

siderarmos que as formas de pensar cientificamente são tantas quantas forem as associações de pesquisadores sobre estilos de pensamento específicos, o que significa dizer que, principalmente na escola, não há lugar para comportamentos radicais em torno de um paradigma científico.

Mencionamos também as concepções de Johnson-Laird (1983) sobre os modelos mentais para enfatizar que, mesmo que as crianças pequenas ou os não escolarizados não conheçam a matemática para produzir modelos matemáticos, ainda assim esses indivíduos raciocinam por modelos e comunicam-se por meio desses modelos que, por terem em sua estrutura os teoremas-embora a recíproca não seja verdadeira.

Finalmente, recorreremos à concepção de Freire (1980, 2001, 2003) sobre conscientização para mostrar que a modelagem matemática da escola está de acordo com a sua teoria da educação libertadora. A modelagem matemática na escola propõe que o aprendiz reinvente os modelos matemáticos, dando-lhe a oportunidade de apropriar-se dele, porque o reinventou, aplicando-o a novas situações existenciais concretas de forma crítico-reflexiva, exercitando sua capacidade de leitura de mundo.

Só podemos ajudar nossos alunos a desenvolver sua capacidade de leitura do mundo se antes formos capazes de desenvolver essa leitura de mundo por nós mesmos, como educadores. Para isso, devemos ter um conhecimento eclético sobre o que é aprender, desenvolvendo a cultura de busca do novo para completar nossa incompletude, que é nossa verdadeira razão de viver.

## REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P. *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune and Stratton, 1963.
- BROUSSEAU, G. *Introdução ao estudo da teoria das situações didáticas: conteúdos e métodos de ensino*. São Paulo: Ática, 2008.
- COSTA, M. A. *As ideias fundamentais da matemática e outros ensaios*. São Paulo: Grijalbo, 1971.
- FLECK, L. *Gênese e desenvolvimento de um fato científico*. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.
- FREIRE, P. *Conscientização – teoria e prática da libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire*. São Paulo: Centauro, 1980.
- FREIRE, P. *Extensão ou comunicação?* Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2001.
- FREIRE, P. *Educação e mudança*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2003.
- JOHNSON-LAIRD, P. *Mental models*. Cambridge: Harvard University Press, 1983.
- MOREIRA, M. A. Modelos mentais. *Revista Investigações em Ensino de Ciências*, v. 1, n. 3, p. 193-232, 1996.
- PIAGET, J. *A equilibração das estruturas cognitivas: questão central do desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.
- POZO, J. I. (Org.). *A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- VERGNAUD, G. Multiplicative conceptual field: what and why? In: GUERSHON, H.; CONFREY, J. (Ed.). *The development of multiplicative reasoning in the learning of mathematics*. Albany: State University of New York Press, 1994.
- VERGNAUD, G. A comprehensive theory of representation for mathematics education. *The Journal of Mathematical Behavior*, v. 17, n. 2, p. 167-181, 1998.
- VERGNAUD, G. O que é aprender? In: BITTAR, M.; MUNIZ, C. A. (Org.). *A aprendizagem matemática na perspectiva dos campos conceituais*. Curitiba: CRV, 2009.
- VYGOTSKY, L. V. *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

# Tecnologias digitais computadorizadas no processo de ensino-aprendizagem de ciências

Francisco Cristiano da Silva Macêdo e Josefina Barrera Kalhil

Neste capítulo, discutiremos o ensino e a aprendizagem das ciências por meio da apropriação das tecnologias digitais computadorizadas (TDCs) como ferramenta pedagógica. A concepção e utilização das TDCs neste texto partem de dois princípios: o rompimento de sua utilização assentada nas leituras tradicionais e a promoção do ensino e da aprendizagem das ciências para a formação cidadã e crítica dos estudantes. Elas são capazes de mediar a construção do conhecimento e despertar o interesse dos estudantes para a resolução de problemas; é sobretudo recomendável utilizar as TDCs como instrumento capaz de colocar o educando em atividade e estimulá-lo a aprender significativamente os conteúdos científicos, relacionando-os com as suas vivências. Se elas são capazes de auxiliar na superação dos paradigmas tradicionais de ensino-aprendizagem, também enriquecem as possibilidades de descobertas e pesquisas, favorecendo o relacionamento entre as ciências, as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente.

## INTRODUÇÃO

Neste capítulo, discutimos uma temática sobre a qual, a nosso ver, todo educador em ciências deve refletir nos dias atuais: o uso das tecnologias digitais computadorizadas<sup>1</sup> (TDCs) na educação em ciências. Essas tecnologias têm sido cada vez mais utilizadas no processo de ensino-aprendi-

zagem de ciências, porém sem reflexões sobre a sua utilização, seja do computador aliado a um projetor de slides em aulas expositivas, seja de seus recursos de multimídia (como áudio e vídeo), seja da internet ou de softwares nos laboratórios de informática, seja da manipulação de dados, seja da inovação de métodos de ensino e práticas pedagógicas. Discutire-

<sup>1</sup> As tecnologias digitais computadorizadas (TDCs) referidas neste capítulo são os dispositivos computadorizados que, sozinhos ou em conjunto, são capazes de processar, armazenar e transmitir informações digitais, incluindo computadores, internet, aparelhos celulares, tablets e impressoras, entre outros.

mos alguns dos aspectos que consideramos fundamentais e necessários para a utilização das TDCs na educação em ciências.

### ENSINO DE CIÊNCIAS COM AS TECNOLOGIAS DIGITAIS COMPUTADORIZADAS

Antes de optar pelas TDCs ou de adequá-las às práticas pedagógicas, na perspectiva de inovar ou não, o educador em ciências deve refletir sobre duas questões essenciais:

- Para que ensinar ciências aos educandos?
- Como se concebe que o educando aprende?

Após elucidar essas questões, o educador poderá pensar em como as TDCs podem auxiliar adequadamente as práticas pedagógicas. A utilização desses recursos tecnológicos não representa nenhuma inovação nos métodos de ensino-aprendizagem ou novas práticas pedagógicas apenas pela sua utilização como recursos instrucionais em práticas tradicionais, tal como muitos educadores acreditam. Nas palavras de Ramos e Struchiner (2009), não é o material que determina as práticas pedagógicas, mas, sim, a forma como ele é utilizado em determinado contexto, podendo ser um elemento de inovação pedagógica ou apenas uma nova roupagem para “velhas práticas”.

Um aspecto que possivelmente possa estar contribuindo para que educadores utilizem as TDCs na educação em ciências sem reflexões sobre elas ou por meio de reflexões deformadas encontra-se na formação inicial e continuada dos professores de ciências. De acordo com Oliveira e Resende (2011), existe uma tradição histórica para formar cientistas na formação de professores, e esses valores são repassados e perpe-

tuados ao longo dos anos. Essa tradição, segundo Aydeniz e Hodge (2010), resultou em uma “cultura universitária” em que os professores universitários utilizam-se de práticas rígidas de ensino, e apenas aqueles que conseguem atingir resultados pelo esforço do conteudismo transmitido e empenho do trabalho duro, da memorização dos conteúdos e do fazer científico na reprodução das mesmas práticas estariam aptos a fazer parte desse grupo cultural, sendo bem-sucedidos na investidura de se tornarem cientistas/especialistas.

A tradição universitária para a qual apontam os autores também nos mostra que, nos cursos de formação inicial de professores de ciências, muitos professores formadores conservam práticas e leituras tradicionais positivistas de ensino-aprendizagem, reproduzindo as mesmas práticas que lhes foram ensinadas; de fato, muitos sequer distinguem a formação de professores da formação de bacharéis. Para Bourdieu (2012, p. 54), a universidade é conservadora porque os educadores inclinam-se à cultura aristocrática “[...] e devem o sucesso universitário social às classes privilegiadas”. No Brasil, frequentar a universidade ainda é privilégio de poucos, historicamente apenas pelos filhos das elites dominantes. Com o advento dos cursos de licenciatura nas áreas de ciências, os professores formadores continuaram ensinando os futuros educadores na perspectiva de uma cultura bacharelesca, desconsiderando as discussões e teorias educacionais. Assim, acabam por repetir as mesmas práticas tradicionais obsoletas e estáticas que lhes foram ensinadas.

Em trabalho apresentado na Latin American Science Education Research Association (LASERA), ocorrida em outubro de 2013 no Brasil, Macêdo, Silva e Cavalcanti (2013) aportaram os resultados de uma pesquisa realizada em instituição de ensino superior da rede pública e concluí-

ram: nos cursos de licenciatura das áreas de ciências, a quantidade de pesquisas desenvolvidas pelos professores formadores na área de educação em ciências é tênue e, dentre elas, as que promovem discussões sobre a educação em ciências são praticamente inexistentes, embora esses educadores tenham uma considerável produção em outras áreas, geralmente áreas afins à sua formação específica (“área dura”). Ressaltamos que, no Brasil, há uma intensa produção acadêmica no âmbito da educação em ciências na atualidade. Pesquisas como a de Macêdo, Silva e Cavalcanti (2013) devem ser realizadas em outras instituições de ensino, no contexto de outras realidades e regiões, com vistas a promover discussões tanto sobre o campo de pesquisa-educação em ciências nas licenciaturas dessa área quanto sobre a relevância da educação em ciências. Tal medida viabilizaria a superação de práticas e leituras tradicionais na formação inicial e continuada do professor de ciências.

Sem reflexões críticas sobre o ensino, sobre as tecnologias no ensino de ciências, sobre o porquê e para que ensinar ciências, sobre as teorias do conhecimento, sobre os métodos de ensino-aprendizagem, a utilização das TDCs em nada contribuirá para o processo de ensino-aprendizagem de ciências, pois devemos considerar que seu uso estará vinculado à conservação de práticas tradicionais e fins mercadológicos para os quais elas foram constituídas, sem acréscimos para a formação de cidadãos (re)educados cientificamente.

### PARA QUE ENSINAR CIÊNCIAS AOS EDUCANDOS?

Falar de ciência nos dias atuais e de ciência nos séculos XIX ou até mesmo no século XX não significa exatamente a mesma coisa. Isso ocorre igualmente com

a educação em ciências antes e depois do século passado.

Entre os séculos XIX e XX, surge a crítica e a crise da ciência moderna: teóricos como Friedrich Nietzsche, Thomas Kuhn, Paul Feyerabend, Pierre Bourdieu, Boaventura Santos e Michel Foucault, entre outros, questionaram a ciência, bem como seus critérios de verdade, conhecimento e racionalidade. Foi também nesse período que surgiu a teoria da relatividade, de Einstein, a dualidade onda-partícula, de De Broglie, o princípio da incerteza, de Heisenberg, os avanços das pesquisas sociais e os maiores desastres ambientais. Todos esses aspectos foram um convite para que se retomassem as discussões no contexto educacional sobre a educação científica.

Segundo Cachapuz, Jorge e Praia (2014, p. 370),

[...] o conceito tradicional de ciência como uma natureza autônoma (internalista) e com uma legalidade que se impõe de forma absoluta, do exterior aos seres e às coisas, de sentido autoritário, reducionista e determinista, não tem mais sentido.

Não tem mais sentido devido à relatividade das verdades, ao surgimento de novas teorias do conhecimento, à valorização da subjetividade, à complexidade e às mudanças da sociedade contemporânea, à intensificação da informação e da comunicação, ao esgotamento dos recursos naturais. Todas essas questões foram suficientes para se pensar uma nova ciência que superasse o conceito de ciência moderna. E é nesse contexto que Krasilchik (1987) aponta que os métodos tradicionais de ensino-aprendizagem iniciaram seu processo de esgotamento em meados do século XX, ao surgirem discussões sobre a inovação curricular e a forma de ensinar os conteúdos de ciências.

Gil-Pérez et al. (2011) têm investigado a relevância de ressignificar o processo

de ensino-aprendizagem de ciências de modo que supere a formação de cientistas/especialistas em detrimento de uma formação para todos os cidadãos, ou seja, uma formação que articule os conhecimentos científicos às tecnologias, à sociedade e ao meio ambiente. Assim, os educandos poderão desenvolver ciência engajados na luta por uma sociedade melhor e mais sustentável. Em qualquer nível educacional, a formação científica tradicional não garante a adoção de decisões adequadas para a resolução de problemas a serem enfrentados na sociedade atual, não sendo necessário que os sujeitos sejam especialistas em determinada área do saber para transformar a sociedade e contribuir efetivamente com ela. Não se nega a formação de cientistas; contudo, é necessária uma formação efetiva para que todos os sujeitos sejam cidadãos participantes das decisões sociais; uma educação em ciência consciente e crítica; um saber que não seja aprisionado em disciplinas desligadas das realidades sociais, históricas e culturais em sua totalidade (CHASSOT, 2010; MORIN, 2004).

É imprescindível uma formação científica cidadã e crítica para que os estudantes de hoje sejam formados para intervir na complexidade que lhes é imposta pela sociedade, como os fortes impactos socioambientais oriundos da terceira revolução industrial ou tecnológica da união entre tecnologia e ciência modernas. Temos como exemplo o caso da indústria do amianto: em um primeiro momento, os cientistas apontaram-no como um material de grande potencial para a fabricação de telhados, caixas d'água, estruturas de paredes, etc. O amianto possui

[...] grande resistência mecânica a altas temperaturas, ao ataque ácido, alcalino e de bactérias. É incombustível, durável, flexível, resistente, sedoso, facilmente tecido e tem boa qualidade isolante. (BRASIL, 2014).

Em pouco tempo, a indústria do amianto cresceu assustadoramente nos países ricos e emergentes. No entanto, alguns anos depois, surgiram inúmeros questionamentos com relação aos riscos que o pó do amianto causa à saúde, como “[...] o câncer de pulmão, de laringe, do trato digestivo e de ovário, ainda o mesotelioma de pleura, uma forma rara de tumor maligno” (BRASIL, 2014). Atualmente, foi “proibida a fabricação do amianto em 52 países”, no entanto, continua sendo fabricado e comercializado em vários países emergentes, como o Brasil (MENDES, 2001; WÜNSCH FILHO; NEVES; MONCAU, 2001). O conhecimento de cientistas e especialistas foi suficiente para a fantástica descoberta dos benefícios do amianto, mas insuficiente para proibir o seu uso em países emergentes.

Gil-Pérez e Vilches (2011) apontam outras situações de grande repercussão no contexto mundial, como problemas criados pelos fertilizantes químicos e pesticidas na década de 1930, que produziram uma verdadeira revolução agrícola; a construção das centrais nucleares e de armazenamento dos resíduos radioativos; o surgimento dos gases destruidores da camada de ozônio (CFCs), do efeito estufa e do aquecimento global; o desenvolvimento armamentista a serviço de guerras, causando graves riscos à vida do próprio homem e do planeta devido à construção de bombas atômicas. Situações como essas demonstram a relevância da articulação da formação científica cidadã, que relacione a ciência e a tecnologia em benefício da valorização da vida, e não de sua destruição. Com relação à educação científica voltada à formação de cidadãos, Santos e Mortimer (2001) acrescentam que ela deve promover a alfabetização científica que permita a tomada de decisões por parte da população frente a diversas situações contraditórias na sociedade.

Quem se debruçou sobre a questão da cidadania no Brasil foi Carvalho (2012), para quem uma população educada é o aspecto crucial na formação da cidadania, embora falar em cidadania no contexto brasileiro não equivalha a falar em cidadania em outros contextos internacionais. O Brasil, diferentemente do modelo inglês, por exemplo, deu maior ênfase ao direito social, deixando marginalizados os direitos políticos e civis, não se desenvolvendo na educação, criando uma “estadania”, ou seja, a divisão dos brasileiros por educação, renda e cor. Assim, delineou-se em dois “brasis”: o dos ricos e o dos pobres.

Segundo o mesmo autor, a busca pela cidadania no Brasil é uma construção histórica e complexa. A luta centra-se na articulação crítica entre os saberes dos direitos políticos, civis e sociais, o fortalecimento do papel do Estado como fonte de direitos, a nação como principal fonte de identidade coletiva, o fim da divisão entre brasileiros por educação, cor ou renda, a erradicação das desigualdades (incluindo a pobreza, a fome, a miséria) e do consumismo, o combate às drogas e à criminalidade. Trata-se, enfim, de uma busca incessante e ascendente que irá delineando, ao longo dos anos, uma sociedade digna, justa, humana e voltada ao bem-estar social.

#### COMO SE CONCEBE QUE O EDUCANDO APRENDE?

Na escola, o ensino de ciências requer teorias e práticas que se coadunem com a sociedade atual. Reconhece-se que a transmissão e a memorização de conteúdos têm sua relevância em contextos pontuais não complexos, como, por exemplo, na apresentação de um novo conceito de ciências em sala de aula. Quando o professor apresenta os conceitos mais gerais

e o que já se conhece sobre eles, o estudante memoriza pontualmente e haverá o “saber da existência” de um fato, lei, lugar, fórmula ou fenômeno envolvido, uma aprendizagem mecanizada que logo se apagará da memória em um curto período de tempo. Entretanto, para que haja uma aprendizagem mais duradoura, que seja capaz de proporcionar ao aprendiz a capacidade de elucidar problemas complexos em diversas situações-problema, é necessário que ele consiga ancorar o conhecimento novo a ser aprendido em alguma construção anterior presente em suas estruturas mentais. Desse modo, ao assemelhar o conhecimento âncora (prévio) ao novo, estará atribuindo ao novo conhecimento um significado e assemelhando-o a ele. É nesse construto que se dará a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2012).

Portanto, é relevante que educadores reflitam sobre as teorias de aprendizagem e de formação escolar para tratar das TDCs no processo de ensino-aprendizagem das ciências, pois a simples utilização dessas tecnologias na educação em ciências – sem a reflexão sobre como o sujeito aprende, para que e como ensinar/aprender os conhecimentos científicos na atualidade – não trará nenhuma contribuição ou inovação. As TDCs serão apenas um instrumento que propicia a aprendizagem mecânica, a memorização e a transmissão de informações que dificilmente permitem aos estudantes criar seus próprios conceitos, relacionar os conteúdos científicos às vivências pessoais e resolver problemas sociais de natureza complexa.

Assim sendo, a utilização das TDCs no ensino de ciências deve estar calçada em uma teoria filosófica, epistemológica e pedagógica alinhada, que supere o ensino transmissivo e a aprendizagem memorística, enquanto os recursos utiliza-

dos devem auxiliar na formação dos sujeitos com vistas ao desenvolvimento da criticidade.

### A RELAÇÃO CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE NO ENSINO DE CIÊNCIAS

É atual e oportuna a discussão entre ciência-tecnologia-sociedade (CTS) na educação em ciências. Os debates sobre esse tema têm seu advento no mesmo período em que surge a revolução tecnológica do século XX, em meados da década de 1970, ampliando-se à medida que os avanços da ciência e da tecnologia provocavam significativas mudanças na sociedade e ocorriam modificações na visão sobre a natureza da ciência e do seu papel social (SANTOS; SCHNETZLER, 2000).

A partir de então, o desenvolvimento científico e tecnológico interferiu consideravelmente na sociedade e no ambiente, trazendo benefícios e malefícios a curto, médio ou longo prazo para ambos. Angotti e Auth (2001, p. 16) destacam:

Está cada vez mais evidente que a exploração desenfreada da natureza e os avanços científicos e tecnológicos obtidos não beneficiaram a todos. Enquanto poucos ampliaram potencialmente seus domínios, camuflados no discurso sobre a neutralidade da C&T e sobre a necessidade do progresso para beneficiar as maiorias, muitos acabaram com os seus domínios reduzidos e outros continuam marginalizados, na miséria material e cognitiva.

Com efeito, o sistema capitalista remodelou-se com a revolução tecnológica, transformando a ciência e a tecnologia em matérias-primas por excelência, ampliando na sociedade os aspectos excludentes. Segundo Libâneo, Oliveira e Toschi (2011), essa revolução tem seus pilares na tríade energia termonuclear, mi-

crobiologia e microeletrônica. Dentre elas, a mais facilmente percebida é a microeletrônica, por suas manifestações no cotidiano, o que provocou alterações em termos de necessidades, hábitos, costumes e formação de habilidades, com destaque para as habilidades cognitivas. A vedete da revolução tecnológica é o computador, que apresenta potencialidades infindáveis, tornando as pessoas fascinadas ou pressionadas a utilizá-lo, de modo que já se estabeleceu uma cultura digital.

A revolução da microeletrônica trouxe reflexos econômicos, sociais e culturais consideráveis devido à depreciação e à substituição do trabalho humano pela máquina, principalmente na agricultura, na indústria e no comércio. Esse processo elevou a miséria, o desemprego, a banalização da violência, a prostituição e o suicídio, entre outros problemas (LIBÂNEO; OLIVEIRA; TOSCHI, 2011).

Conforme Bazzo (1998), embora não possamos negar as contribuições científico-tecnológicas, também não podemos confiar nelas em excesso, sob o risco de nos alienarmos e esquecer que a ciência e a tecnologia incorporam questões sociais, éticas e políticas. Diante das questões abordadas, a escola tem de incorporar esses novos valores da revolução tecnológica, reconhecer suas potencialidades e engajar-se na luta pela transformação social, promovendo formação para a ciência e a tecnologia, para a vida e o processo produtivo, para a cidadania crítica, participativa e ética.

Nesse contexto, a perspectiva CTS apresenta-se como uma alternativa para a educação científica capaz de promover ciência e tecnologia, desenvolvendo no educando não só a capacidade de tomar decisões, mas também a compreensão sobre a natureza da ciência, da tecnologia e do papel que elas desempenham na sociedade. Enquanto a educação tradicional enfatiza os conteúdos específicos, a trans-

missão e a memorização de conceitos, leis, fórmulas e fatos das ciências, a educação CTS prioriza os temas sociais, promovendo a participação ativa dos educandos e de sua realidade sociocultural, abordando diferentes temáticas multidisciplinares em suas mais variadas dimensões para uma formação crítica e cidadã (VON LINSINGEN, 2007). Gil-Pérez e Vilches (2011, p. 28) destacam:

A recuperação dos aspectos históricos e de relações ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA), sem deixar de lado os problemas que protagonizam um papel central no questionar de dogmatismos e na defesa da liberdade de investigação e pensamento, pode contribuir para devolver à aprendizagem das ciências a vitalidade e relevância do próprio desenvolvimento científico.

Não é novidade que não se tem conseguido vitalizar a educação científica. É nesse sentido que os aspectos históricos de relação da CTS podem contribuir para a formação dos educandos em prol de uma sociedade mais justa e sustentável. Nesses termos, a abordagem CTS permite o rompimento de uma ciência neutra e contribui para melhorar a criticidade e “[...] possíveis soluções de problemas sociais, econômicos, ambientais, permitindo maior contribuição social das interações entre ciência, tecnologia e sociedade” (FERREIRA, 2012, p. 8).

A abordagem CTS tem obtido considerável aceitação e reconhecimento no cenário brasileiro, havendo ampliado as discussões e preocupações emergentes das questões ambientais. Acrescentamos a existência de coadunações e divergências sobre as acepções teóricas das nomenclaturas ao discutirem a inclusão de “A” às questões ambientais, ainda que a relação CTS/CTSA não seja abordada neste texto. Trabalhos recentes apontam que um

prospecto curricular no contexto CTS requer uma organização bem-estruturada, utilizando-se de mecanismos coerentes que possam promover um ensino que resulte em uma aprendizagem crítica e reflexiva por parte dos educandos no trinômio ciência-tecnologia-sociedade.

No contexto internacional, von Linsingen (2007), citado por Ferreira (2012), descreve que a abordagem CTS norte-americana tem sido mais pragmática e assentada na preocupação com as consequências socioambientais da ciência e da tecnologia. A vertente CTS europeia, por sua vez, está centrada na pesquisa acadêmica, tendo como base as ciências sociais – sociologia, psicologia e antropologia. Ela enfatiza essas dimensões precedentes ao desenvolvimento científico e tecnológico (BAZZO, 2009; GARCIA, 1996 apud FERREIRA, 2012).

Outros pesquisadores (ACEVEDO DÍAZ, 1995, 1996; AIKENHEAD, 1994; CACHAPUZ et al., 2008, 2011; RUBBA; WIESENMEYER, 1988; VILCHES, 1993; VON LINSINGEN, 2007; ZIMMERMANN; MAMEDE, 2005) também conferem grandes contribuições ao movimento CTS no contexto internacional. A perspectiva CTS, particularmente na educação em ciências, não implica secundarizar outras dimensões igualmente importantes, que devem estar incluídas no processo formativo dos educandos, tais como a questão dos conteúdos específicos, a formação científica, a formação de habilidades e diversos outros requisitos necessários à vida tanto individual quanto social.

### AS TECNOLOGIAS DIGITAIS COMPUTADORIZADAS NA PERSPECTIVA DA CTS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

No século XXI, o desafio escolar da educação em ciências é educar propiciando aos estudantes “[...] o desenvolvimento humano, cultural, científico e tecnoló-

gico de modo que adquiram condições para enfrentar e transformar o mundo contemporâneo” (PERNAMBUCO; ANGOTTI; DELIZOICOV, 2011, p. 12).

Mesmo diante das mudanças propostas no contexto da CTS, temos percebido que a tecnologia não tem sido tão valorizada na educação científica como a ciência e os aspectos sociais. Esse “esquecimento” abre caminho a deformações na visão sobre a tecnologia e gera a manutenção de concepções ingênuas e tradicionais – quanto às tecnologias digitais, é relevante ressaltar que se observa inclusive resistência por parte de alguns educadores quanto à sua utilização e pesquisa no meio acadêmico.

Neste capítulo, defendemos que as TDCs devem ser utilizadas na educação em ciências desde que haja uma reflexão prévia sobre as tecnologias, acrescentando-se a escolha sobre uma teoria do conhecimento atual e o objetivo para a educação em ciências que respondam às questões da atualidade. As TDCs podem ser ferramentas de aproximação/mediação em benefício da perspectiva CTS, enriquecendo as possibilidades de pesquisa e descobertas no âmbito individual, social e ambiental. É tarefa dos pesquisadores da educação e dos atores escolares refletir sobre o uso dessas tecnologias, evitando que se tornem apenas um recurso didático praticamente simbólico (CACHAPUZ; JORGE; PRAIA, 2014).

Um aspecto importante é que a tecnologia não se resume ao contexto das ferramentas/máquinas, ideia simplista que corre o risco de cair em uma tecnocracia. Ela apresenta uma dimensão mais ampla e teórica de ciência e técnica, incluindo os aspectos sociais, econômicos, históricos e políticos, iniciada no movimento da revolução industrial. Entretanto, aqui se discutem as TDCs como ferramentas pedagógicas. Outro aspecto não menos re-

levante ao qual se deve atentar é que as indústrias de *softwares* introduziram produtos de TDCs que propiciavam seu maior interesse, o econômico, o que leva a sociedade e a escola a consumir tecnologias de computador que se adaptam à transmissão e aos métodos tradicionais de aprendizagem (PAPERT, 1996).

Seymour Papert é um teórico precursor, que percebeu o computador como uma ferramenta educacional, e não apenas instrucional, sendo capaz de mediar a construção do conhecimento e de oportunizar ao sujeito aprender com ações reflexivas (CAMPOS, 2008). A concepção de Papert sobre o computador na educação desloca as TDCs da concepção de mera ferramenta de instrução e transmissão para uma potencial ferramenta de construção educacional, que permite ao estudante entrar em atividade, refletir sobre a própria aprendizagem, envolver-se em atividades de resolução de problemas tanto de nível conceitual quanto geradores ou transversais (vivência cotidiana do estudante, questões sociais, ambientais, tecnológicas e educacionais), valorizar a reflexão, a motivação e o erro, entre outras situações. Nessa perspectiva, as TDCs podem ser utilizadas em diversas situações de ensino-aprendizagem que superam o ensino transmissivo, a instrução e a aprendizagem memorística ou mecânica. Assim, cabe ao professor articular a teoria eleita à correta utilização das ferramentas (COSTA; FRANCO, 2005).

Embora a ideia de ferramenta de construção proposta por Papert (1996) fundamente-se no construtivismo psicogenético, a utilização das TDCs como instrumentos pedagógicos para a educação em ciências não se resume à teoria construtivista piagetiana, podendo ser utilizadas efetivamente na perspectiva de outras teorias da aprendizagem, como a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel ou a teo-

ria sociointeracionista de Vygotsky, ou ainda outra que atribua significado aos conhecimentos científicos na construção do ser humano, da cultura, da ciência, da tecnologia e do meio ambiente no movimento CTS, enfrentando e transformando o mundo contemporâneo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cresce o uso das TDCs como ferramentas pedagógicas na educação em ciências, mesmo que a educação seja a área em que possivelmente ocorram maiores resistências, tênues reflexões e considerável despreparo dos atores escolares quanto à sua utilização, sendo necessárias reflexões e pesquisas sobre os desafios que as tecnologias impõem à educação em ciências no século XXI, como a própria relação entre ciência e tecnologia. No caso particular das TDCs, o uso de computadores, simuladores, internet, *softwares* educacionais, programas, aplicativos e utilitários, entre outros, exige reflexões prementes sobre as tecnologias e a educação científica para o século XXI.

É uma prioridade aprofundar tal discussão, já que vivemos em uma sociedade repleta de tecnologias que exigem cada vez mais habilidades das pessoas para lidar com elas. Defendemos que as tecnologias digitais na educação em ciências devem convergir com os objetivos da educação científica para a formação cidadã dos estudantes. As reflexões sobre o uso na educação científica não devem ocorrer em ações educativas isoladas, mas, sim, nas salas de aula pelos docentes em conjunto com os alunos, nos encontros pedagógicos e grupos de estudos, promovendo o desenvolvimento de projetos e pesquisas educacionais que envolvem gestores, professores, técnicos, estudantes e comunidade escolar.

O objetivo deste capítulo não é aconselhar sobre que tecnologias digitais utilizar, tampouco como utilizá-las, mas apontar que reflexões os professores de ciências devem fazer para iniciar uma promoção adequada desses recursos no contexto escolar atual. Acrescentando-lhes o conhecimento dos aspectos socioculturais dos estudantes, o professor terá autonomia para refletir sobre como as tecnologias contribuirão adequadamente para a educação científica e a formação dos estudantes neste século. Em resposta às inquietações aqui levantadas, discutimos brevemente sobre a teoria da aprendizagem significativa como teoria do conhecimento e a educação CTS como uma perspectiva para a educação científica no contexto brasileiro.

## REFERÊNCIAS

- ACEVEDO DÍAZ, J. A. Educación tecnológica desde una perspectiva CTS: una breve revisión del tema. *Alambique*, n. 3, p. 75-84, 1995.
- ACEVEDO DÍAZ, J. A. *Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS*. 1996. Disponível em: <<http://www.oei.es/salactsi/acevedo2.htm>>. Acesso em: 24 abr. 2015.
- AIKENHEAD, G. S. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. *STS education: international perspectives on reform*. New York: Teachers College Press, 1994.
- ANGOTTI, J. A. P.; AUTH, M. A. Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 1, p. 15-27, 2001.
- AYDENIZ, M.; HODGE, L. L. Is it dichotomy or tension: I am a scientist. No, wait! I am a teacher! *Cultural Studies of Science Education*, v. 6, n. 1, p. 165-179, 2010.
- BAZZO, W. A. *Ciência, tecnologia e sociedade: o contexto da educação tecnológica*. Florianópolis: Editora da UFSC, 1998.
- BAZZO, W. A. *Ciência, tecnologia e sociedade: o contexto da educação tecnológica*. Florianópolis: Editora da UFSC, 2009.

- BOURDIEU, P. A escola conservadora: as desigualdades frente à escola e a cultura. In: NOGUEIRA, M. A.; CATANI, M. (Org.). *Escritos de educação*. Petrópolis: Vozes, 2012.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Instituto Nacional de Câncer (INCA). *Amianto*. 2014. Disponível em: <[http://www1.inca.gov.br/conteudo\\_view.asp?ID=15](http://www1.inca.gov.br/conteudo_view.asp?ID=15)>. Acesso em: 23 abr. 2015.
- CACHAPUZ, A. et al. Do estado da arte da pesquisa em educação em ciências: linhas de pesquisa e o caso “ciência-tecnologia-sociedade”. *Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 1, n. 1, p. 27-49, mar. 2008.
- CACHAPUZ, A. et al. *A necessária renovação do ensino de ciências*. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- CACHAPUZ, A.; JORGE, M.; PRAIA, J. Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. *Ciência e Educação*, v. 10, n. 3, p. 363-381, 2004. Disponível em: <[www.scielo.br/pdf/ciedu/v10n3/05.pdf](http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v10n3/05.pdf)>. Acesso em: 23 abr. 2015.
- CAMPOS, F. R. *Diálogo entre Paulo Freire e Seymour Papert: prática educativa e as tecnologias digitais de informação e comunicação*. 2008. 182 f. (Doutorado em Letras) – Faculdade de Educação, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2008.
- CARVALHO, J. M. *Cidadania no Brasil: o longo caminho*. 15. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2012.
- CHASSOT, A. *A ciência através dos tempos*. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2010.
- COSTA, L. A. C. da; FRANCO, S. R. K. *Ambientes virtuais de aprendizagem e suas possibilidades construtivistas*. 2005. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/nucleoad/documentos/costaAmbientes.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2015.
- FERREIRA, D. P. *As contribuições de temas socioambientais para a aprendizagem de matemática, sob os enfoques CTS, educação matemática crítica e educação ambiental*. 2012. 91 f. (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Educação) – Centro Federal de Educação Científica e Tecnológica do Rio de Janeiro (CEFET/RJ), Rio de Janeiro, 2012.
- GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. A importância da educação científica na sociedade atual. In: CACHAPUZ, A. et al. *A necessária renovação do ensino de ciências*. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- GIL-PÉREZ, D. et al. Superação das visões deformadas da ciência e da tecnologia: um requisito essencial para a renovação da educação científica. In: CACHAPUZ, A. et al. *A necessária renovação do ensino de ciências*. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- KRASILCHIK, M. *O professor e o currículo das ciências*. São Paulo: EPU/EDUSP, 1987.
- LIBÂNEO, J. C.; OLIVEIRA, J. F. de; TOSCHI, M. S. *Educação escolar: políticas, estrutura e organização*. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- MACÊDO, F. C. S.; SILVA, M. F. V.; CAVÁLCANTI, A. S. Estudo sobre a educação em ciências nas pesquisas dos professores formadores de professores de ciências do IFMA/Timon. *Latin American Journal of Science Education*, v. 1, 2013.
- MENDES, R. Asbesto (amianto) e doença: revisão do conhecimento científico e fundamentação para uma urgente mudança da atual política brasileira sobre a questão. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 17, n. 1, p. 7-29, 2001.
- MOREIRA, M. A. *O que é afinal aprendizagem significativa?* [S. l. s. n.], 2012. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueeafinal.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2015.
- MORIN, E. (Org.). *Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2004.
- OLIVEIRA, I. I. de.; RESENDE, F. Discurso de estudantes e *habitus* pedagógico em cursos de graduação em ciências naturais. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 11, n. 3, p. 55-73, 2011.
- PAPERT, S. *The connected family: bridging the digital generation gap*. Atlanta: Longstreet Press, 1996.
- PERNAMBUCO, M. M.; ANGOTTI, J. A. P.; DELIZOICOV, D. *Ensino de ciências: fundamentos e métodos*. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- RAMOS, P.; STRUCHINER, M. Concepções de educação em pesquisas sobre materiais informatizados para o ensino de ciências e de saúde. *Ciência & Educação*, v. 15, n. 3, p. 659-679, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v15n3/13.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2015.
- RUBBA, P. A.; WIESENMEYER, R. L. Goals and competencies for precollege STS education: recommendations based upon recent literature in environmental education. *Journal of Environmental Education*, v. 19, n. 4, p. 38-44, 1988.
- SANTOS, W. L. P. dos; SCHNETZLER, R. P. *Educação em química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: Editora Unijuí, 2000.
- SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 1-18, 2001.
- VILCHES, A. *Las interacciones CTS y la enseñanza de las ciencias físico-químicas*. Valência, Espanha: Universidad de Valencia, 1993.
- VON LINSINGEN, I. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. *Ciência & Ensino*, n. 1, esp., 2007.
- WÜNSCH FILHO, V.; NEVES, H.; MONCAU, J. E. Amianto no Brasil: conflitos científicos e econômicos. *Revista da Associação Médica Brasileira*, v. 47, n. 3, jul./set., 2001. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010442302001000300040](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010442302001000300040)>. Acesso em: 24 abr. 2015.
- ZIMMERMANN, E.; MAMEDE, M. A. Novas direções para o letramento científico: pensando o Museu de Ciência e Tecnologia da Universidade de Brasília. IN: REUNIÓN BIANUAL DE LA RED-POP 9, 2005. *Anais...* Rio de Janeiro, 2005.
- Leituras sugeridas**
- AULER, D. Alfabetização científico-tecnológica: um novo “paradigma”? *Ensaio e Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 5, n. 1, p. 1-16, 2003. Disponível em: <<http://www.furb.br/web/upl/editais/201409091844070.Alfabetizacao%20cientifico-tecnologica%20-%20um%20novo%20paradigma.PDF>>. Acesso em: 23 abr. 2015.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Ciência-tecnologia-sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 5, n. 2, p. 337-355, 2006.
- MORTIMER, E. F.; SANTOS, W. L. P. *Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (ciência-tecnologia-sociedade) no contexto da educação brasileira. Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, n. 2, p. 1-16, dez. 2002. Disponível em: <<http://portalsme.prefeitura.sp.gov.br/Projetos/nucleo/Documentos/Santos,%20W.%20L.%20P,%202002.PDF>>. Acesso em: 23 abr. 2015.
- SANTOS, M. E. V. M. Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS: rumo a novas dimensões epistemológicas. *Revista CTS*, p. 137-157, 2005.
- SANTOS, W. L. P. dos. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, v. 1, esp., nov. 2007. Disponível em: <<http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/viewFile/149/120>>. Acesso em: 23 abr. 2015.
- VIEIRA, R. M.; MARTINS, I. P. Práticas de professores do ensino básico orientadas numa perspectiva CTS-PC. *Revista CTS*, p. 79-86, 2009.



---

E24 Educação em ciências e matemáticas: debates contemporâneos sobre ensino e formação de professores / Organizadores, Terezinha Valim Oliver Gonçalves, Francisco Cristiano da Silva Macêdo, Fábio Lustosa Souza. – Porto Alegre : Penso, 2015.  
255 p. il. ; 25 cm.

ISBN 978-85-8429-058-1

1. Educação – Ciências. 2. Educação – Matemática. I. Gonçalves, Terezinha Valim Oliver. II. Macêdo, Francisco Cristiano da Silva. III. Souza, Fábio Lustosa.

CDU 37:5

---

Catálogo na publicação: Poliana Sanchez de Araujo – CRB 10/2094