização do aprendizado;
3. reformar o currículo para ter foco em competências;
4. avaliar os aprendizados de maneira consistente com os objetivos;
5. adotar uma aproximação sistêmica na gestão da mudança pedagógica;
6. desenvolver uma liderança pedagógica potente;
7. apoiar os professores.

A seguir, tem-se a análise detalhada de cada um desses fatores decisivos.

1. Promover o aprendizado ativo, interativo e cooperativo

Atualmente, o conhecimento sobre como os alunos aprendem é muito maior do que há um século. Para começar, sabe-se que, para otimizar o aprendizado, é necessário orquestrar os recursos que sejam ótimos para gerar processos de colaboração, interativos e contextualizados (Oliver, 2013). Há uma grande quantidade de pesquisas documentando que a aprendizagem orientada ao desenvolvimento de competências por meio de tarefas ou projetos complexos, particularmente quando é necessária a colaboração entre os estudantes e ela está bem desenhada, com adequada orquestração dos recursos, é uma ferramenta eficaz para os alunos adquirirem as competências de pesquisa e, de modo geral, outras competências relacionadas com o processamento da informação. No entanto, para que essa aproximação tenha um efeito positivo na construção do conhecimento, os alunos devem conectar-se a fontes de informação cuidadosamente estruturadas que possam servir de base para o processo de resolução de problemas no momento apropriado.

2. Oferecer maior personalização do aprendizado

Internacionalmente, existem muitas evidências que mostram que o modo mais eficaz de melhorar os resultados pedagógicos de uma turma, uma escola ou um país é promover uma aproximação pedagógica individualizada dos alunos com desempenho baixo ou com dificuldades escolares, e ela também serve para canalizar as diferentes necessidades dos estudantes com maior capacidade acadêmica. No tratamento pedagógico individualizado desses estudantes, quando cada um deles tem à disposição atividades em suporte digital enquanto o professor está presente, cada aluno avança em seu próprio ritmo, e o avanço da turma fica mais claro (Tamim, Bernard, Borokhovski, Abrami, e Schmid, 2011). Essa descoberta põe em evidência o poder do foco pedagógico orientado na atividade do aluno com o suporte da tecnologia. Em um ambiente em que cada estudante trabalha em seu próprio ritmo, cada um pode levar o tempo que for necessário para terminar as atividades e confirmar o avanço esperado.

O aprendizado individualizado é, talvez, o modelo mais importante e de mais sucesso de uso da tecnologia na educação (Hsu *et al.*, 2012). Seja para promover a aprendizagem nas escolas de ensino recuperatório ou para aprofundar o desenvolvimento de determinadas competências, o aprendizado individualizado permite aos alunos aprender em seu próprio ritmo e do ponto de partida certo. Os aplicativos de aprendizagem baseados na tecnologia oferecem oportunidades quase ilimitadas para a personalização. Se um método não funcionar para um estudante, poderão ser consideradas facilmente as alternativas que melhor se adaptarem a seu estilo de aprendizagem ou a sua experiência individual. Como os alunos tomam o controle ativo de seu aprendizado, eles têm mais probabilidades de permanecer fazendo sua tarefa. Em uma sala de aula com suporte de tecnologia, o professor tem mais tempo para dar atenção personalizada e enfrentar, assim, desafios educativos mais difíceis. O efeito de uma transformação tecnológica como essa seria similar a reduzir o tamanho da turma de trinta para dez

alunos em termos de aumento da disponibilidade de tempo do professor para cada aluno — em outras palavras, o tempo disponível para a interação individual triplica (Darling-Hammond *et al.*, 2014).

3. Reformar o currículo para ter foco em competências

Dada a pressão social para que as pessoas aprendam mais do que nunca, é particularmente importante explorar a contribuição da tecnologia para as reformas curriculares que buscam estender a aprendizagem de competências complexas a uma porcentagem maior de alunos do que décadas atrás. O tipo de currículo adotado por uma escola tem impacto significativo nas possibilidades de integração da tecnologia e dos recursos digitais 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 serem expostos a conteúdos mais desafiadores, e, desse ponto de vista, a tecnologia pode ser utilizada para apoiar os aprendizados que possam ser adquiridos por meio de exercitação repetitiva. Por outro lado, muitos pesquisadores argumentam que a maneira mais eficaz de promover a aprendizagem é inserir o desenvolvimento das competências básicas dentro da exigência de fazer tarefas mais complexas. Essa perspectiva defende a adoção de um currículo que ambicione a aquisição de habilidades de ordem superior junto com as habilidades básicas de decodificação e mecânica da linguagem e do cálculo. Como a tecnologia vem sendo mais eficaz quando utilizada para apoiar o aprendizado dessas habilidades e conceitos mais complexos, é mais fácil integrá-la com maior eficácia em um currículo que tiver esse foco do que em um currículo tradicional (Hew e Brush, 2007).

4. Avaliar os aprendizados de maneira consistente com os objetivos

Um dos maiores obstáculos para a introdução eficaz da tecnologia em sala de aula é a falta de sincronismo entre o conteúdo de muitas avaliações e os tipos de aprendizagem de ordem superior que encontram melhor suporte na tecnologia. Esse desajuste leva a ter menos tempo disponível para o aprendizado de competências de ordem superior e a apreciar menos o impacto que as estratégias pedagógicas incorporadas pela tecnologia possam ter na aprendizagem. O tempo dedicado à preparação dos alunos para sair-se bem em exames de cálculo, vocabulário ou inglês é um tempo que não pode ser dedicado a outros aprendizados mais complexos e de acordo com as necessidades e expectativas contemporâneas.

Nesse sentido, é importante prestar atenção à avaliação e graduação das competências digitais na escola, desde a gestão da informação até a cidadania digital, começando pelos níveis básicos. Alguns países, como a Austrália e o Chile, introduziram provas padronizadas que permitem identificar o nível dos alunos nessas competências.

Por outro lado, será difícil — se não for impossível — demonstrar a contribuição da tecnologia ao desenvolvimento de competências mais complexas sem novos tipos de avaliações (Watson e Watson, 2011). Como já foi dito, se comparados com seus colegas que entraram no mundo da álgebra pelos métodos convencionais, os estudantes do ensino médio que utilizam a tecnologia no quadro de uma estratégia pedagógica que os fazia racionalizar e aplicar o que aprendiam desempenhavam-se muito melhor nas provas que enfatizavam sua capacidade de pensar criativamente sobre um problema complexo em um período de tempo mais longo, mas mostraram apenas uma pequena vantagem comparativa nas provas padronizadas que não medem adequadamente esse tipo de pensamento de ordem superior (Bottge *et al.*, 2006). Apesar de ser um verdadeiro desafio, o desenvolvimento de maneiras de medir a compreensão de conceitos complexos e habilidades de pensamento de ordem superior deve converter-se em prioridade.

5. Adotar uma aproximação sistêmica na gestão da mudança pedagógica

Para que a incorporação da tecnologia na escola seja realizada com sucesso, é necessário fazer uma série de intervenções coordenadas para melhorar currículos, avaliações, formação dos professores e todas as outras peças do quebra-cabeça da educação. Provavelmente, até o momento não foram

observadas suficientemente aquelas escolas que se esforçam e conseguem armar esse quebra-cabeça, para aprender a partir de seu êxito.

No caso concreto das experiências de 1 para 1, parece claro que o componente de acompanhamento docente no quadro da aproximação sistêmica é crucial. Por exemplo, o projeto San Luis Digital, na Argentina, iniciou-se em 2008 impulsionando o modelo de 1 para 1 nas escolas da província de San Luis, mediante a introdução de tecnologias em sala de aula (computadores com um *software* de apoio escolar, especialmente desenhado para os alunos do ensino fundamental), a incorporação de mentores como acompanhantes especializados para facilitar o uso dos computadores, o acesso à sala de aula virtual e aos conteúdos digitais. A experiência é internacionalmente conhecida por envolver uma ação de comum acordo entre o governo, a universidade e as escolas, o fornecimento de serviços (banda larga) e equipamentos, junto com a capacitação e o suporte com os conteúdos digitais (portal com todas as escolas na rede). Houve um importante investimento em maior conectividade e em uma banda larga mais estável e de maior velocidade em toda a província.

Nem todas as escolas estão igualmente predispostas a utilizar a tecnologia para melhorar a aprendizagem dos alunos. Para poder tirar vantagem do potencial que a tecnologia é oferecida nesse processo, as escolas precisam desenvolver sua capacidade de gerenciar a mudança de modo que todos os atores envolvidos possam responder aos desafios que aparecerão. Portanto, as escolas que quiserem explorar seriamente o potencial da tecnologia para melhorar o aprendizado dos estudantes deverão começar por perguntar-se se querem fazê-lo para continuar trabalhando como fizeram até agora ou se querem transformar os processos de ensino e aprendizagem. E, nesse caso, se estão realmente capacitadas para gerenciar essa mudança.

6. Desenvolver uma liderança pedagógica potente

A capacidade de liderança é decisiva para o sucesso da integração da tecnologia (Lynne Schrum e Glassett, 2006; L. Schrum *et al.*, 2007). Para uma mudança pedagógica com suporte na tecnologia ser sistêmica e sustentável no tempo, ela deve ser modelada e defendida por aqueles que têm, na escola, a responsabilidade da liderança pedagógica. É sabido que a liderança pedagógica é essencial nas escolas eficazes. Especificamente, uma boa liderança pedagógica influi decisivamente no desenvolvimento profissional dos docentes da escola. A qualidade da liderança tem grande impacto no uso da tecnologia na escola e na capacidade de tornar possíveis mudanças pedagógicas que conduzam os estudantes a melhores resultados. Muitos educadores concordam em que é impossível que sua própria escola melhore além da competência de quem tem a responsabilidade de liderá-la.

O bom desempenho dos líderes escolares na capacidade de guiar o processo de desenvolvimento profissional dos docentes, para melhorar suas competências no uso pedagógico da tecnologia, repercutirá em termos de tempo, custos e resultados (Aguerrondo e Lugo, 2010). Nesse âmbito, um líder pedagógico deveria ser capaz de:

- transmitir uma visão e um modelo pedagógico precisos, exigentes e factíveis;
- gerar uma massa crítica de professores comprometidos com essa visão e modelo;
- ativar o tempo de colaboração docente;
- ativar o desenvolvimento profissional *on-line*;
- desenvolver estratégias de gestão da mudança pedagógica entre os professores da equipe docente; e
- ativar regularmente oportunidades de desenvolvimento profissional para os professores, especificamente para o planejamento, a colaboração e a troca de informações sobre as práticas pedagógicas.

Em resumo, os professores que têm sucesso no uso da tecnologia frequentemente o atingem depois de fazerem mudanças substanciais em sua metodologia didática. No entanto, sem o apoio e o comprometimento dos líderes escolares, é difícil de alcançar, porque essas mudanças exigem um investimento importante de esforço individual que deve ser acompanhado adequadamente.

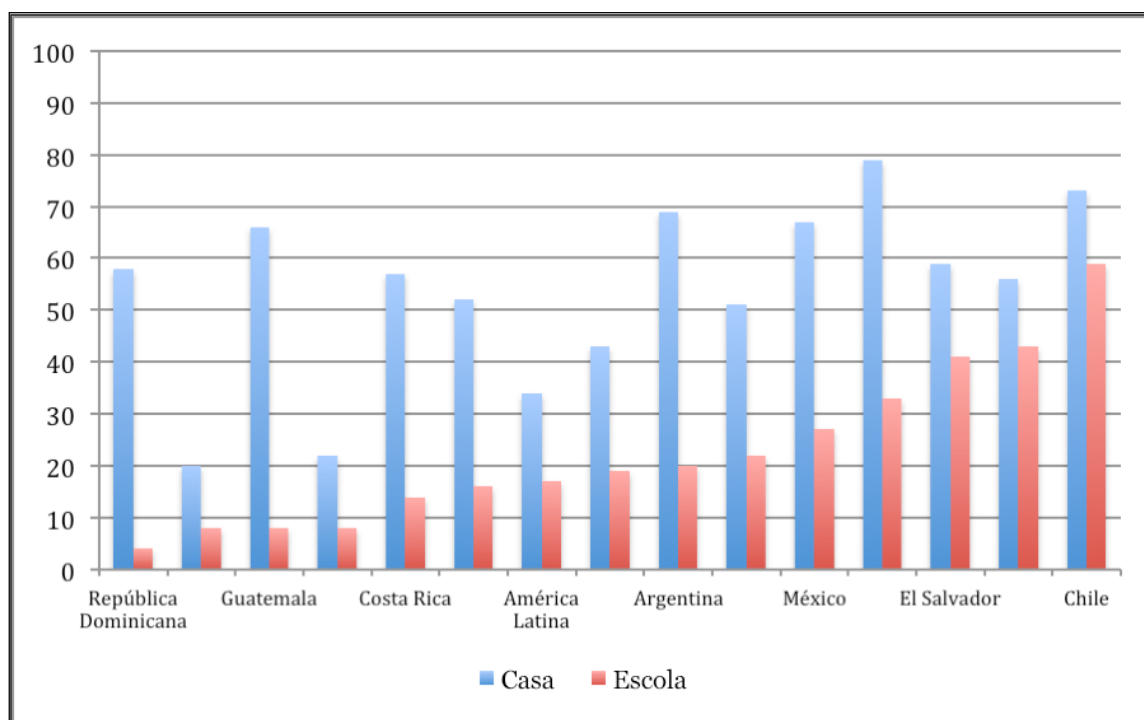
7. Apoiar os professores

Este último ponto é crucial. Numerosos estudos demonstram que o uso da tecnologia é mais comum nas escolas onde os professores têm tempo suficiente para trocar ideias e experiências com seus colegas e oportunidades de participar das aulas que seus colegas ministram (Wenglinsky, 2005). Esses estudos sugerem igualmente que a relação entre o uso da tecnologia e a reforma da educação é recíproca: apesar de o uso da tecnologia ser uma 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 sala de aula exige que os professores tenham oportunidades para aprendê-lo. E isso, atualmente, tem menos a ver com saber utilizar os serviços que a tecnologia presta do que com saber aplicá-la aos processos de ensino e aprendizagem (Greaves Group, Hayes Connection e One-to-One Institute, 2010). Como mostra o gráfico a seguir, os professores da América Latina que utilizavam a tecnologia em casa representavam uma parte importante, ou a maioria em alguns casos, já no ano de 2006, mas, no contexto escolar, nessa mesma época, somente o Chile mostrava uma maioria de docentes que declaravam usar a tecnologia na escola.

Docentes que usam o computador regularmente em casa e na escola (2006)

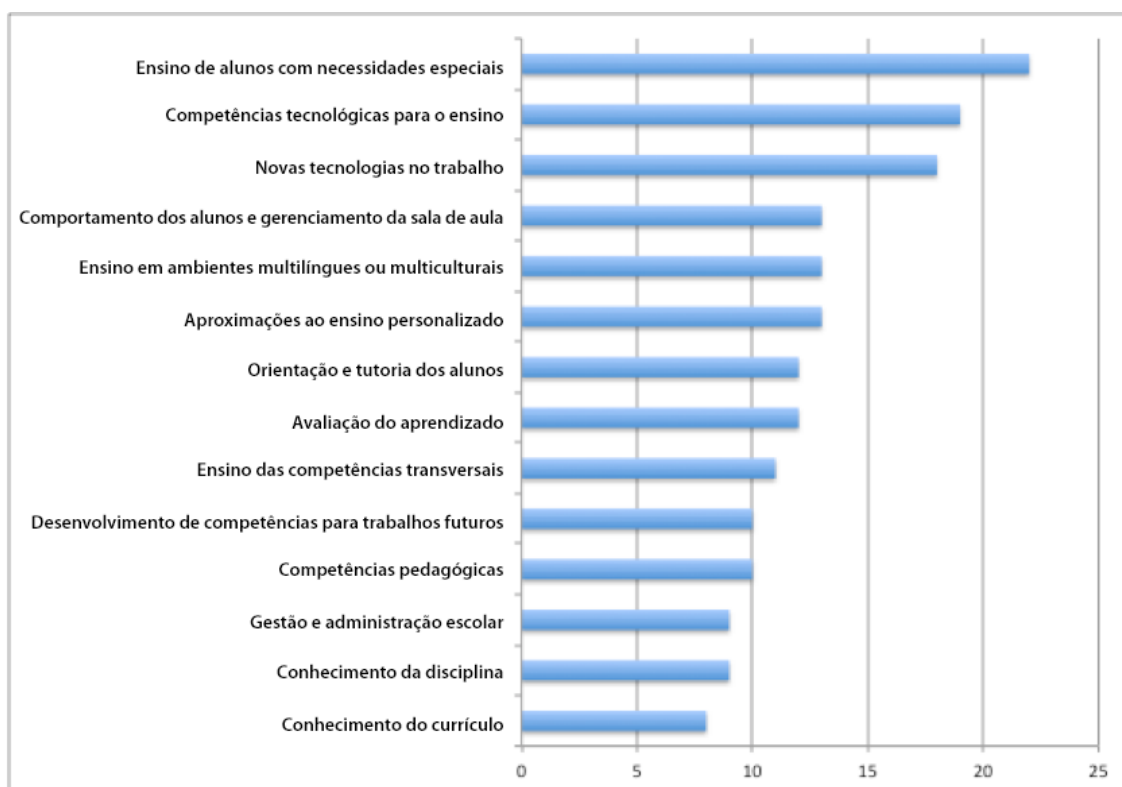


Fonte: Dados do SERCE da UNESCO, 2009.

Numerosos estudos demonstram que a habilidade do professor para ajudar os alunos depende, em princípio, não somente de seu domínio sobre os conteúdos, mas também de sua didática, ou seja, das estratégias de ensino e aprendizagem, que incluem uma ótima orquestração dos recursos disponíveis, de qualquer natureza (Teo e Noyes, 2010). Nesse sentido, a tecnologia é mais um recurso, extremamente polivalente. Muitos estudos vinculam o sucesso das estratégias docentes de orquestração que incorporam a tecnologia às oportunidades que os professores têm de desenvolver suas competências pedagógicas (Lawless e Pellegrino, 2007). Entretanto, geralmente, eles são obrigados a dedicar quase todo seu tempo à preparação de aulas de maneira solitária e têm pouco tempo disponível para formação e apoio profissional em sala de aula.

São muito ilustrativos os resultados do Programa TALIS, da OCDE, que pesquisa, entre outras questões, as necessidades de formação e desenvolvimento profissional que os docentes (dos primeiros anos do ensino médio) percebem como ainda não atendidas adequadamente. O gráfico a seguir mostra que, até mesmo em alguns dos países mais avançados, a segunda e a terceira áreas que os professores consideram menos bem atendidas estão relacionadas com a tecnologia. Efetivamente, em primeiro lugar, trata-se das competências para o uso pedagógico da tecnologia e, em segundo lugar, o uso da tecnologia no próprio lugar de trabalho — por exemplo, para a gestão administrativa ou dos materiais da sala de aula.

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



Fonte: Base de dados TALIS da OCDE, 2014

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

A forma de resolver as necessidades de desenvolvimento das competências docentes para promover um uso pedagógico transformador da tecnologia requer, provavelmente, uma aproximação gradual e incremental. Como foi dito reiteradamente (Briceño, 2013) (Kugel, 1993), a mudança do professor não pode ser pensada como uma mesma fórmula para todos, mas é indispensável reconhecer quais são as expectativas dos docentes diante dessas ferramentas e, junto com eles, estabelecer um caminho metodológico claro onde possam praticar suas próprias ideias, acompanhando-os na reflexão sobre os obstáculos que enfrentam nos desafios que alcançarem, em atividades que impliquem um desafio constante de melhora. Não é fácil para nenhum profissional, particularmente quando a disponibilidade de tempo é limitada, mudar radicalmente suas práticas. É preferível, como já foi explicado em outras oportunidades (Pedró, 2012b), começar por familiarizar-se com as soluções tecnológicas que resolvem problemas imediatos. Isso dará a oportunidade de descobrir o que poderia vir depois. Seria, definitivamente, uma aproximação em círculos concêntricos, ampliando pouco a pouco os limites da comodidade, exigindo-se mais um pouco de cada vez. No entanto, nada disso será possível se não se estabelecerem ambientes de trabalho propensos à mudança. Precisamente nessa linha, a UNESCO vem promovendo uma visão da transformação do ensino, na qual a tecnologia desempenha um papel crucial como criadora de oportunidades. A própria UNESCO desenvolveu padrões de

competências docentes para o uso pedagógico da tecnologia que permitem uma aproximação gradual a essa transformação. Concretamente, são considerados três níveis sucessivos, explicados a seguir.

a. Nível 1: Alfabetização digital ou aquisição de noções básicas das TIC

- **Foco:** preparar estudantes, cidadãos e trabalhadores capazes de compreender as novas tecnologias, tanto para apoiar o desenvolvimento social como para melhorar a produtividade econômica. Implica pôr recursos educativos de qualidade ao alcance de todos e melhorar a aquisição de competências básicas (em leitura, escrita e matemática), incluindo noções básicas de tecnologia.
- **Nível de competência do docente:** uso básico da tecnologia dos recursos digitais que guiam o aluno em sua aprendizagem, ferramentas de produtividade, multimídia, busca de informações na internet e comunicação por redes sociais. *Utilizar a tecnologia como ferramenta de produtividade, gestão e exercitação.*
- **Impacto:** mudanças de primeira ordem, desenvolvimento de competências digitais focadas no uso da informação e uso básico da tecnologia.

b. Nível 2: Aprofundamento do conhecimento

- **Foco:** aumentar a capacidade dos estudantes, cidadãos e força de trabalho para acrescentar valor à sociedade e à economia, aplicando conhecimentos das disciplinas escolares para resolver problemas complexos, encontrados em situações reais e relacionadas com o 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, nas quais 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 dar ênfase na compreensão dos conhecimentos escolares e em sua aplicação tanto a problemas do mundo real quanto à pedagogia.

c. Nível 3: Geração do conhecimento

- **Foco:** 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, tarefa que produz benefícios.
- **Nível de competência do docente:** uso generalizado da tecnologia para apoiar os estudantes que criem produtos de conhecimento e que estejam dedicados a planejar e gerenciar seus próprios objetivos e atividades. Programação, robótica. *Criar com tecnologia.*
- **Impacto:** as repercussões deste nível produzem mudanças nos currículos que vão muito além do simples conhecimento das disciplinas escolares e integram, explicitamente, as competências indispensáveis para o século XXI,

necessárias para gerar novo conhecimento e comprometer-se com a aprendizagem para a vida toda (capacidade para colaborar, comunicar, criar, inovar e pensar criticamente). Nesse caso, a escola fomenta o desenvolvimento da sociedade do conhecimento.

A formação inicial

Evidentemente, se poderia esperar que as instituições de formação inicial dos professores representassem a vanguarda, mas a realidade demonstra que não é assim na América Latina nem nos países desenvolvidos (Enochsson e Rizza, 2009). Existem dados que mostram, por exemplo, que nos *campi* universitários dos Estados Unidos, as faculdades onde menos se utiliza a internet são as de educação. O caminho a seguir deveria começar, então, pela transformação dessas instituições de formação inicial dos professores em lugares onde os processos de ensino e aprendizagem dos futuros docentes sejam, precisamente, exemplos do que pode ser alcançado em matéria de desenvolvimento das competências profissionais, aproveitando o potencial da tecnologia. Efetivamente, existem muitas inovações em andamento nesse sentido, das quais uma das mais conhecidas, na Escola Normal Superior de Lyon (França) (Flandin e Ria, 2014), baseia-se na utilização do YouTube para especialistas verem e comentarem o desempenho em sala de aula dos docentes que ainda estão estudando, com a possibilidade de interagir com os outros 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 do docente em sua sala de aula. Em vez de tirar o professor de seu contexto e levá-lo a um âmbito de formação teórica, é muito mais produtivo levar um docente com experiência à sala de aula onde trabalha um colega ainda em formação, identificar conjuntamente as necessidades de desenvolvimento profissional e pôr em prática as soluções, fazendo uma avaliação conjunta. Isso não funciona apenas no âmbito da formação pedagógica geral, mas também é de aplicação no caso do desenvolvimento das competências para o uso pedagógico da tecnologia. De fato, é uma aproximação que está sendo introduzida progressivamente na América Latina. É o caso, por exemplo, do Paraguai Educa, que aplica o programa UCPN (Um Computador Por Criança) desde 2008. Sua equipe capacitadora local oferece assessoria às escolas: suporte pedagógico para os professores e ensino direto aos estudantes em áreas avançadas, como programação. Contam também com suporte técnico para as equipes. O acompanhamento dos docentes em suas aulas surge no Paraguai como uma estratégia central que permitiu maior apropriação e uso da tecnologia, diferentemente de outros programas similares de 1 para 1 na região, que não contaram com esse componente (por exemplo, Peru, Uruguai).

No entanto, a tecnologia, por si, demonstrou 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 manutenção das redes virtuais, os professores puderam superar o isolamento da sua aula, trocar ideias de planos de ação e recursos, apoiando-se mutuamente no desenho e avaliação de novas iniciativas, e participar em novos projetos em colaboração com outros professores com interesses similares.

Os professores também podem adquirir uma valiosa experiência mediante o uso da tecnologia para suas próprias necessidades de desenvolvimento de competências profissionais. Nesse âmbito, houve notáveis avanços nos últimos anos: atualmente, existem diferentes plataformas que permitem aos docentes avaliar suas competências didáticas, conhecimento da matéria, estratégias de aprendizagem, assim como suas competências digitais, e até foram sugeridos módulos de formação *on-line* adaptados a suas necessidades. É o caso da plataforma DECLARA, amplamente utilizada na formação de docentes nos Estados Unidos e no México, e “Tu clase, tu país”, no Chile. Além disso, multiplicam-se as iniciativas dedicadas à formação docente por meio de cursos massivos *on-line* ou MOOC (do nome em inglês, *Massive Open Online Courses*), caracterizados por uma grande flexibilidade e por chegarem simultaneamente a milhares de usuários, sobre temas como o ensino das competências do século XXI

(Universidade de Melbourne), o pensamento do estudante (Universidade Vanderbilt), a aprendizagem da língua de conversação ou a aprendizagem profunda (ambos da Universidade de Stanford).

Implicações e recomendações

Segundo as informações das páginas anteriores, os pesquisadores já têm muitos conhecimentos úteis sobre o potencial que a tecnologia oferece às tentativas de transformação pedagógica. Em conclusão, a investigação empírica documentou, em primeiro lugar, que o uso dos dispositivos digitais, sejam computadores, *laptops* ou *tablets*, como substitutos dos professores, não trouxe resultados significativos para melhorar o aprendizado dos alunos. Porém, em segundo lugar, também demonstrou que os usos mais interativos e proativos da tecnologia, como resultado de uma orquestração de recursos realizada pelo professor e com seu apoio direto, fizeram com que os estudantes avançassem em seu aprendizado de modo notável.

Essas descobertas sugerem uma série de implicações e recomendações para os responsáveis políticos, os líderes escolares e os professores, que podem ser resumidas nos tópicos a seguir.

1. As escolas devem ter conexão com a internet de banda larga para prevenir problemas dos usuários ao utilizarem recursos digitais. Hoje em dia, o aprendizado digital somente é possível com acesso à internet, e essa necessidade é cada vez maior com a multiplicação de recursos de áudio e vídeo à disposição na rede. Um acesso confiável e rápido à internet permite aos professores e alunos apoiar sua aprendizagem em tempo real. No entanto, muitas escolas, sobretudo em comunidades pobres, continuam com uma banda larga baixa, isso no caso de terem conexão, e com problemas de conectividade. Os estudantes que têm dificuldades de aprendizagem podem sentir-se particularmente frustrados pela impossibilidade de acessar os conteúdos que estão tentando utilizar ou encontrar.
2. A médio prazo, provavelmente, cada estudante contará com um dispositivo pessoal móvel, seja fornecido pelo Estado (como no caso dos programas de 1 para 1), seja comprado pela família. É importante pensar estrategicamente nesse aspecto, em primeiro lugar, facilitando o uso dos dispositivos móveis que eles já têm, e, em segundo lugar, colocando em prática políticas compensatórias. Quando cada aluno conta com um dispositivo pessoal, as condições são melhores para ter maior impacto nos resultados dos estudantes, e também poderá existir um benefício financeiro por conta das modalidades baseadas no uso compartilhado de um mesmo dispositivo por vários alunos. A maioria dos estudos que demonstram benefícios do uso da tecnologia na aprendizagem contempla a modalidade de 1 para 1, na qual os benefícios vão além do aprendizado escolar e incidem na equidade.
3. Quando as escolas ou as autoridades públicas planejam a compra de recursos e tecnologias de aprendizagem, devem levar sempre em consideração que os estudantes se beneficiam, fundamentalmente, daqueles aplicativos da tecnologia que estão desenhados para promover altos níveis de interatividade, de iniciativa e de participação, e que apresentam os conteúdos de múltiplas perspectivas e formas de representação. Numerosas pesquisas demonstram que as atividades de apoio que facilitam diferentes tipos de interações entre os estudantes e os materiais — incluindo diferentes visualizações de conceitos; múltiplas formas de ver e ouvir e aprender estando perto deles; e oportunidades de manipular os dados, expressar ideias e ser ativo em outros aspectos do processo de aprendizagem — são essenciais para apoiar a aprendizagem.
4. Os currículos devem permitir aos estudantes utilizar a tecnologia para criar conteúdo com os recursos didáticos propostos e orquestrados pelo professor. A investigação mostra que, quando os alunos têm a oportunidade de criar, eles mesmos, conteúdos usando a tecnologia (por exemplo, mediante a realização de pesquisas, para tomar decisões ou extrair conclusões de experimentos, a busca e análise de dados, a redação de informes, a criação de *sites*, a preparação

de apresentações ou planilhas), a motivação aumenta e, da mesma forma, seu envolvimento na aquisição de novas competências que constituem um desafio. As salas de aula devem incluir a tecnologia para facilitar os processos das atividades de pesquisa, análise e síntese que os alunos devem realizar, a fim de desenvolver habilidades de ordem superior e, também, para guiar os estudantes por meio da aprendizagem de conteúdos específicos.

5. Os ambientes de aprendizagem mais produtivos são aqueles que têm maior personalização, que permite orquestrar mais facilmente o aprendizado estruturado da informação e novos conteúdos com discussões colaborativas e atividades baseadas em projetos nos quais os alunos utilizam a informação para resolver problemas relevantes ou para criar suas próprias produções, individual ou coletivamente, com o propósito de desenvolver novas competências.
6. É conveniente contar com ambientes de aprendizagem híbridos que, frequentemente, terão o formato de plataformas escolares para melhor orquestração de todos os recursos didáticos, de qualquer natureza. A aprendizagem híbrida ocorre quando o ambiente combina recursos digitais (até mesmo a distância, como é o caso da aula invertida) ou reais (textos impressos, objetos etc.), sempre como resultado da orquestração docente.
7. Todas essas recomendações devem ter como base o princípio da disponibilidade constante da assessoria, suporte e apoio adequados pelo professor sobre como orquestrar os recursos didáticos que estão à disposição em razão das necessidades pedagógicas e que lugar conceder, particularmente, aos recursos digitais e à tecnologia. Além disso, esse tipo de iniciativas deve incluir sempre a possibilidade de recorrer à assistência técnica, caso os educadores precisem gerenciar o equipamento, os aplicativos e a conectividade, que tornam possível o uso efetivo da tecnologia.
8. Seja no sistema ou na escola, apenas uma aproximação sistêmica garante ir além da iniciativa de um único professor, somente em uma disciplina ou em uma turma. Para ser eficaz, a aproximação sistêmica à transformação da educação requer não somente um foco no aprendizado voltado ao desenvolvimento de competências (por exemplo, na aprendizagem por projetos), mas também em mecanismos de apoio efetivo aos professores.

A aplicação efetiva da tecnologia na escola é um quebra-cabeça complexo. Muitos fatores relacionados entre si desempenham um papel importante. É sabido que a simples presença de dispositivos em uma escola não produz automaticamente um melhor desempenho dos estudantes. De fato, proporcionar a cada aluno um dispositivo ou desenvolver uma plataforma escolar é somente o início, e nunca o final, de um processo que pode levar a melhorar o desempenho dos estudantes. Mas isso acontecerá somente se a tecnologia for utilizada para mudar os métodos pedagógicos: os ganhos na aprendizagem que são alcançados quando a tecnologia é utilizada somente como suporte para práticas docentes tradicionais são marginais e, de modo geral, não significativos; os ganhos verdadeiros e perceptíveis somente aparecem quando a tecnologia é utilizada para pôr em prática estratégias pedagógicas diferentes, com foco na atividade do aluno. Em última instância, o valor da tecnologia em termos de melhora da aprendizagem dos alunos depende da qualidade das práticas pedagógicas.

Epílogo aberto: o que já aprendemos e o que fica pendente

Os autores que contribuíram para este documento de uma perspectiva latino-americana sugeriram fechá-lo com um breve epílogo, com o objetivo de deixar a perseverança de seu aprendizado pessoal em um longo percurso de discussão coletiva. A seguir, o que preza cada um deles e, ao mesmo tempo, as dúvidas que ficam por resolver. O conjunto deve ser lido como o sincero aporte de cada um a um debate com o qual continuarão contribuindo.

Patricia Ames (Peru)

Estas últimas páginas têm o propósito de apresentar uma reflexão final sobre o processo desenvolvido e o tema que nos reuniu, assim como fazer um breve balanço sobre o que vem acontecendo em nossos países. Em primeiro lugar, gostaria de ressaltar o processo de elaboração do documento. A experiência desenvolvida, compartilhando em diversas ocasiões nossas experiências de trabalho e leituras sobre a tecnologia e a educação, e submetendo-as ao debate e exame pelos colegas, professores e especialistas, foi uma das coisas mais interessantes do processo. Essa experiência de troca nos permitiu conhecer e recolher iniciativas de outros países que são, sem dúvida, diferentes, mas que, também, se defrontam com muitos problemas em comum, e permitiu enriquecer-nos e matizar o documento de múltiplas maneiras.

Francesc Pedró nos convidou e propôs uma pauta para fazer comparações, pois, ao longo do documento, há um espírito comparativo do que acontece nos países da América Latina. A equipe pôde, assim, comparar o que ocorre em nossos países, as experiências de sucesso, em que consistem, quais os desafios alcançados, quais as limitações e como podem ser realizados na prática. Tanto lendo as diversas contribuições dos integrantes da equipe, analisado as evidências dos estudos, quanto na troca oral que fazíamos em cada encontro, entre nós e com outros, pudemos ir refinando não somente o documento, mas também a nossa própria compreensão das potencialidades e desafios que a tecnologia apresenta no âmbito educativo. Esse foi um aprendizado muito valioso e enriquecedor, e gostaria de agradecer à Fundação Santillana por ter tornado possível esse processo e, especialmente, a Mariano Jabonero por apostar nele.

O segundo ponto que eu gostaria de ressaltar é que o documento levanta o que é possível fazer com a tecnologia na educação. Sabemos que existe uma série de problemas e dificuldades, conforme demonstrado por excelentes trabalhos. É necessário sermos conscientes dessas dificuldades, que apontamos em nossos trabalhos individuais. Mas este documento pretende, particularmente, dar ênfase ao que pode ser feito, explicando experiências concretas, reais e de estudos que estão acontecendo em diferentes partes da América. A vantagem disso tudo é permitir visualizar, imaginar a mudança. Sempre dizemos que temos de mudar, mas em qual direção? As reformas não podem ser cosméticas, superficiais, não podemos continuar fazendo o mesmo com a ajuda da tecnologia, mas, então, o que fazer? Como seria uma sala de aula do futuro? Em que seria diferente?

Acredito que esse é o espírito do documento: mostrar o que poderia ser feito de maneira diferente e não somente resgatar o potencial da tecnologia, mas o papel da pedagogia como eixo central dessa mudança. Por isso, considero que o documento pode ser inspirador para muitas pessoas. De fato, já fui testemunha disso, pois, fazendo minhas pesquisas no interior do Peru e como parte dos materiais que sempre compartilho com os participantes dessa investigação, levei o documento que apresentamos em Lima a uma escola privada com a qual trabalhei, e foi tão inspirador para a escola que decidiram mergulhar na tecnologia no próximo ano. Iniciaram uma política de BYOD (Bring You Own Device) e optaram por lançar-se, com mais segurança, ao uso da tecnologia, conscientes também de suas limitações e das decisões que devem acompanhar o processo. Isso é factível no contexto de um projeto pedagógico sólido, no qual se identifique com clareza de que maneira a tecnologia contribui para os objetivos pedagógicos da instituição e onde essa já estava sendo aplicada previamente. Foi interessante o fato de tomarem essa decisão em um contexto no qual ainda existe muito temor de que a tecnologia seja negativa, que os alunos fiquem distraídos etc., mas, olhando suas potencialidades, essa inspiração conduziu à ação e a mudança foi concretizada, tornou-se possível.

O terceiro ponto que gostaria de comentar é a situação em meu país, pois, no documento, não fizemos balanços por países, nem era esse o propósito. Ainda assim, creio que vale a pena uma reflexão do lugar em que cada um está, para ver que aprendizados ocorreram e como este documento contribui para reforçá-los. O Peru foi um dos primeiros países da região a iniciar um programa de 1 para 1 e com uma grande quantidade de dispositivos (850.000), abrangendo mais de 80% das escolas públicas, tanto do ensino fundamental quanto do médio. Mas essa não é a primeira experiência peruana com tecnologia aplicada à educação. O Peru tem, no mínimo, trinta anos de história com tecnologia educativa e, nesse período, há aprendizagens que vão sendo consolidadas, apesar de alguns erros no caminho (também se aprende com eles). Eu diria que tivemos uma espécie de oscilação pendular com o tema da tecnologia. Houve momentos de muita empolgação, mas, diante do fracasso de ver que as mudanças substanciais prometidas não se concretizavam e ficávamos no nível das reformas de primeira ordem, ela era deixada de lado para, depois de um tempo, voltar a confrontar, com entusiasmo, um novo projeto tecnológico.

Passamos, por exemplo, do projeto Huascarán (2001-2005), que era uma iniciativa para implementar, nas escolas, salas de computação equipadas por conexão à internet e conteúdos digitais, até o projeto “Un *laptop* por niño” (2007-2011), que era mais um do tipo de 1 para 1, isto é, de oferta de *laptops* XO individuais. Agora, as XO foram abandonadas por um tempo. Não se quis desenvolver mais trabalho nessa área e, aparentemente, está sendo considerada a possibilidade de introduzir o aprendizado móvel e os *tablets*. Então, em cada quinquênio, existe um momento de amor e outro de ódio à tecnologia: primeiro, espera-se muito dela, mas, como o que se espera não chega tão rápido, ela é deixada de lado para depois ser retomada.

Nesse aspecto, vale a pena ressaltar algumas aprendizagens que foram se consolidando nesse processo pendular de aproximação/afastamento das tecnologias nos afazeres educativos. A União Europeia já estabeleceu claramente que a utilização das TIC deve constituir mais uma competência do currículo, introduzindo a competência digital como uma área a desenvolver e avaliar. Esse assunto não estava nada claro para o Ministério da Educação peruano, que continuava se perguntando se as tecnologias eram um meio ou uma finalidade, e não se animava a incluí-las no marco curricular. Finalmente, acho que, nesse processo, já se considera que é necessário introduzir a competência digital entre os aprendizados básicos, assegurando uma alfabetização digital para todos — não podemos deixar o tema simplesmente à sorte ou ao mercado, mais ainda em um espaço tão desigual quanto o nosso.

Também se está pensando mais na materialidade das escolas, na infraestrutura e no equipamento, de um modo mais propício para o uso de tecnologia, que requer outro espaço, outro ambiente, conexões, tomadas, pontos de energia, conectividade, espaços para guardar materiais etc.

No entanto, talvez o mais considerável seja que a importância do professor e da parte pedagógica está sendo reconhecida. Muitos dos erros do passado foram cometidos porque se considerava que a tecnologia e o *hardware* eram os propulsores da mudança. Depois de várias experiências, acredito que, finalmente, se estão consolidando as ideias de que o pedagógico deve estar em primeiro lugar e do papel central do docente nesse processo, ocupando uma posição mais relevante, aspectos considerados centrais ao longo deste documento.

Entretanto, ainda existem muitos desafios, muitas brechas que vão além do Peru. O Peru é um país com muitas desigualdades, onde é necessário tomar decisões sobre como colocar a tecnologia à disposição das pessoas: se isso deve ser feito de maneira universal, se priorizamos os setores marginais, se priorizamos os setores de excelência e fazemos escolas especiais e muito melhores, se focamos nos que estão mais longe ou nos que estão mais perto. Isso, talvez, é o que mais se discute neste momento e vemos, ainda, uma tendência a repetir os usos tradicionais da tecnologia em muitas das escolas tanto públicas quanto privadas.

Outro assunto problemático que identificamos é o fato de marginalizar o uso da tecnologia quando os professores não têm domínio dela, prejudicando o aprendizado dos alunos. E a falta de informação sobre as competências digitais dos próprios professores evidencia a pouca importância que foi dada a esse aspecto, que, felizmente, agora se busca reverter. Por isso, reitero, com o documento, que as competências profissionais são chave para poder incorporar a tecnologia na escola, e acho que, finalmente, essa mensagem está entrando no Peru. Com todos esses elementos, creio que os avanços possíveis serão qualitativamente maiores se potencializarmos o aprendizado deixado pelas experiências prévias.

Nesse sentido, trago um tema que preocupa os professores não somente peruanos, mas de vários países onde a modalidade de 1 para 1 foi implementada: a gradualidade que deve ter esse processo. Em muitos de nossos países, nos quais a experiência de 1 para 1 chegou a escolas que nunca antes tiveram um computador, de uma hora para outra aparece um conjunto de máquinas nas salas de aula. Isso acontece tanto na América Latina quanto na Espanha, que também teve um grande programa de 1 para 1 para equipar com tecnologia (Escuelas 2.0) e equiparar seu uso ao verificado em outros países da União Europeia. Nos diversos países que implementaram esses programas, uma das queixas dos professores, mais do que as dos estudantes, é que tudo aconteceu muito rápido, pois parece que, da noite para o dia, eles têm de aprender a trabalhar com essas tecnologias e, então, pedem um ritmo mais lento. E devemos entender essa reclamação, porque, realmente, é preciso aprender a trabalhar com esses recursos e incorporá-los ao trabalho cotidiano que o professor realiza, o que não se consegue de um dia para o outro.

Certamente, houve um pouco de “pensamento mágico” ao acreditar que, pelo simples fato de pôr o recurso tecnológico na escola, a tecnologia seria uma espécie de varinha mágica que ia transformar o ambiente educativo e, por isso, não seria necessário preocupar-se com o professor e com seu processo de aprendizagem e apropriação. Mas toda a pesquisa social e educativa mostra que o ambiente se transforma pela ação dos diferentes atores do mundo educativo: os docentes, os estudantes, os pais, os dirigentes, os funcionários. E muitos desses atores sentiam que precisavam de tempo (e orientações) para aprender a usar e incorporar o recurso, não para continuar fazendo o mesmo, como já dissemos e repetimos, mas de modo que nos permitisse transformar a prática educativa, e esse continua sendo o grande desafio dos programas de 1 para 1. Em alguns países, souberam aproveitar muito mais essas iniciativas e avançar mais rápido, porque a tecnologia também estava mais presente nos lares; em outros, custou mais, porque houve mais problemas para solucionar, mas acredito que essa necessidade de tempo, gradualidade e, sobretudo, a questão da importância da pedagogia que devemos levar em consideração com o abastecimento de equipamentos são o que devemos consolidar.

Finalmente, gostaria de ressaltar o aspecto da gestão. No Peru, nos últimos anos, surgiu o interesse na figura dos gestores de diferentes níveis, não somente o diretor da escola, mas também os funcionários do estado encarregados da gestão educativa local, por distritos ou províncias, e em suas tarefas e desafios. Nos diferentes níveis de gestão, é necessária uma liderança que permita o desenvolvimento da tecnologia nas escolas e no sistema. E mesmo que, no documento, tenhamos discutido pouco o papel da tecnologia na gestão educativa, considero que poderia facilitar muitas tarefas dos gestores. De fato, em minhas investigações recentes, encontrei que a diferença mais notável no uso da tecnologia entre as escolas públicas e privadas não era tanto dentro da sala de aula, mas fora dela (entretanto, dentro da escola). Nas escolas privadas com as quais trabalhei, diferentemente das públicas, a tecnologia era muito utilizada para comunicar-se com os pais, para enviar notas e comunicados, e também para dar tarefas às crianças e comunicar-se com elas. Isso era possível porque as famílias têm à disposição essa tecnologia, é verdade, mas cada vez mais lares peruanos estão nessa situação, incluindo os que participam do sistema educativo público. Além disso, a tecnologia era usada para gerenciar uma série de tarefas da escola: notas, aulas, programações, centralização dos recursos, bibliotecas virtuais etc. Tudo isso era gerenciado na vida escolar usando a tecnologia, e, embora esse uso não fosse necessariamente pedagógico, o recurso era muito útil para administrar o dia a dia da escola, poupando tempo e recursos que poderiam ser dedicados à parte pedagógica. Talvez isso possa ser tema de um próximo documento que complemente este, pois nossa reflexão continua.

Ignacio Jara (Chile)

Este trabalho é fruto de um longo processo para o qual fomos convidados pela Fundação Santillana e que traz a novidade de tentar combinar uma perspectiva global sobre as contribuições da tecnologia à educação, analisando casos específicos de aplicação de tecnologia em escolas de nossa região que ilustram o avanço concreto das ideias globais.

A perspectiva global analisa a contribuição que a tecnologia digital pode ter com os problemas da educação, graças às evidentes potencialidades dessas tecnologias para apoiar as mudanças no ensino e na aprendizagem no currículo escolar. Também é verdade que existe uma espécie de paradoxo, pois essas promessas ainda não deram frutos em grande escala, além dos casos pontuais de inovação que podemos encontrar dispersos nos sistemas escolares.

O foco dos casos compilados de vários países da região permite complementar e enriquecer essa visão geral, sendo esses casos exemplos de experiências concretas em salas de aula de escolas reais. Trata-se de docentes que, gradualmente, vêm adaptando seu modo de ensinar atendendo às pressões por formar crianças e jovens imersos nas novas habilidades do mundo digital.

Essa é uma das maiores riquezas do documento, pois combina essas duas perspectivas em um único olhar capaz de integrar as promessas e seu paradoxo com os avanços concretos dos docentes: mesmo que, em grande escala, o sistema não pareça se mover como muitos esperam, nas salas de aula muitos professores estão realizando um processo de adaptação cujos tempos de amadurecimento profissional são muito longos e lentos.

Nesse sentido, o documento é uma contribuição para a construção de políticas que possam permanecer no tempo e forneçam o apoio a longo prazo de que os professores precisam para ir

integrando, passo a passo, as potencialidades da tecnologia nos afazeres educativos. E mais, o documento mostra a necessidade de integrar essas políticas aos esforços de reforma educativa existentes nos diferentes países. Esse é, certamente, um avanço que a região deve realizar, pois parece haver uma distância entre as políticas sobre as TIC e os processos de reforma educativa.

Em muitos países, as iniciativas associadas à tecnologia ocorrem, em geral, de modo separado, e isso afeta sua capacidade de contribuir para os propósitos de transformação do sistema que, normalmente, trazem reformas mais amplas que afetam o currículo, a carreira docente e sua institucionalidade. As políticas TIC devem aproximar-se do cerne dos processos de mudança realizados pelos ministérios da educação e integrar as TIC como uma contribuição e não como algo paralelo imposto isoladamente às escolas.

Não existe em nossa região uma realidade homogênea, e, enquanto alguns países têm uma base tecnológica amplamente distribuída e décadas de experiência, há muitos que somente agora estão começando ou não conseguiram consolidar políticas e avanços nessa área. No entanto, todos compartilham o desafio de acompanhar as mudanças nas salas de aula, que não terminam por aí. Este documento é uma importante contribuição para essa reflexão, que todos devemos fazer.

Claudia Limón (México)

Fecha-se uma primeira etapa que começou com o intuito de não somente refletir e identificar algumas das melhores práticas no uso das TIC na educação, mas para conhecer quais são as perguntas-chave que devemos fazer a nós mesmos no momento de incorporá-las ou de avaliar seu impacto no processo de aprendizagem.

As respostas a cada uma dessas questões devem facilitar a definição ou a revisão das políticas a serem consideradas nessa área, sem esquecer que a peça-chave para o sucesso de qualquer programa é e sempre deverá ser o docente.

Por exemplo, a primeira pergunta que o documento formula sobre as transformações que a escola precisa fazer para estar de acordo com as tendências, tanto técnicas quanto educativas, sociais e econômicas, contextualizada em alguns dados estatísticos referidos ao tipo de competências que a indústria demanda e os resultados dos alunos nas provas padronizadas mundialmente, permite a uma instituição revisar sua política e, principalmente, a maneira como os currículos integram as competências necessárias, assim como os indicadores de avaliação definidos para obter o resultado buscado. Nesse ponto, a conclusão mais importante a tomar como parâmetro é que os melhores resultados não estão relacionados com o número de horas que os alunos utilizam a tecnologia, e sim com como e para que a utilizam. O “para que” deve focar no desenvolvimento das competências relacionadas com a solução de problemas e o “como”, com a integração de estratégias de aprendizagem e o uso de recursos tecnológicos que façam com que o aluno realize atividades que, dificilmente, poderia fazer manualmente.

As atividades rotineiras estão sendo automatizadas, mas não acontece o mesmo com aquelas que exigem a solução de problemas; por exemplo, o que fazer quando uma máquina para pagar o estacionamento não dá o troco certo ou não lê o tíquete? Ou, quando no menu de um banco, seja *on-line* ou por telefone, existe a opção número 20 para resolver o problema de uma despesa não autorizada? Em qualquer um desses casos, deve haver uma pessoa responsável para resolver o problema.

Portanto, a ênfase está em como levamos os alunos a analisar e apresentar diversas soluções aos problemas reais usando a tecnologia, e não em como a tecnologia nos ajuda a automatizar os processos de aprendizagem para fazer as mesmas coisas de maneira mais rápida e evidente.

A segunda pergunta está relacionada com o modo pelo qual a tecnologia está contribuindo para a transformação da educação, isto é, qual é e qual deveria ser seu papel ao oferecer uma série de oportunidades de acordo com seu potencial, tendências e necessidades educativas. A resposta a essa pergunta foi dada com exemplos práticos de todo o mundo, mais especificamente da região da Ibero-América, os quais mostram como as TIC podem ser mais do que um recurso para promover mudanças de primeira ordem e transformar-se em um catalisador de mudanças de segunda ordem, nas quais a ênfase está no aluno, no tipo de atividade e no tipo de uso e incorporação das TIC.

As mudanças de primeira ordem não são consideradas erradas. No entanto, são o primeiro passo quando se incorpora a tecnologia, e não é possível que, depois de vários anos, elas continuem sendo a única transformação.

Uma mudança de primeira ordem está relacionada com o uso básico das TIC, principalmente em aplicativos para atividades auxiliares e no uso de programas vinculados à exercitação e mecanização de processos. Uma mudança de segunda ordem está relacionada com uma transformação no modelo de ensino, no qual a ênfase se encontra na aprendizagem ativa e no uso de simuladores para a resolução de problemas reais. Nesse caso, a tecnologia transforma-se em uma ferramenta para manipular variáveis, experimentar, analisar informação e, principalmente, criar, e não somente como meio de consulta e uso auxiliar.

Para atingir mudanças de segunda ordem, é necessário considerar um elemento-chave: a formação e o acompanhamento do docente. O professor pode ser capacitado de diferentes maneiras, com cursos de 30 ou 40 horas no início do ciclo escolar, durante o ciclo ou no final dele. Porém, esses cursos não são suficientes para ele mudar dentro da sala de aula. Ele precisa de um acompanhamento e de retroalimentação contínua. Nos cursos, não são apresentados os problemas que se enfrenta no dia a dia. Normalmente, o conteúdo dos treinamentos é teórico e não contém exemplos e soluções para as situações com seus alunos. Além disso, o professor deve saber se o que faz em sala de aula é o necessário e de que modo poderia melhorar. Para ele chegar ao resultado que todos esperamos, precisa de um processo, e, assim como o aluno, ele é passível de erros e de aprender com eles. Porém, como isso será possível se não há ninguém para acompanhá-lo?

A última pergunta está relacionada com o caminho a seguir de acordo com a análise realizada da situação atual da ou das instituições, mas essa pergunta, principalmente, busca servir de incentivo para mover-nos e não permitirmos que o elemento-chave de nossa instituição seja a inclusão das TIC para promover mudanças de primeira ordem, obtendo resultados que não justificam o investimento realizado. As TIC não são o elemento-chave para melhorar a aprendizagem, mas têm potencial para estimular no aluno, por meio de atividades focadas no aprendizado e na solução de problemas, as competências necessárias para ele se tornar competitivo em um mundo cada vez mais globalizado.

O quadro de referência da UNESCO citado no documento representa um guia para orientar qualquer instituição sobre como responder a essas três perguntas e os aspectos-chave a serem considerados antes, durante e depois da incorporação das TIC. Esse marco apresenta seis elementos que, de alguma forma, são mencionados ao longo do documento e são necessários para responder a essas perguntas sem importar o nível de uso e/ou os objetivos a alcançar, já que podem ser determinados objetivos a curto, médio e longo prazo. Entretanto, para cada um deles, sempre devem estar presentes os seis elementos elencados a seguir:

1. **Política:** qual é a política educativa que vai determinar o rumo para o uso e incorporação das TIC?
2. **Currículos:** de que maneira os currículos vão integrar o uso das TIC para ser coerentes com essa política educativa?
3. **Avaliação:** quais os critérios de avaliação a serem considerados para identificar os resultados da aprendizagem com o uso das TIC de acordo com a política educativa definida?
4. **Pedagogia:** que estratégias de aprendizagem deverão ser incorporadas para atingir os objetivos planejados?
5. **Infraestrutura:** que tipos de competências e infraestrutura devem ser considerados?
6. **Desenvolvimento profissional:** qual é o melhor modelo para o desenvolvimento profissional do docente?

Se sabemos que aprender com a experiência dos outros é uma boa prática, por que, em certas ocasiões, cismamos em repetir os erros que outros já cometeram? Por que gastamos recursos e tempo realizando projetos que não funcionaram em outros lugares? Por que não aprendemos a colaborar se a colaboração é uma competência a ser desenvolvida nos alunos? Por que não iniciar essa colaboração com os tomadores de decisão, docentes e dirigentes que têm um mesmo objetivo, e usamos este documento como guia para orientar essa colaboração?

Apesar de as mudanças na educação não poderem acontecer a curto prazo, podemos identificar objetivos que tragam certeza de que o caminho escolhido é o certo.

Não é a tecnologia que vai modificar os resultados da aprendizagem dos alunos. Contudo, ela representa um elemento-chave para iniciar uma mudança na forma de ensinar.

Sua aquisição e inclusão deve estar acompanhada de indicadores e estratégias que permitam monitorar os resultados. Não devemos deixar os professores sozinhos nesse processo. O acompanhamento em cada etapa fará a diferença. Apesar de em muitos lugares especialistas terem indicado que os alunos podem desenvolver ao máximo seu potencial diante da tecnologia, a experiência e os resultados demonstraram o contrário, já que a participação do docente é necessária e, principalmente, a mudança nos currículos e a maneira de fazer as avaliações. A tecnologia é excelente para repetir e automatizar processos, mas, se os processos forem incorretos, os resultados serão piores do que quando ela não era utilizada.

Não é possível considerar o uso da tecnologia como um projeto independente das reformas educativas pelas quais os países da região estão passando atualmente. Ele deve ser visto como parte delas e considerado como um único programa. É necessário marcar a política educativa no uso das TIC desde os níveis básicos até o superior, para definir as competências que devemos desenvolver nos alunos e satisfazer as demandas atuais.

O tipo de dispositivo a utilizar ou adquirir é importante, mas não deve ser o foco principal, já que ele muda a cada ano e o que hoje em dia é a tendência amanhã não será mais. Isso não acontece com a maneira de utilizá-lo. Os alunos devem ser capazes de trabalhar com qualquer dispositivo e aplicativo. Portanto, o ensino deve considerar como utilizá-lo, e não a versão ou a marca.

A entrega de dispositivos para os alunos, seja nacionalmente ou em algumas instituições educativas, poderá ser um indicador de equidade, mas não se pode esquecer cada um dos elementos que farão dessa entrega, realmente, um diferencial no aprendizado dos alunos, e que o dispositivo seja usado tanto dentro quanto fora da sala de aula.

Agradeço à Fundação Santillana e, particularmente, a Mariano Jabonero e Francesc Pedró por terem sido o motor dessa iniciativa, já que, apesar de o uso das TIC ser um tema recorrente em qualquer congresso, palestra, oficina etc., não existia um documento com esses alinhamentos, em que se integrassem experiências de diversos especialistas, se identificassem as tendências e se fizesse a correlação com as mudanças de primeira e segunda ordem, mas, principalmente, se exemplificasse com algumas das melhores práticas da região.

César Nunes (Brasil)

Nestas considerações finais, eu gostaria de ressaltar a diferença entre mudanças que vêm de fora ou de dentro da escola. Como o documento diz, as mudanças importantes, as mais difíceis, mas esperadas, são as mudanças de segunda ordem.

As mudanças de primeira ordem não são mais do que a mera modernização para continuar fazendo o que já era feito, muitas vezes com um desempenho melhor. As mudanças de segunda ordem implicam fazer algo novo, mudar as práticas, relações interpessoais, tempos, valores. Para isso, é necessário aprender novas teorias, técnicas, estratégias, tecnologias. Mas o processo de implementação das novidades não é linear, nem tudo vai funcionar ou alcançar o sucesso esperado, e, por essa razão, são necessárias a experimentação e a constante avaliação.

Muitas vezes é contratado um especialista de fora da escola para desenhar uma nova solução ou para formar os docentes sobre como utilizar novas ferramentas e estratégias. Entretanto, o tempo necessário para consolidar mudanças significativas, de segunda ordem, nunca é curto — em geral, dura anos. O processo envolve entender resistências e alcançar gradualmente uma mudança de cultura: as rotinas, os papéis, o currículo, os tempos etc. são redefinidos e não para poucos, mas para a maioria. Nesses anos de mudança cultural, normalmente o especialista já não está presente e surgem outras necessidades. A mudança do mundo exterior acontece mais rápido do que o tempo de absorção, pela escola, da inovação anterior.

A única saída consiste em capacitar a própria escola para que possa inovar de maneira permanente. Isso significa depender menos de especialistas externos. Significa entender, aceitar e saber avaliar processos de transformação. Segundo o próprio documento especifica, significa adotar uma

aproximação sistêmica na gestão da mudança pedagógica, mas de modo permanente, não para uma mudança, mas para muitas.

Como são processos de longo prazo que vão se superpondo, é de extrema importância que a própria escola viva e sirva de referência para os valores que busca formar: se afirmamos que as competências do século XXI são importantes para os alunos, deve ser para todos eles. Se os projetos, problemas e casos que favoreçam o desenvolvimento do pensamento crítico ou de criatividade são importantes para os alunos, os professores podem ser críticos e criativos para enfrentar os problemas e escolher ou adaptar soluções. Todas as atividades da escola devem poder ser analisadas criticamente e modificadas, se necessário. Do mesmo modo, se formar os alunos para a democracia é importante, a escola deve valorizar e viver a democracia internamente. Se os processos de reflexão são importantes para a formação dos alunos, devem ser importantes também para avaliar as transformações. Isso significa que as avaliações externas de impacto de uma transformação devem ser complementadas com avaliações internas formativas.

Mesmo que pareça óbvio, não é nada fácil efetuar mudanças de longo prazo sendo coerente durante as fases do desenho, formação e implementação. A tecnologia tem um papel importante nesse processo, pois permite à escola buscar o avanço do conhecimento sobre as práticas docentes aplicando os mesmos princípios que o documento indica como importantes para os alunos: aprender ativamente, aprender cooperativamente, aprender por meio de interações com retroalimentação e aprender do mundo real. A tecnologia permite dar visibilidade às práticas em comunidades de ação e estabelecer processos de desenvolvimento e mudança cultural. Cria-se assim uma inteligência interna, e as mudanças que vêm de dentro da escola passam a ser tão ou mais importantes que as mudanças que vêm de fora.

Referências bibliográficas

- AGUERRONDO, I. e 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. 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. e TRINIDAD, G. (2011). *International Experiences with Technology in Education: Final Report*. Washington, D.C.: U.S. Department of Education. Documento mimeografiado.
- BARRERA-OSORIO, F. e LINDEN, L. (2009). *The Use and Misuse of Computers in Education: Evidence from a Randomized Experiment in Colombia*. Washington, D.C.: Banco Mundial.
- BASSI, M.; BUSO, M. A.; URZÚA, S. e VARGAS, J. (2012). *Desconectados. Habilidades, educación y empleo en América Latina*. Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo.
- BEBELL, D. e 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.; BUSO, M. e 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. e 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. e 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. e 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. e 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. e STROM, R. (2006). Some effects of video streaming on educational achievement. *Communication Education*, 55(1), 46-62.
- BOTTGE, B.; RUEDA, E. 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. e SZÉKELY, M. (Eds.) (2012). *Educación para la Transformación*. Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo.
- CARNEIRO, R.; TOSCANO, J. C. e DÍAZ, T. (Eds.) (2009). *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo. Colección Metas Educativas 2021*. Madrid: OEI e Fundación Santillana.
- CARRETETO, M. e MONTANERO, M. (2008). Enseñanza y aprendizaje de la historia: aspectos cognitivos y culturales. *Cultura y Educación*, 20(2), 133-142.
- CARRILLO, P.; ONOFA, M. e 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. e 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.
- _____. (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 University of New York.
- CUENCA, J. e MARTÍN, M. (2010). Virtual games in social science education. *Computers & Education*(55), 1336-1345.

- DARLING-HAMMOND, L.; ZIELEZINSKI, M. B. e GOLDMAN, S. (2014). *Using Technology to Support At-Risk Students' Learning*. Stanford, CA: Stanford Center for Opportunity Policy in Education.
- DETERDING, D.; KHALED, R.; NACKE, L. e DIXON, Dan (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. e 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. e RIZZA, C. (2009). *ICT in Initial Teacher Training: Research Review*. Paris: OECD Publishing.
- EVARISTO, I.; NAVARRO, R.; MOLLÁ, I e NAKANO, T. (em prensa). El empleo de un videojuego educativo como una herramienta para aprender y comprender los inicios de la Independencia del Perú. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*
- FLANDIN, S. e 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.
- FRAILLON, J.; AINLEY, J.; SCHULZ, W.; FRIEDMAN, T. e GEBHARDT, E. (2014). *Preparing for Life in a Digital Age. The IEA International Computer and Information Literacy Study International Report*. Wellington: Springer.
- FULLAN, M. e DONNELLY, K. (2013). *Alive in the Swamp. Assessing Digital Innovations in Education*. London: Nesta.
- GEE, J. P. (2004). *Lo que nos enseñan los videojuegos sobre el aprendizaje y el alfabetismo*. Málaga: Ediciones Aljibe.
- _____. (2005). *Why Video Games Are Good For Your Soul: Pleasure and Learning*. Melbourne: Common Ground.
- Greaves Group, Hayes Connection e 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. e PETERSON, E. L. (2012). *Revolutionizing Education through Technology The Project RED Roadmap for Transformation*. Washington, D.C.: 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. e 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).
- HIGGINS, S.; XIAO, Z. e KATSIPATAKI, M. (2012). *The Impact of Digital Technology on Learning: A Summary for the Education Endowment Foundation*. Durham: Durham University.
- HSU, Y.-C.; HO, H. N. J.; TSAI, C.-C.; HWANG, G.-J.; CHU, H.-C.; WANG, C.-Y. e 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. e 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. e 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.
- LUCKIN, R.; BLIGH, B.; MANCHES, A.; AINSWORTH, S.; CROOK, C. e NOSS, R. (2012). *Decoding learning: The proof and promise of digital education*. London: Nesta.
- 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, D.C.: U.S. Department of Education, Institute of Education Sciences.
- M. MADDEN et al. (2013). *Teens and Technology*. Washington, D.C.: Pew Research Center.
- MEANS, B.; TOYAMA, Y.; MURPHY, R.; BAKIA, M. e JONES, K. (2009). *Evaluation of Evidence-Based Practices in Online Learning: A Meta-Analysis and Review of Online Learning Studies* Washington, D.C.: U.S. Department of Education, Office of Planning, Evaluation and Policy Development.

- OCDE (2015). *Students. Computers and Learning. Making the Connection*. Paris: OECD Publishing.
- OLIVER, M. (2013). Fostering Relevant Research on Educational Communications and Technology. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen e 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. e 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.
- _____. (2012b). *Tecnología y escuela. Lo que funciona y por qué*. Madrid: Fundación Santillana.
- SCHRUM, L. e 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. e 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 IPE.
- SUNKEL, G. e 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. e 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. e 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. e 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*. Paris: 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. e 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. e 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. e DARLING-HAMMOND, L. (2014). *Technology for Learning: Underserved, Under-resourced & Underprepared Students*. Stanford, CA: Stanford Center for Opportunity Policy in Education.