

# Tecnologias digitais computadorizadas contribuem com o ensino de Física?



Francisco Cristiano da Silva Macêdo<sup>1</sup>, Josefina Barrera Kalhil<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA)  
Campus Timon, Avenida Luís Firmino de Sousa No.3907, Mutirão, CEP.65.  
635-468, Timon, Maranhão, Brasil.

<sup>2</sup>Departamento de Ciências, Universidade Estadual do Amazonas, Av.  
Djalma Batista No.2470, chapada, CEP 69050-010, Manaus-Amazonas, Brasil.

E-mail: fcdsmacedo@gmail.com

(Received 12 December 2014, accepted 25 February 2015)

## Resumo

Neste artigo o objetivo é discutir a utilização das tecnologias digitais computadorizadas como ferramenta pedagógica no ensino e aprendizagem da Física. Para isto, partimos de dois princípios: do rompimento da sua utilização assentada nos métodos tradicionais e da promoção do ensino e a aprendizagem para a formação cidadã e crítica dos estudantes. Elas são capazes de mediar a construção do conhecimento e despertar o interesse para resolução de problemas, sobretudo é sábio utilizar as TDC como instrumento capaz de colocar o educando em atividade e estimulá-lo a aprender significativamente os conteúdos científicos e relaciona-los com suas vivências. Se elas são capazes de auxiliar a superação dos paradigmas tradicionais de ensino e aprendizagem, enriquecem as possibilidades de descobertas, estímulos, pesquisas e o relacionamento entre a ciência, tecnologias, sociedade e meio ambiente.

**Palavras chave:** Tecnologias digitais computadorizadas, Educação em Ciências, Ensino e aprendizagem de Ciências.

## Abstract

In this article the goal is awareness on the use of digital computer technology as a pedagogical tool in teaching and learning science. For this, we start from two principles: the breakup of their use in setting and promoting traditional methods of teaching and learning to civic education and critical students. They are capable of mediating the construction of knowledge and arouse interest for problem solving, is particularly wise use TDC as an instrument to put the learner in an activity and encourage him to learn significantly scientific content, and relate them to their experiences. If they are able to assist in overcoming the traditional paradigms of teaching and learning, enrich the possibilities of discovery, stimulation, research and the relationship between science, technology, society and environment.

**Keywords:** Digital Computer Technologies, Science Education, Teaching and learning of Science.

PACS: 01.40. E-, 01.40. gb, 01.40.J-, 01.50.H, 01.50.ht, 01.75.M

ISSN 1870-9095

## I. INTRODUÇÃO

Este artigo é uma revisão fruto de preocupações que a nosso ver todo professor de Física deve tê-la ao optar pelo uso das tecnologias digitais computadorizadas<sup>1</sup> (TDC) no processo de ensino e aprendizagem. Estas tecnologias têm sido cada vez mais utilizadas no ambiente escolar como

ferramentas pedagógicas para melhoria do processo de ensino e aprendizagem. No entanto, na maioria das vezes em desacordo ou inexistência de uma teoria da aprendizagem que não esteja centrado no processo cognitivo da memória, mas no pensamento, na reflexão, na cognição, na inteligência, que dê significado aos conteúdos na estrutura cognitiva do educando. Como também em desacordo com os objetivos da educação científica.

Neste trabalho discutimos estes dois aspectos que consideramos relevantes e indubitavelmente necessários para o êxito da utilização das TDC na educação em ciências, particularmente na Física.

<sup>1</sup>As tecnologias digitais computadorizadas (TDC) referidas neste trabalho são os dispositivos computadorizados que sozinho ou em conjunto são capazes de processar, armazenar e transmitir informações digitais. São os computadores, a internet, aparelhos celulares, tablets, impressoras, dentre outros.

## II. O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE FÍSICA COM AS TECNOLOGIAS DIGITAIS COMPUTADORIZADAS

Antes de optar/adequar as tecnologias digitais computadorizadas às práticas pedagógicas, na perspectiva de inovar ou não, o professor de Física deve refletir sobre duas questões primeiras: para que ensinar ciências aos educandos? Como eu concebo que o educando aprende?

Após elucidar estas questões o educador poderá pensar como as TDC podem adequadamente auxiliar as práticas pedagógicas. A utilização destes recursos tecnológicos não representam nenhuma inovação nos métodos de ensino e aprendizagem ou novas práticas pedagógicas apenas pela sua utilização como recursos instrucionais em práticas tradicionais como muitos educadores acreditam e, nas palavras de Ramos e Struchiner [1], não é o material que determina as práticas pedagógicas, mas a forma como ele é utilizado em determinado contexto, podendo ser um elemento de inovação pedagógica ou apenas uma nova roupagem a velhas práticas.

Um aspecto que possivelmente possa estar contribuindo para que os professores de Física utilizem as TDC sem reflexões encontra-se na formação dos professores de ciências. De acordo com Oliveira & Resende [2], existe uma tradição histórica para formar cientistas na formação inicial de professores e esses valores são repassados e perpetuados ao longo dos anos. Esta tradição de acordo com Aydeniz e Hodge [3], resultou numa cultura universitária em que os professores universitários se utilizam de práticas rígidas de ensino e aprendizagem 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 deste grupo cultural, sendo bem sucedidos na investitura de se tornarem cientistas/especialistas.

A tradição universitária apontada pelos autores nos mostra que os cursos de formação de professores de ciências das universidades conservam métodos de ensino e aprendizagem da educação tradicional e positivista na perspectiva da formação de bacharéis.

Para Boudieu [4], a universidade é conservadora porque os educadores inclinam-se a cultura aristocrática, e devem o sucesso universitário social às classes privilegiadas. No Brasil frequentar a universidade ainda é privilégio de poucos, historicamente em aproximados dois terços do século XX apenas pelos filhos das elites dominantes e estes não se formavam professores.

Desta forma, com o advento dos cursos de licenciatura nas áreas de ciências, os professores formadores continuaram a ensinar os futuros professores numa cultura bacharelesca, desconsiderando as discussões e pesquisas sobre as teorias da educação, acabando por conservar práticas atualmente consideradas obsoletas e estáticas numa sociedade demasiadamente dinâmica.

Num recente trabalho apresentado na *Latin American Science Education Research Association* (LASERA) ocorrida em outubro de 2013 no Brasil, Cavalcanti, Macêdo e Silva [5], apontaram - numa pesquisa realizada numa

instituição pública de nível superior - que nos cursos de licenciatura os resultados das pesquisas em/sobre ensino de Ciências não chegam aos estudantes, que os professores formadores não tratam dessas pesquisas em meio à formação cultural sobre ensino de ciências no espaço acadêmico. Tal tendência acaba pela conservação de práticas escolares repassadas aos futuros professores de Ciências. Acrescente-se que no Brasil há uma considerada produção acadêmica na área de educação em ciências na atualidade.

Pesquisas como a de Cavalcanti, Macêdo e Silva [5] necessitam ser realizadas em outras instituições na perspectiva de promover discussões sobre a relevância da educação em ciências na formação inicial e continuada do professor em ciências, em especial de Física.

De forma geral, sem reflexões críticas a respeito do porque e para que ensinar física na atualidade, sem reflexões sobre as teorias do conhecimento, métodos de ensino e aprendizagem, as TDC em nada contribuirão para o ensino, para a aprendizagem e formação dos educandos, mas apenas materiais de conservação de práticas tradicionais.

### II. A Para que ensinar ciências aos educandos?

Segundo Cachapuz, Jorge e Praia [6], “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”.

No século XX surgiu a relatividade das verdades, novas teorias epistemológicas, o enfoque e relevância da subjetividade, a complexidade, as mudanças da sociedade contemporânea da informação e comunicação e as preocupações com o esgotamento dos recursos naturais, questões estas e outras que não coadunam com a ideia da ciência do início da modernidade, introduzida na educação positivista com as teorias filosóficas e epistemológicas da educação tradicional que ainda se conservam na educação científica dos dias atuais.

É neste contexto que Krasilchik [7], nos aponta que os métodos tradicionais de ensino e aprendizagem iniciaram seu processo de esgotamento nos meados do século XX, ao surgirem discussões sobre a inovação curricular e a forma ver e de ensinar os conteúdos de Ciências.

Gil-Perez, Carvalho, Praia, Fernández, Carrascosa, Cachapuz [8], tem investigado a relevância de ressignificar o ensino e a aprendizagem de ciências de forma que supere a formação de especialistas, em detrimento de uma formação para todos os cidadãos. Uma formação que articule os conhecimentos científicos às tecnologias, a sociedade e ao meio ambiente (CTSA), assim poderá desenvolver ciência reconhecendo o caráter social, engajando os educandos na luta por um mundo melhor e sustentável.

Para os autores acima citados [8], é preciso reconhecer que em qualquer nível educacional, a formação científica não garante a adoção de decisões adequadas para resolução de problemas a serem enfrentados na sociedade. Não

somente os especialistas em determinada área do saber podem contribuir para transformar a sociedade e o ambiente, mas todos os cidadãos. Não se nega a formação de cientistas/especialistas, contudo é necessária uma efetiva formação científica para que todos sejam partícipes das decisões a serem tomadas na sociedade, uma educação em ciência com consciência, de verdades transitórias e que não departamentalize o saber desligando-os da realidade e totalidade [9, 10].

Dentre os conhecimentos científicos que são estudados na Física estão - a exemplo - a mecânica que estuda o movimento dos corpos considerando e não suas causas, o equilíbrio. Na terminologia, estuda-se a temperatura, o calor, os isolantes térmicos. Na eletricidade, corpos condutores e isolantes elétricos, resistências elétricas, efeito Joule, dentre muitos outros conteúdos.

Entretanto, é necessária consciência cidadã para intervir nos fenômenos sociais, e para contextualizar com os conteúdos científicos supracitados utilizamos o caso da indústria do amianto, em que num primeiro momento da história, especialistas apontaram-no como um material de grande potencial para fabricação de telhados, caixas d'água, estruturas de paredes dentre outros.

O amianto foi reconhecido por possuir "grande resistência mecânica e a altas temperaturas, ao ataque ácido, ataque alcalino e de bactérias. É incombustível, durável, flexível, resistente, sedoso, facilmente tecido e tem boa qualidade isolante". [11].

Em pouco tempo a indústria do amianto cresceu assustadoramente nos países ricos e emergentes. Passados alguns anos surgiram casos de doenças e mortes relacionadas ao amianto, o que gerou uma série de questionamentos com relação aos riscos que o pó do amianto causa a saúde.

Dentre as doenças relacionadas citou-se "o câncer de pulmão, de laringe, do trato digestivo e de ovário, ainda o mesotelioma de pleura, uma forma rara de tumor maligno"[11]. A constatação dos riscos à saúde levou a luta de alguns países à proibição da fabricação do amianto, tendo êxito em 52 nações, contudo o poder das indústrias capitalistas e a ausência de medidas dos governamentais e consciência dos cidadãos dos riscos, lutas sociais, o amianto ainda é fabricado e comercializado em muitos países, na grande maioria os emergentes e dentre eles o Brasil [11, 12,13].

Situações como esta nos mostra que os conhecimentos da Física foram relevantes para a fantástica descoberta dos benefícios do amianto pelos especialistas, no entanto, a ausência da relação dos conteúdos científicos com as questões sociais, da vivência no mundo, torna a formação científica para a maioria da população insuficiente para que estes compreendam os riscos que o amianto causa a saúde e envolvam-se na luta para não aquisição de produtos, pressionar autoridades, governos e indústrias para a sua erradicação ou uso controlado nos países emergentes.

Assim sendo, é explícita a necessidade de uma formação científica voltada a cidadania.

Pesquisas como de Gil-Pérez e Vilches [14], abordam sobre a temática e 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 do armazenamento dos resíduos radioativos, dos gases destruidores da camada de ozônio como o clorofluorcarboneto (CFC), do efeito estufa, do aquecimento global, dentre outros.

Acrescente-se a estes os impactos sociais ocasionados pela revolução tecnológica do século XX, como a substituição da mão de obra humana pelas máquinas ampliando o desemprego, a violência, a pobreza dentre outras sequelas sociais.

## **II. B Como se concebe que o educando aprende?**

Na escola o ensino de ciências e particularmente da Física, necessita de teorias e práticas que 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 em que o professor apresenta aos educandos os conceitos mais gerais e o que já se conhece sobre ele, o estudante memoriza pontualmente um fato, lei, lugar, fórmula, endereço ou fenômeno envolvido, uma aprendizagem mecanizada que logo se apagará da memória num curto período de tempo.

Entretanto, para uma aprendizagem mais duradoura que seja capaz de proporcionar ao aprendente o saber elucidar problemas complexos em diversas situações problema é necessário que o educando consiga ancorar o conhecimento novo a ser aprendido a alguma construção anterior presente em suas estruturas mentais e, ao assemelhar o conhecimento âncora/prévio ao novo estará dando ao novo conhecimento um significado e assemelhando-o a ele.

Neste constructo se dará a aprendizagem significativa [15]. Nesta senda, é relevante que educadores reflitam sobre as teorias de aprendizagem e da formação escolar para tratar das TDC no ensino e na aprendizagem porque a utilização destas tecnologias na educação em ciências sem reflexão de: como o sujeito aprende, para que, e como ensinar e aprender os conhecimentos científicos, na atualidade não trarão - estas potenciais tecnologias somente pela sua utilização - nenhuma contribuição, nem inovação.

Elas serão apenas um instrumento que propicia a aprendizagem mecânica, a memorização e a transmissão de informações que dificilmente permitem aos estudantes criarem seus próprios conceitos, relacionar os conteúdos científicos as vivências e resolver problemas de natureza complexa.

Assim sendo, a utilização das TDC no ensino de ciências deve estar calçada numa teoria filosófica, epistemológica e pedagógica, alinhadas que superem o ensino transmissivo e a aprendizagem memorística e os recursos utilizados devem auxiliar na formação dos sujeitos objetivando a criticidade, o respeito à vida, a sociedade e ao meio ambiente. Acrescentamos que têm sido tímidas as quantidades de pesquisas com as TDC no contexto latino-americano o que necessita de ampliação de investigações.

### III. A RELAÇÃO CTS/CTSA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

São oportunas as discussões entre Ciência-Tecnologia-Sociedade CTS/CTSA na educação em ciências em detrimento dos direcionamentos e impactos sociais e ambientais ocasionados pela revolução tecnológica, como também pela crise da educação científica na atual sociedade. As primeiras discussões sobre CTS surgem nos meados de 1970 ampliando-se na medida em que os avanços da ciência e da tecnologia provocavam mudanças na sociedade. Ocorreram também neste período modificações na visão sobre a natureza da ciência e do seu papel social [16].

O desenvolvimento científico e tecnológico a partir de então interferiu consideravelmente na sociedade e no ambiente trazendo benefícios e malefícios a curto, médio ou longo prazo para ambas.

Para Angotti e Auth [17],

*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 [17].*

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 que segundo Libâneo, Oliveira e Toschi [18], esta revolução tem seus pilares na tríade: energia termonuclear, microbiologia e microeletrônica. Dentre elas a mais facilmente percebida é a microeletrônica por suas manifestações no cotidiano, o que provocou alterações nas necessidades, hábitos, costumes, na formação de habilidades - em destaque as habilidades cognitivas. Para este pilar a vedete é o computador que possui potencialidades infindáveis que tornam as pessoas fascinadas ou pressionadas a utilizá-las, de modo que já se estabeleceu uma cultura digital.

A revolução da microeletrônica trouxe reflexos econômicos, sociais e culturais consideráveis, pela depreciação e substituição do trabalho humano pela máquina, em destaque na agricultura, na indústria e no comércio, ampliando a exclusão, a miséria, o desemprego, a banalização da violência, a prostituição o suicídio, dentre outras anomalias [18].

Para Bazzo [19], não podemos negar e nem confiar em excesso nas contribuições científico-tecnológicas, sob o risco de nos alienarmos e esquecer de que a ciência e a tecnologia incorporam questões sociais, éticas e políticas

Diante das questões abordadas a escola necessita incorporar estes novos valores da revolução tecnológica, perceber suas potencialidades e engajar-se na luta para a transformação social promovendo ciência e tecnologia, formação para a vida e para o processo produtivo, para a cidadania crítica, participativa e ética. [18].

Diante deste quadro a perspectiva CTS nos parece uma alternativa para a educação científica, capaz de promover ciência e tecnologia, sobretudo desenvolver no educando a capacidade de tomar de decisões, bem como a compreensão sobre a natureza da ciência e do papel que esta desempenha na sociedade.

Para Linsingen [20], a perspectiva CTS envolve temas sociais e promove a participação ativa dos educandos e educadores, suas vivências socioculturais em várias dimensões em detrimento de uma formação crítica e cidadã.

De acordo com Gil- Perez e Vilches [14],

*A recuperação dos aspectos históricos e de relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), sem deixar de lado os problemas que protagonizam uma 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 [14].*

Não é novidade que não se tem conseguido vitalizar a educação científica. É neste sentido que os aspectos históricos de relação da CTSA podem contribuir com a formação dos educandos como apontam os autores supracitados [14] em prol de uma sociedade mais justa e sustentável. Nestes 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” [21].

A abordagem CTS tem ganhado considerada aceitação e reconhecimento no cenário brasileiro havendo ampliado às discussões e preocupações emergentes das questões ambientais, acrescentamos a existência de coadunações e divergências sobre as acepções teóricas das nomenclaturas ao discutirem a inserção das questões ambientais, a relação CTS/CTSA que não abordaremos neste texto.

Trabalhos recentes apontam que um prospecto curricular no contexto CTS/CTSA, precisa de uma organização bem estruturada devendo se utilizar de mecanismos coerentes que possam promover um ensino que resulte numa aprendizagem crítica e reflexiva por parte dos educandos no trinômio ou polinômio ciência-tecnologia-sociedade e ambiente.

No contexto internacional, de acordo com Linsingen [20] *apud* Ferreira [21], a abordagem CTS norte americana tem sido mais pragmática e está preocupada com as consequências sociais e ambientais da ciência e tecnologia na sociedade. Já na Europa está centrada na pesquisa acadêmica, tendo como base as ciências sociais – sociologia, psicologia e antropologia. Ela dá ênfase a estas dimensões precedente ao desenvolvimento científico e tecnológico [21, 19].

Outros pesquisadores, como: Aikenhead [22], Rubba & Wiesenmayer [23], Zimmermann e Mamede [24], Acevedo [25, 26], Vilches [27], Linsingen [20], Cachapuz [28, 6], Auler e Delizoicov [29] também conferem grandes contribuições para o movimento CTS no contexto internacional.

A perspectiva CTS particularmente na educação em

ciências não implica desvalorizar outras dimensões igualmente importantes, e 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 individual e social.

#### **IV. AS TDC NA PERSPECTIVA DA CTS/CTSA PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DAS CIÊNCIAS**

No século XXI o desafio escolar da educação em ciências é educar propiciando aos estudantes “o desenvolvimento humano, cultural, científico e tecnológico de modo que adquiram condições para enfrentar e transformar o mundo contemporâneo” [30].

Neste contexto, este trabalho defende que as TDC devem ser utilizadas na educação em ciências tendo previamente havido uma reflexão e escolha sobre uma teoria do conhecimento e um objetivo para a educação em ciências que respondam as questões da atualidade.

As TDC podem ser ferramentas de aproximação/mediação em benefício da perspectiva CTS/CTSA enriquecendo as possibilidades de pesquisa, descobertas e estímulos respondendo ao individual, ao social e ao ambiental. É tarefa da educação e da escola refletir sobre o uso dessas tecnologias evitando que seja apenas um recurso didático praticamente simbólico [31].

Um aspecto importante é que tecnologia não está resumida ao contexto das ferramentas/máquinas, ideia simplista sob o risco de cair numa tecnocracia, ela possui uma dimensão mais ampla e teórica de ciência, técnica, aspectos sociais, econômicos e políticos, iniciada no movimento da revolução industrial. Entretanto, neste trabalho se discute as TDC como ferramentas pedagógicas.

Outro aspecto não menos relevante que se deve atentar é que as indústrias de *softwares* introduziram e introduzem nas sociedades, produtos de TDC que propiciavam seu maior interesse, o econômico, o que levou as pessoas e a escola a consumirem tecnologias de computador que se adequaram a transmissão e aos métodos tradicionais de aprendizagem [32].

Seymour Papert é o teórico prógono a perceber o computador como uma ferramenta educacional, para ele o computador não é uma simples ferramenta instrucional, ela é capaz de mediar à construção do conhecimento oportunizando o sujeito a aprender fazendo com ações reflexivas do fazer do pensamento [33].

A concepção de Papert [32] sobre o computador na educação desloca as TDC da concepção de uma mera ferramenta de instrução e transmissão para uma potencial ferramenta educacional de construção que proporciona ao estudante entrar em atividade e permitindo-o refletir sobre sua própria aprendizagem, a envolver-se em atividades de resolução de problemas não apenas de nível conceitual, mas temas geradores/transversais - da vivência cotidiana do estudante, questões sociais, ambientais, tecnológicas e educacionais – a valorizar a reflexão, a motivação, o erro, dentre outras situações.

Nesta perspectiva as TDC podem ser utilizadas em diversas situações de ensino e de aprendizagem que superam o ensino transmissivo, a instrução e a aprendizagem memorística/mecânica. Nesta senda, cabe ao professor articular a teoria eleita à correta utilização da (s) ferramenta(s) [34].

Embora a ideia de ferramenta de construção de Papert tenha base no construtivismo psicogenético, a utilização das TDC como instrumentos pedagógicos para a educação em ciências não se resume a teoria construtivista na perspectiva Piagetiana, podendo ser utilizadas efetivamente na perspectiva de outras teorias da aprendizagem como a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel ou a teoria sociointeracionista de Vygotsky ou outra que dê significado aos conhecimentos científicos na construção de um ser humano que valorize a cultura, a ciência, a tecnologia e o ambiente que enfrente os desafios do mundo contemporâneo transformando-o num lugar melhor.

#### **V. CONSIDERAÇÕES EMERGENTES**

O uso das TDC como ferramentas pedagógicas no ensino e aprendizagem da Física cresce mesmo a educação sendo a área que possivelmente ocorra: maiores resistências, tênues reflexões e considerado despreparo dos atores escolares quanto à sua utilização. Não defendemos a escola como reprodutora da sociedade, mas para transformar esta última, é necessário a escola refletir e pesquisar sobre os desafios que lhe são impostos.

A utilização das TDC como recurso pedagógico é um desafio para a educação em ciências. A utilização de simuladores, *internet*, *softwares* educacionais, programação, aplicativos, utilitários dentre outros necessitam de reflexões prementes sobre o papel da educação científica no século XXI e sobre a (s) teoria (s) da aprendizagem que sustenta (m) as práticas educativas.

Refletir sobre estas questões é uma prioridade numa sociedade complexa repleta de tecnologias que exige cada vez mais habilidades das pessoas para lidar com o mundo da informação e comunicação, da exclusão humana pela máquina e dos esgotamentos dos recursos naturais. Estas reflexões não devem ocorrer em ações educativas isoladas nas salas de aulas pelos docentes, mas conjunta, nos encontros pedagógicos, grupos de estudos, desenvolvimento de projetos, pesquisas educacionais envolvendo gestores, professores, técnicos, estudantes e comunidade.

Não nos arriscamos neste trabalho a aconselhar como utilizar as TDC como instrumentos pedagógicos, considerando que apenas aqueles que vivenciam e pesquisam em cada contexto escolar conhecendo seus aspectos sociais e culturais tem autoridade para depor sobre suas experiências com as TDC, mas nos detemos a discutir o que é necessário para que se comece a utilizá-las com consciência, na perspectiva de superar concepções e práticas obsoletas de ensino e aprendizagem e refletir sobre os objetivos da educação científica para este século.

Em respostas às inquietações levantadas neste trabalho, sugerimos em breves linhas a teoria da aprendizagem

significativa como epistemologia e a perspectiva CTS/CTSA como um objetivo da educação científica, contudo, não se fecham nestas concepções.

## REFERÊNCIAS

- [1] Ramos, P. & Struchiner, M., *Concepções de educação em pesquisas sobre materiais informatizados para o Ensino de Ciências e de Saúde*, Revista eletrônica Ciência & Educação **15**, 659-679 (2009). Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v15n3/13.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2014.
- [2] Oliveira, 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 **11**, 55-73 (2011).
- [3] 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* **6**, 165-179 (2010).
- [4] Bourdieu, P., *A escola conservadora: As desigualdades frente à escola e a cultura*, Em: Nogueira, M. A. & Catani, M. (Orgs.), *Escritos de Educação*, (Vozes, Petrópolis, 1996).
- [5] Cavalcanti, A. S., Macêdo, F. C. da S. & Silva, M. de F. V., *Estudo sobre a Educação em Ciências nas pesquisas dos professores formadores de professores de Ciências do IFMA/Timon*, Em: Latin American Science Education Research Association LASERA, Manaus, (2013).
- [6] Cachapuz, A. et al., *A necessária renovação do Ensino de Ciências*, 3ª Ed. (Cortez, São Paulo, 2011).
- [7] Krasilchik, M., *O professor e o currículo das ciências*, (EPU/EDUSP, São Paulo, 1987).
- [8] Gil-Pérez. D. et al., *Superação das visões deformadas da ciência e da tecnologia: um requisito essencial para a renovação da educação científica*, Em: Cachapuz, A. et al., *A necessária renovação do Ensino de Ciências*, 3ª Ed. (Cortez, São Paulo, 2011).
- [9] Chassot, A., *A ciência através dos tempos*, 3ª Ed. (Moderna, São Paulo, 2010).
- [10] Morin, E. (Org.), *Educação e Complexidade: Os sete saberes e outros ensaios*, 2ª Ed. (Cortez, São Paulo, 2004).
- [11] Instituto Nacional de Câncer INCA, *Amianto*, (Ministério da Saúde, Brasil). Disponível em: [http://www1.inca.gov.br/conteudo\\_view.asp?ID=15](http://www1.inca.gov.br/conteudo_view.asp?ID=15). Acesso em: 12 jun. 2014.
- [12] Wunsch Filho V., Neves H. & Moncau J. E., *Amianto no Brasil: conflitos científicos e econômicos*, Revista da Associação Médica Brasileira **47**, 259-261 (2001). Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0104-42302001000300040&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0104-42302001000300040&script=sci_arttext). Acesso em: 28 jun. 2014.
- [13] Mendes R., *Asbesto (amianto) e doença: Revisão do conhecimento científico e fundamentação para uma urgente mudança da atual política brasileira sobre a questão*, Cad. Saúde Pública **17**, 7-29 (2001).
- [14] Gil-Pérez. D., Vilches, A., *A importância da educação científica na sociedade atual*. Em: Cachapuz, A. et al., *A Necessária Renovação do Ensino de Ciências*, 3ª Ed. (Cortez, São Paulo, 2011).
- [15] Moreira, M. A., *O Que é afinal aprendizagem significativa?*, Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueeafinal.pdf>. Acesso em: 27 mai. 2014.
- [16] Santos, W. L. P. & Schnetzler, R. P., *Educação em Química: Compromisso com a cidadania*, (Unijuí, Ijuí, 2000).
- [17] Angotti, J. A. P. & Auth, M. A., *Ciência e Tecnologia: implicações Sociais e o papel da Educação*, Revista Ciência & Educação **1**, 15-27 (2001).
- [18] Libâneo, J. C., Oliveira, J. F. de, & Toschi, M. S., *Educação Escolar: Políticas, estrutura e organização*, 10ª Ed. (Cortez, São Paulo, 2011).
- [19] Bazzo, W. A., *Ciência, Tecnologia e Sociedade: E o contexto da educação tecnológica*, (UFSC, Florianópolis, 1998).
- [20] Linsingen, I. V., *Perspectiva educacional CTS: Aspectos de um campo em consolidação na América Latina*, Revista Ciência & Ensino **1**, número especial (2007).
- [21] Ferreira, D. P. *As contribuições de temas socioambientais para a aprendizagem de Matemática, sob os enfoques CTS, Educação Matemática crítica e Educação Ambiental*, Dissertação de Mestrado, (Centro Federal de Educação Científica e Tecnológica do Rio de Janeiro CEFET/RJ, Rio de Janeiro, 2012).
- [22] Aikenhead, G. S., *What is STS science teaching?*, Em: Solomon, J. & Aikenhead, G, *STS education: International perspectives on reform*, (Teachers College Press, New York, 1994).
- [23] Rubba, P. A. & Wiesenmayer, R. L., *Goals and competencies for precollege STS education: recommendations based upon recent literature in environmental education*, Journal of environmental Education **19**, 38-44 (1988).
- [24] Zimmermann, E. & Mamede, M. A., *Novas direções para o letramento científico: Pensando o Museu de Ciência e Tecnologia da Universidade de Brasília*, IX Reunión de la Red-Pop (2005).
- [25] Acevedo, J. A., *Educación tecnológica desde una perspectiva CTS. Una breve revisión del tema*, Alambique, **3**, 75-84 (1995).
- [26] Acevedo, J. A., *Cambiando la práctica docente en la Enseñanza de las Ciencias a través de CTS*, Borrador **13**, 26-30 (1996). Disponível em: <http://www.oei.es/salactsi/acevedo2.htm>. Acesso em: 8 jul. 2014.
- [27] Vilches, A., *Las interacciones CTS y la enseñanza de las ciencias físico-químicas*, (Universidad de Valencia, Valencia, 1993).
- [28] 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, **1**, 27-49 (2008).
- [29] Auler. D. & Delizoicov, D., *Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências*, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, **5**, 337-355, (2006). Disponível em: [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen5/ART8\\_Vol5\\_N2.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen5/ART8_Vol5_N2.pdf)>. Acesso em: 22 mai. 2014.

- [30] Angotti, J. A. P., Delizoicov, D. & Pernambuco, M. M., *Ensino de Ciências: Fundamentos e métodos*, 4ª Ed. (Cortez, São Paulo, 2011).
- [31] Cachapuz, A., Praia, J. & Jorge, M., *Da Educação em Ciência às Orientações para o Ensino das Ciências: Um repensar epistemológico*, *Ciência & Educação* **10**, 363-381 (2004). Disponível em: [www.scielo.br/pdf/ciedu/v10n3/05](http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v10n3/05). Acesso em: 25 abr. 2014.
- [32] Papert, S., *The Connected Family: Bridging the digital generation gap*, (Longstreet Press, Atlanta, 1996).

*Tecnologias digitais computadorizadas contribuem com o ensino de Física?*

- [33] Campos. F. R., *Diálogo entre Paulo Freire e Seymour Papert: prática educativa e as tecnologias digitais de informação e comunicação*, Tese de Doutorado, (Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2008).
- [34] Costa, L. A. C. da e. & 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: 12 mai. 2014.