
ENSINO DE FÍSICA MEDIADO POR TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO E A LITERACIA CIENTÍFICA⁺⁺¹

Flaminio de Oliveira Rangel
Leonardo Sioufi Fagundes dos Santos
Carlos Eduardo Ribeiro
Departamento de Ciências Exatas e da Terra
Universidade Federal de São Paulo
São Paulo – SP

Resumo

O artigo aborda aspectos teóricos subjacentes ao uso das TDIC no ensino de Física/Ciências em um recorte das práticas de Educação a Distância. Nesse contexto, o artigo aponta que a mediação efetivada por meio de mecanismos inéditos de comunicação e interação humana trazidos pelas TDIC se torna mais ampla e complexa, ao incorporar novas linguagens e novos signos, e demanda conhecimentos, habilidades e competências que vão muito além do escopo da Física/Ciência a ser ensinada. Essa realidade, observada em uma perspectiva CTSA², nos permite estabelecer um enfoque críti-

⁺ Physics Teaching mediated by Digital Technologies of Information and Communication and Science literacy

* Recebido: janeiro de 2012.
Aceito: julho de 2012.

¹ *Literacia científica*: termo introduzido na educação em ciência por Paul Hurd, em 1958; surge com os sinônimos “alfabetização científica”, “compreensão pública da ciência” e “cultura científica”. Em língua portuguesa, é expresso como *alfabetização científica* (KRA-SILHIK; MARANDINO, 2007; SASSERON, 2011), *letramento científico* (SANTOS, 2008; MION *et al.*, 2011) ou *literacia científica* (CARVALHO, 2009).

² CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

co da introdução das TDIC no ensino de Física/Ciências. Sob o prisma de dois conceitos emergentes destas práticas sociais, mediação e letramento, o artigo aponta que o uso das tecnologias digitais, ao introduzir maior complexidade aos processos de ensino e de aprendizagem, pode contribuir para o agravamento das dificuldades do ensino e uma maior dispersão do interesse do aluno.

Palavras-chave: *Mediação. Literacia científica. Tecnologias digitais de informação e comunicação.*

Abstract

The article covers the underlying theoretical aspects of the use of DICT³, of Physics/Science teaching in the Distance Learning practice. In this context, the article shows that the mediation done by these new mechanisms of communication and human interaction, brought on by the DICT, becomes wider and complex upon incorporating new language and codes and demands knowledge, abilities and competencies that go beyond the space of the Physics/Science to be taught. This reality, observed through the perspective of STSE, allows us to establish a critical focus on the introduction of DICT in the Physics/Science teaching. Through the prism of two emerging concepts of this social practice, mediation and literacy, the article shows that the use of digital technology, upon introducing more complexity to the teaching and learning process, can aggravate the difficulties of teaching and contributes to a larger lack of interest in the student.

Keywords: *Mediation. Scientific literacy. Digital information technologies and communication.*

³ DICT – Digital Information and Communications Technology

I. Introdução

Quando as TDIC parecem dispensar o Homem como um caroço, ele ressurge como semente em novos processos de ensino e de aprendizagem. É como se os computadores, investidos da autoridade de um Pilatos moderno, dissessem aos alunos e aos professores: Ecce Homo (LEONARDO S. F. DOS SANTOS).

O presente trabalho representa um esforço de profissionais de diferentes áreas e trajetórias para a construção de um enfoque contextualizado e multidisciplinar do uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) no ensino de Física. Buscamos a combinação de contribuições da educação a distância, da Física teórica, da divulgação científica e da Filosofia trazidas pelos componentes da equipe do curso de Ciências – Licenciatura em Física/Química/Biologia/Matemática da Unifesp.

Propusemos-nos a abordar aspectos teóricos subjacentes ao uso das TDIC no ensino da Física/Ciências a partir de um recorte das práticas sociais de Educação a Distância e de dois conceitos que emergem daí, *mediação e letramento*.

Consideramos, para tanto, no contexto das relações CTSA, o ensino de Física como um fenômeno de múltiplas bases epistemológicas, não se reduzindo, portanto, a uma teoria da didática ou a uma reflexão exclusivamente metodológica e fundamentada epistemologicamente na própria Física. Para Carvalho (2012), as pesquisas sobre o ensino de Física apontam para a existência de duas bases epistemológicas: como o conhecimento em geral é produzido em uma perspectiva socio-interacionista na escola e como o conhecimento científico é produzido.

Nas graduações, ou nas formações continuadas a distância, a exemplo do Pró-Licenciatura⁴ e da UAB⁵, o uso das TDIC no ensino de Física/Ciências é particularmente agudo devido ao forte uso dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem, da *internet* e da linguagem multimodal com diferentes gêneros discursivos (BAKHTIN, 2003) e diferentes ferramentas digitais para construí-los. Nessas situações,

⁴ Pró-Licenciatura: Este programa do Ministério da Educação oferece formação inicial a distância a professores em exercício nos anos/séries finais do Ensino Fundamental ou Ensino Médio dos sistemas públicos de ensino. Criado em 2005, o programa previa a formação de 150 mil professores em um prazo de sete anos.
<http://portal.mec.gov.br/index.php?Itemid=708&id=12349&option=com_content&view=article>.

⁵ UAB: Universidade Aberta do Brasil: <<http://uab.capes.gov.br/>>.

as bases epistemológicas da Física, enquanto ciência, e do conhecimento escolar, enquanto conhecimento socialmente construído, somam-se aos conteúdos escolares e aos signos e parâmetros da linguagem multimodal na composição do universo simbólico da mediação.

Assim, dada a complexidade envolvida no ensino de Física com uso das TDIC, o presente trabalho buscará apenas mostrar que, apesar do grande potencial comunicacional das TDIC, sua introdução no ensino de ciências é um processo complexo que, se não fundamentado por pesquisas sobre a formação crítica do professor e do aluno, pode contribuir inclusive para introduzir novos elementos de exclusão em relação ao conhecimento científico.

II. CTSA: uma mudança qualitativa

As pesquisas sobre o uso das TDIC no ensino de Ciências/Física devem considerar, como ponto de partida, que o desenvolvimento científico e tecnológico particularmente o das ciências naturais permitiu que a humanidade produzisse, sobretudo no século XX, uma alteração qualitativa na relação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Conhecida como *Globalização* devido ao caráter global da produção e do comércio, a nova realidade tem uma forte base no avanço das tecnologias digitais de informação e comunicação, o que permitiu a construção de grandes redes de armazenamento e processamento de dados. Para Castells (2006, p. 119), “uma nova economia surgiu em escala global no último quartel do século XX. Chamo-a de informacional, global e em rede para identificar suas características fundamentais e diferenciadas e enfatizar sua interligação.” Para Grenspan (2008, p. 351),

a globalização – o aprofundamento da especialização e a ampliação da divisão do trabalho além das fronteiras nacionais – é sem dúvida fundamental para a compreensão de boa parte de nossa história econômica recente.

Em que pese a melhoria das condições de vida humana possibilitada pelo desenvolvimento científico e tecnológico, Sachs (2005) nos alerta que países inteiros e uma parte considerável da humanidade ainda permanecem em condições de miséria e excluídos das condições mínimas de alimentação, higiene e moradia.

É possível termos uma dimensão visual dessas mudanças, ao compararmos os grandes avanços científicos e tecnológicos e os grandes acontecimentos

sociais nos últimos séculos com a curva de crescimento da população mundial⁶. Em um breve levantamento, sem a pretensão de esgotar a lista, temos:

- Séc. XVII-XVIII – descoberta da célula; descoberta dos micróbios; O₂; termômetros Celsius e Fahrenheit; cargas elétricas positivas e negativas; pára-raios; instituição do metro como padrão de medida; luneta; microscópio; lei da gravidade; máquina a vapor; liberalismo econômico; revolução industrial, revoluções burguesas.

- Séc. XIX – telégrafo; telefone; pilha elétrica; dinamite; teoria dos conjuntos; teoria da termodinâmica; sociologia; invenção da fotografia; cinema; teoria da evolução das espécies; teoria malthusiana sobre o crescimento populacional; surgimento do positivismo; leis do eletromagnetismo; teoria marxista; tabela periódica; descoberta dos micróbios, invenção do rádio; teoria freudiana; raios X.

- Séc. XX – automóvel; avião; modelos atômicos; teoria quântica; teoria da relatividade; tectônica de placas; revoluções socialistas; guerras mundiais; surgimento da linguística; teorias da aprendizagem; bomba atômica; anestesia; micro e nanoeletrônica; polímeros; antibiótico; vacinas; materiais sintéticos; descoberta do DNA; genoma; conquista da Lua; cinema com som; televisão; transgênicos; ultrassom; ressonância magnética; microscopia eletrônica. No terreno das tecnologias de informação e conhecimento (TIC), vimos o surgimento de gigantescos bancos de dados, programas que analisam trilhões de informações por segundo, grandes redes de comunicação multimodal, geoprocessamento por satélite, microcomputadores com suas interfaces multimidiáticas, microcâmaras, microsensores, telefonia celular, TV digital.

Ao compararmos os eventos mencionados anteriormente com a curva de crescimento da população mundial, é possível conceber que:

- O grande desenvolvimento científico e tecnológico dos últimos séculos está na raiz da explicação de uma inflexão tão acentuada da curva de crescimento da humanidade, ao propiciar condições mais favoráveis para a vida humana no planeta.

- Há uma mudança qualitativa da relação ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, se compararmos o ritmo de crescimento da população mundial antes do século XIX com o dos séculos posteriores.

⁶ Dados obtidos de:
<<http://geography.about.com/od/obtainpopulationdata/a/worldpopulation.htm>> e
<http://krusekronicle.typepad.com/kruse_kronicle/2008/03/mec-technophysi.html>.

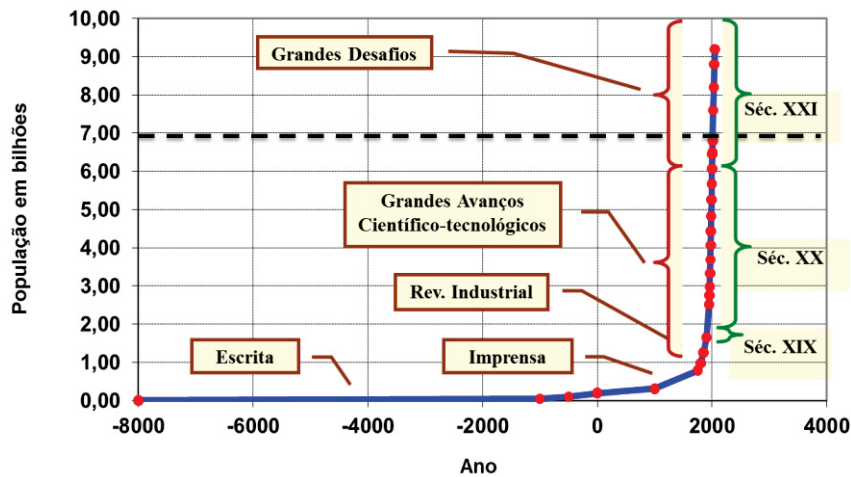


Fig. 1 – Curva de crescimento da população mundial, com expectativa até 2050.

- Há uma mudança qualitativa das possibilidades de produção do conhecimento na medida em que as tecnologias digitais permitiram a obtenção de níveis de informações, de detalhamento e de ritmos no processamento delas jamais experimentados pela humanidade.
- A ciência e a tecnologia são condições necessárias para o crescimento e desenvolvimento da humanidade, porém não suficientes, haja vista que o grande desenvolvimento possibilitado pela ciência e pela tecnologia não impediu que as relações políticas e econômicas da sociedade eliminassem as guerras, as crises e as revoluções, nem a miséria e a fome.

Como resposta a essa realidade, a Conferência Mundial em Educação Científica e Tecnológica, realizada em 2010 em Tartu, na Estônia, considerou que o principal objetivo da educação científica deve ser a cidadania ética e ativa; a tomada responsável de decisões baseadas em evidências científicas e altos níveis de satisfação em educação científica e tecnológica. Dentre outros objetivos, a conferência também considerou que esse processo de educação científica e tecnológica deve ser iniciado nos primeiros anos de vida, ser de caráter interdisciplinar, permitir que o aluno desenvolva uma postura investigativa em relação ao mundo e que esteja integrado às decisões sobre sua própria aprendizagem. Dessa forma, os obje-

tivos da *Declaração de Tartu*⁷, demandantes de uma *literacia científica* e de uma consciência social e cidadã, ambas de caráter multi/inter/transdisciplinar⁸, tornam-se complementares aos da Declaração do Milênio (NAÇÕES UNIDAS, 2000), que incorporam a luta a alvos concretos, como reduzir pela metade a percentagem de pessoas que vivem na pobreza extrema, fornecer água potável e educação a todos, inverter a tendência de propagação do VIH/SIDA e alcançar outros objetivos no domínio do desenvolvimento.

Ao tomarmos como ponto de partida essas considerações sobre as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, teremos suporte para entender alguns vetores importantes que atuam no ensino e na pesquisa em ensino de ciências, em uma abordagem CTSA.

III. Um cenário complexo e contraditório

Partindo dos pressupostos anteriores, verificamos que o uso das TDIC no ensino de Física/Ciências e, conseqüentemente, a sua pesquisa, apresentam uma aguda contradição: de um lado, os níveis espetaculares de desenvolvimento científico-tecnológico em quase todas as áreas de conhecimento, que permitiram à humanidade ultrapassar a marca de sete bilhões de pessoas e produziram mecanismos inéditos de comunicação, interação, mediação e de “reconstrução interna das operações externas”; do outro, o baixo interesse da juventude pela ciência e por seu ensino (PIAGET, 2002), a evasão elevada nos cursos e a permanência de propostas curriculares distantes da realidade.

As diversas linhas de pesquisa na área de ensino de ciências apontadas por Cachapuz e outros (2008) revelam que as práticas e os projetos pedagógicos, a partir desse contexto e da tentativa de superar a tradição formalista e abstrata desse ensino, detectada e criticada na Física por Feynman (2000) já na década de 50, vêm sofrendo modificações importantes. Buscam incluir, dentre outros fatores, a interação entre o conhecimento prévio do aluno e o conhecimento científico, discutido por Mortimer (1996) e Bastos (2009), as relações entre ciência, tecnologia e

⁷ Declaração de Tartu – Conferência Mundial em Educação Científica e Tecnológica. Tartu, Estônia, 2010. Disponível em: <http://www.icaseonline.net/tartu_port.pdf> Acesso em: 10 dez. 2011.

⁸ A expressão multi/inter/transdisciplinar está sendo usada para denotar algum tipo de combinação entre áreas de conhecimento e disciplinas, sem, no entanto, especificar a sua modalidade, que pode apresentar variações significativas entre diferentes projetos e autores.

sociedade apontadas por Strieder e Kawamura (2010), o uso das TDIC e das diferentes linguagens, a história e a filosofia da ciência observada por Cachapuz e outros (2008).

No entanto, cada um desses esforços requer novos conhecimentos e representações que irão mediar a internalização dos conceitos científicos e da *literacia científica*, os quais precisam ser aprendidos e apreendidos por professores e alunos. Navegar na interface entre o conhecimento prévio e o conhecimento científico construído pelo aluno requer o desenvolvimento de habilidades e competências em áreas além da Física a ser ensinada, como é o caso da comunicação, da psicologia, da sociologia ou da divulgação científica. As propostas CTSA buscam, dentre outros objetivos, uma aproximação do interesse do aluno, ao mesclar a dimensão conceitual da aprendizagem disciplinar com a dimensão formativa cultural, já que nem todos os alunos serão cientistas, mas todos serão cidadãos (SANTOS, 1999). Ao proporem interlocução com conceitos de áreas afins, como *tecnologia, sociedade e ambiente*, essas propostas criam novas e interessantes possibilidades para mobilizar o interesse do aluno, para a mediação e para o desenvolvimento das funções mentais superiores pela internalização da linguagem e da cultura. Contraditoriamente, por serem conceitos amplos e polêmicos, e por envolverem diferentes linguagens, tornam os processos de ensino e de aprendizagem mais diversos e complexos. As propostas de inclusão das TDIC e das diferentes linguagens subjacentes trazem consigo a demanda de, além do manuseio propriamente dito das ferramentas tecnológicas, conhecer-se e saber trabalhar com a multimodalidade da linguagem das interfaces gráficas (OLIVEIRA; BARANAUKAS, 1999) e com as novas formas de mediação (RANGEL, 2009) e de internalização dos conceitos científicos, como nos casos da aprendizagem por simulação ou a distância. Por sua vez, a introdução de enfoques históricos e filosóficos traz a necessidade de habilidades e competências nas interfaces dessas áreas com as ciências naturais, o que torna o ensino mais rico, mais significativo, mais denso e, por conseguinte, mais complexo.

O crescimento das pesquisas em ensino de Física, nas suas diversas linhas de pesquisa, impulsionado pela amplitude, pela complexidade e pelo vigor dos fatores que movem o ensino de Ciências/Física, incluindo o uso das TDIC, tem gerado a produção de uma grande quantidade de estudos na linha de Estado da Arte que, com pontos comuns e diversos, denotam a consolidação da área, conforme aponta o *Estado da Arte dos Estados da Arte da Pesquisa em Ensino de Física*, de Salem e Kawamura (2009, p. 9):

Quanto aos pontos em comum, destaca-se a constatação do crescimento da área, seja quantitativo, seja qualitativo. Ela vem se expandindo e se diversificando. Tem uma história, uma produção acadêmica significativa, uma comunidade definida, focos de interesse comuns. Tem identidade. Há inegavelmente um entendimento de que a Pesquisa em Ensino de Física no Brasil, em suas várias décadas de existência, atingiu um grau de maturidade e pode ser vista como uma área consolidada.

Pelo exposto, podemos afirmar que ensinar com o uso da TDIC nesse cenário complexo e contraditório pressupõe fazer opções e mediar conflitos entre os diversos aspectos envolvidos, como as diferentes concepções e os projetos de ensino de ciências, os diversos recursos tecnológicos disponíveis, o projeto pedagógico das escolas, a capacidade dos professores, a aprendizagem e a demanda dos alunos e a *literacia científica* pretendida. Consequentemente, a pesquisa sobre o uso das TDIC no ensino de Física deve levar em consideração esse conjunto de fatores.

IV. Mediação e aprendizagem: um ponto de inflexão

Dos trabalhos de Vigotski (1987; 1991; 2001; 2004), é possível entender a aprendizagem das crianças e dos adolescentes como um processo no qual as funções mentais superiores são desenvolvidas pela internalização da linguagem e da cultura; ou seja, na “reconstrução interna de uma operação externa” (VIGOTSKI, 1991, p. 63). A mediação social emerge como um fator fundamental da relação entre a aprendizagem e o desenvolvimento:

Propomos que um aspecto essencial do aprendizado é o fato de ele criar a zona de desenvolvimento proximal; ou seja, o aprendizado desperta vários processos internos de desenvolvimento, que são capazes de operar somente quando a criança interage com pessoas de seu ambiente e quando em cooperação com seus companheiros. Uma vez internalizados, esses processos tornam-se parte das aquisições do desenvolvimento independente da criança (VIGOTSKI, 1991, p. 101).

A interação realizada pelas pessoas próximas, a partir das ações do indivíduo e dos símbolos e significados social e historicamente construídos, ou seja, da linguagem, é o que torna “possível para o indivíduo atribuir significados a suas próprias ações e desenvolver processos psicológicos internos que podem ser interpretados por ele próprio a partir dos mecanismos estabelecidos pelo grupo cultural” (OLIVEIRA, 1993, p. 39).

Para Oliveira (2006), o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZPD), distância entre o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial, está estreitamente ligado ao postulado de que o desenvolvimento deve ser observado prospectivamente, cabendo ao professor a função de mediar nessa ZPD, favorecendo o desenvolvimento do aluno e o processo de internalização. Para a autora, o papel da aprendizagem em relação ao desenvolvimento está enraizado “na importância da atuação dos outros membros do grupo social na mediação entre a cultura e o indivíduo e na promoção dos processos interpsicológicos que serão posteriormente internalizados” (OLIVEIRA, 2006, p. 61).

Podemos considerar que a introdução das TDIC no ensino de Física cria novas e diferentes relações entre a cultura e o indivíduo, tornando a mediação mais ampla e complexa. Neste caso, reconhecer o nível de desenvolvimento real e suas potencialidades na mediação com a cultura torna-se ainda mais essencial para a aprendizagem.

Observado em crianças e adolescentes por Driver e Easley (1978), esse estado prévio tem sido pesquisado por diversos autores como um desdobramento crítico aos estudos de Piaget que davam excessiva ênfase ao desenvolvimento das estruturas lógicas e não davam “importância à rica variedade de ideias apresentadas pelas crianças” (MORTIMER, 1996).

Assim, a mediação em ensino de Física/Ciências com uso das TDIC reforça a necessidade, como nos alertam Mortimer (1996) e Bastos (2009), de levar em consideração a existência desse estado inicial de conhecimento e consciência, como também os processos de interação entre o conhecimento científico e esse estado inicial.

No contexto das representações e dos signos da cultura na qual se dá a aprendizagem dos conceitos científicos, é importante destacar que, com o uso das TDIC,

as linguagens – cada qual com sua materialidade e com seu suporte próprios, palavras nos jornais, nas revistas e livros, imagens nas fotografias e vídeos, sons, músicas e canções no rádio e nos CDs – de repente puderam ser digitalizadas, adquirindo com isso um passaporte que lhes dá acesso às máquinas. Dentro dos computadores, todas as linguagens juntam-se e se confraternizam na criação de hipersignos híbridos, a hipermídia (SANTALELLA, 2000, p. X).

Foi nesse sentido que Vigotski insistia em demonstrar em suas pesquisas que a linguagem é o paradigma para a compreensão da complexa relação *aprendizado e desenvolvimento*. Inicialmente, como elemento de interação entre a criança

e seu ambiente, a comunicação ali adquirida na interação com o meio, e com a assistência das demais crianças e do professor, é posteriormente convertida, na fala interior, em pensamento ou em uma função mental interna. É certo que as TDIC não podem e talvez nem pretendam perfazer ou substituir o percurso inicial da interação simbólica do desenvolvimento e da aprendizagem infantis, mas é bem evidente, também, que sua existência na cultura e seu uso nas práticas de ensino tem uma clara implicação na maneira pela qual o entorno social produz tanto o conhecimento científico quanto o conhecimento escolar. Compreendidas nessa concepção interacionista entre aprendizado e desenvolvimento em que a linguagem aparece não como simples mediadora de processos de aquisição de conteúdos simbólicos, mas produtora protagonista do aprendizado em processo, as TDIC trouxeram sua impressão própria ao modo pelo qual se deve entender como se regulam a formação de uma função interna como o aprendizado humano.

Nas práticas de ensino de Física com uso das TDIC, particularmente nos cursos a distância, o aprendiz se comunica com outras pessoas e com o conhecimento acumulado pela humanidade por intermédio dessa hipermídia. Nesse cenário, o mediador precisa entender e dominar esse espaço comunicacional, estabelecendo as devidas mediações entre essas linguagens, os conceitos pré-existentes, os conceitos científicos e o contexto social, para, assim, favorecer o processo de internalização da cultura pelo aluno. As habilidades e as competências para mediar nesse contexto demandam, então, a habilidade de interpretação e avaliação crítica da linguagem estabelecida, que, em muitos casos, compreende a multimodalidade da comunicação hipermidiática, que, de acordo com o modelo “orquestral”, pode ser percebida não como um ato individual, mas como uma instituição social. “Em sua qualidade de membro de determinada cultura, o ator social faz parte da comunicação, assim como os músicos fazem parte da orquestra. Mas, nessa vasta orquestra cultural, cada um toca adaptando-se ao outro” (WINKIN, 1998, p. 14). No entanto, sem tirar a razão dos autores no que se refere ao caráter coletivo, institucional ou hipermidiático da comunicação, não se pode deixar de levar em consideração as intencionalidades e as individualidades envolvidas nas ações humanas, principalmente das ações educacionais, mesmo quando no âmbito institucional. Essas intencionalidades e individualidades, sem ferir a totalidade da língua ou a institucionalidade da comunicação, constituem-se como um dos motores tanto do ensino quanto da aprendizagem e se expressam pela linguagem, constituída pelos *enunciados* (orais ou escritos) que se constroem nas condições específicas de cada *campo da atividade humana*.

Todos os diversos campos da atividade humana estão ligados ao uso da linguagem. Compreende-se perfeitamente que o caráter e as formas desse uso sejam tão multiformes quanto os campos da atividade humana, o que, é claro, não contradiz a unidade nacional de uma língua. O emprego da língua efetua-se em forma de enunciados (orais e escritos) concretos e únicos, proferidos pelos integrantes desse ou daquele campo da atividade humana (BAKHTIN, 2003, p. 261).

Para o autor, a linguagem, elemento decisivo e mediador dos processos de aprendizagem, se configura como uma troca de sentidos e significados com outros semelhantes, em um determinado campo da atividade humana, por meio de enunciados, onde “os limites de cada enunciado concreto como unidade da comunicação discursiva são definidos pela alternância dos sujeitos do discurso, ou seja, pela alternância dos falantes.” (BAKHTIN, 2003, p. 274). Dentro de um determinado *campo*, os atores sociais disputam sistematicamente os espaços ou uma ou mais espécies de capital socialmente considerado como válido e significativo. Com suas regras, seus códigos de conduta, suas formas de atuação dos sujeitos, cada campo de atividade se configura de forma própria e singular. No campo escolar, onde se dá o ensino de ciências, alunos e professores são regrados pelo horário, pelo código de comportamento escolar, pelo projeto pedagógico, pelo currículo escolar e por se embrenharem em atividades que gravitam em torno dos conceitos científicos e escolares. Os professores devem seguir um programa, avaliar e respeitar os alunos, obedecer à hierarquia da escola, entre outras regras, nas quais o capital em jogo é o conhecimento escolar. As forças, os interesses, as finalidades e atividades distintas relacionadas a cada esfera é que fazem surgir/evoluir os gêneros de discurso, com seus temas, suas construções composicionais e seus estilos específicos.

Levando em consideração a existência dos campos da atividade humana e dos diferentes gêneros de discurso com que a linguagem se estabelece, é possível prever que a mediação dessa linguagem na internalização conceitual no ensino de ciências permite a produção de diferentes níveis conceituais, de acordo com o contexto.

Assim, antes de incluirmos os aspectos da mediação relacionados ao contexto hipermediático, é importante reconhecer que a conjunção de três campos da atividade humana (escolar, científico e comunidade local), com diferentes linguagens, formas de pensamento e gêneros discursivos, para processar o ensino de ciências, produzem um contexto de ensino e de aprendizagem; ou seja, de enculturação, onde coexistem o senso comum, o saber escolar e o saber científico. Frente a

essa realidade da linguagem, e do ponto de vista da mediação e do ensino, é importante considerarmos, concordando com Mortimer (1996, p. 28),

a possibilidade de que uma pessoa possa usar diferentes formas de pensar em diferentes domínios; e a possibilidade de que a construção de uma nova ideia possa, em algumas situações, ocorrer independentemente das ideias prévias e não necessariamente como uma acomodação das estruturas conceituais já existentes.

Além da convivência de diferentes saberes e linguagens, a mediação das TDIC ainda estará marcada pelo modelo de ensino adotado, quer seja o tradicional, o de mudança conceitual ou de perfil conceitual, como sugere Mortimer (1996), produzindo mediações e resultados significativamente diferentes.

Por se dar no campo escolar, sob a influência das políticas públicas e da cultura escolar, também é preciso considerar que,

In the case of physics teachers, new Technologies can be used for learning and teaching. This is de crucial difference. Even when they use new technologies to control experiments, and for other purposes, in initial training, there may be a discontinuity in the use of such new technologies when they begin teaching. The reason for this discontinuity may lie in the constraints placed upon the use of new technologies in schools by the educational policies of successive Brazilian governments (REZENDE, 2001).

Por outro lado, as imagens, os *links*, os textos, as atividades, enfim, tudo o que aparece na interface hipermidiática das TDIC, são enunciados que demandam entendimento e uma ação responsiva por parte da pessoa em formação. A particularidade que se coloca nos cursos com uso das TDIC é que a ação responsiva deve proceder de uma leitura e interpretação dos signos de uma comunicação multimodal, geralmente apresentada na tela do computador. A transposição da infraestrutura tecnológica da comunicação e da linguagem, do lápis e papel para o *computador*, demanda habilidades, competências, novas aprendizagens e tempo suplementares que, via de regra, não se dispõe.

Assim, para que a mediação se estabeleça em um curso com forte presença das TDIC, particularmente nos cursos a distância, é necessário, primeiro, que as pessoas estejam participando da comunicação estabelecida e compartilhando das mesmas linguagens e dos mesmos gêneros discursivos. Em seguida, é necessário que as intenções de aprendizagem e de formação se façam ativas.

As pesquisas de Garisson e outros (2000); Francisco e outros (2005); Barbosa e outros (2004); Lima e Meirinhos (2011), sobre o uso de ambientes virtuais

de aprendizagem, apontam para produção de três novos conceitos que devem ser levados em consideração na mediação em projetos de educação a distância e, também, de ensino com uso das TDIC: *presença cognitiva, presença social e presença de ensino*. A presença cognitiva refere-se à atividade de produção de significados pelos participantes do curso, a partir da comunicação e da linguagem estabelecidas. A presença social refere-se às atividades de projeção individual dos participantes, enquanto sujeitos, tanto nos seus aspectos emocionais quanto sociais, em relação ao coletivo do curso. A presença de ensino, por sua vez, refere-se à capacidade de o professor conceber, planejar e mediar a aprendizagem no ambiente do curso.

Seguindo a mesma linha de raciocínio, temos o exemplo de duas políticas públicas da Secretaria Estadual da Educação do Estado de São Paulo que contribuíram para consolidação de parâmetros básicos da mediação nesses contextos. As *versões do PEC-Municípios*⁹ e as *Práticas de Leitura e Escrita na Contemporaneidade*¹⁰, políticas respectivamente de formação inicial e de formação continuada de professores da rede pública, foram importantes práticas sociais caracterizadas pelo uso intenso das TDIC no ensino de ciências. Levando em consideração essas experiências, assim como as referências teóricas mencionadas anteriormente, é possível prescrever que a mediação nas situações com forte emprego das TDIC deve ser caracterizada por quatro parâmetros fundamentais:

- *Presença social*. A partir desse parâmetro, o mediador deverá planejar e executar um conjunto de ações para que o aprendiz se sinta acolhido pelo próprio mediador e pelo conjunto da turma da qual participa. Aspectos como afetividade, incentivo, apoio nas dificuldades, compreensão e paciência devem ser explícitos, presentes e frequentes nos canais de comunicação.

- *Interação em múltiplas direções*. Implica acompanhar as dificuldades dos alunos buscando soluções e apoio onde quer que elas apareçam (conceitos científicos, linguagens, dificuldades tecnológicas, interação com o grupo, produção de gêneros discursivos, etc.); implica, também, aceitar alguns caminhos do debate

⁹ Política pública da Secretaria Estadual de Educação do Estado de São Paulo para graduação de professores em serviço.

¹⁰ Política pública da Secretaria Estadual de Educação do Estado de São Paulo para formação continuada de professores em serviço. Configurou-se de 2005 a 2007 como um curso de aperfeiçoamento de 260 h, a distância, sob responsabilidade do Programa de Pós-Graduação em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

sugeridos pelos participantes, mediando entre o conhecimento prévio e o conhecimento científico.

- *Explicações sobre a programação e os conteúdos.* O cronograma do curso, assim como seus conteúdos, recursos, meios de comunicação e linguagens, devem estar sistematicamente à disposição dos alunos e acompanhados das explicações e mediações necessárias.

- *Orientações didático-pedagógicas.* Devem ser caracterizadas pelo esclarecimento de dúvidas, explicações teóricas, exemplificações, proposição de perguntas para estimular o debate na direção adequada, etc.

Considerando a diversidade epistemológica envolvida no ensino de Física e as relações entre mediação, linguagem e aprendizagem nos ambientes de educação a distância, é possível perceber que a introdução das TDIC amplia e torna mais complexa a mediação e a internalização de uma cultura científica, a *literacia científica*.

V. Literacy, letramento, alfabetização ou *literacia científica*

No ensino de ciências, a partir do trabalho de Hurd (1958), introduziu-se a expressão *scientific literacy* para caracterizar o resultado social esperado após um processo de ensino de ciências nas escolas. No entanto, o uso da expressão *literacy*, isoladamente, é bem anterior a essa data e impregnado de polissemia, o que nos levou à busca da origem dessa expressão fazendo o percurso sugerido por Soares (1998; 2003) e Kleiman (1995) de vincular o surgimento e a utilização das palavras e dos conceitos às práticas sociais desenvolvidas em seus respectivos contextos históricos. Como surgiu, então, a necessidade de utilização da palavra *literacy* (*letramento, literacia*)? Em que contextos ela é utilizada hoje em dia e para se referir a que práticas sociais?

É importante destacar que não se trata apenas de encontrar a origem das palavras, mas de relacionar a palavra ao fenômeno social que a originou e ao qual está vinculada atualmente para, a partir daí, desenhar sua rede de significados social e historicamente determinados. Dependendo de como se entende o termo *literacy*, e a qual fenômeno social está vinculado, dada a sua polissemia, pode-se esperar um ou outro conjunto de habilidades e competências como resultado do ensino, o que pode levar, sem que nos percebamos, ao estabelecimento de objetivos de ensino amplos demais, com excesso de conceitos e linguagens que levarão à dispersão da aprendizagem dos alunos e à perda de foco. Mesmo em uma tentativa de

restringir o conceito a uma área específica, como é o caso de *science literacy*, a expressão continua produzindo muitas e variadas interpretações, levando à ideia de que é um conceito difuso e mal definido como nos alertam Champanhe e Lovitts (1998) e Carvalho (2009).

Nessa trajetória em busca da raiz do problema, Soares (1998) mostra que, na língua inglesa, a palavra *illiteracy* constava do *Oxford English Dictionary* desde 1660, mas só a partir das novas práticas sociais advindas com as mudanças socioeconômicas do capitalismo no final do século XIX, é que surgiu a palavra *literacy*. No Webster's Dictionary, *literacy* tem a acepção de “the condition of being literate”, a condição de ser literate, e literate é definido como ‘educated; especially able to read and write’” (SOARES, 1998, P. 17). Ou seja, *literacy* designa o estado ou a condição daquele que é *literate*, daquele que não só sabe ler e escrever, mas também faz uso competente e frequente da leitura e da escrita.

O surgimento desse novo conceito introduziu a ideia de que o domínio da leitura e da escrita traz consequências sociais, culturais, políticas, econômicas, cognitivas e linguísticas para o indivíduo ou grupo que as domina, ao participarem das práticas sociais letradas. A domínio da leitura e da escrita, passou, então, a ser pesquisado sob duas perspectivas distintas: a aquisição das técnicas de leitura e escrita (alfabetização) e o exercício efetivo e competente dessas capacidades no meio social (letramento). Para Soares (2004, p. 91),

alfabetização é o processo pelo qual se adquire o domínio de um código e das habilidades de utilizá-lo para ler e escrever, ou seja: o domínio da tecnologia – do conjunto de técnicas – para exercer a arte e ciência da escrita. Ao exercício efetivo e competente da tecnologia da escrita denomina-se Letramento que implica habilidades várias, tais como: capacidade de ler ou escrever para atingir diferentes objetivos.

Na base da introdução desse novo conceito na língua inglesa, estavam as exigências sociais surgidas com a produção e comercialização internacionalizadas pelo capitalismo que, no final do século XIX, entrava na sua fase imperialista. Para as práticas sociais desse período de internacionalização do conjunto da economia já não bastava ser apenas alfabetizado. As práticas sociais solicitavam o uso competente e frequente da leitura e escrita ou, dizendo de outra forma, o uso da “escrita, enquanto sistema simbólico e enquanto tecnologia, em contextos específicos, para objetivos específicos” (KLEIMAN, 1995, p. 19).

No campo das pesquisas em ensino de ciências, embora alguns autores busquem apontar, a exemplo da linguística, a distinção entre alfabetização e letramento (ROSA; MARTINS, 2012; MION *et al.*, 2011), as expressões *alfabetização*

científica (KRASILHIK; MARANDINO, 2007; SASSERON, 2011), *letramento científico* (SANTOS, 2008; MION *et al*, 2011) ou *literacia científica* (CARVALHO, 2009) acabam se sobrepondo e denotam a capacidade de exercício efetivo e competente dos conhecimentos científicos para atingir diferentes objetivos na sociedade.

Apesar de a diferença entre os significados dos termos alfabetização e letramento ser importante, entendemos que o primeiro já se consolidou nas nossas práticas sociais. Assim, consideramos aqui que o significado da expressão alfabetização científica engloba a ideia de letramento, entendida como a capacidade de ler, compreender e expressar opiniões sobre ciência e tecnologia, mas também participar da cultura científica da maneira que cada cidadão, individual e coletivamente, considerar oportuno (KRASILHIK; MARANDINO, 2007, p. 30).

Para Kleiman (1995, p. 15), no Brasil, “o conceito de letramento começou a ser usado nos meios acadêmicos em uma tentativa de separar os estudos sobre o ‘impacto social da escrita’ (KLEIMAN, 1991) dos estudos sobre alfabetização”, tendo surgido na segunda metade dos anos 80. Que práticas sociais poderiam, então, estar por detrás da necessidade dessa diferenciação no Brasil? Para Soares (1998, p. 21), “o que ocorreu na Grã-Bretanha em fins do século XIX, motivando o aparecimento do termo *literacy*, só agora, em fins do século XX, vem ocorrendo no Brasil, motivando a criação do termo *letramento*”.

Qual seria esse fenômeno ocorrido na Grã-Bretanha em fins do século XIX e que se repetiu no Brasil em fins do século XX, provocando o surgimento do conceito de *literacy*? Que fenômenos sociais estão sustentando o uso dessa palavra nesse início de século XXI? Creio que, nessas perguntas, residem os fundamentos de uma diferenciação conceitual importante. Para Soares (SOARES, 1998, p. 45), à medida em que

a sociedade vai se tornando cada vez mais centrada na escrita (cada vez mais grafocêntrica), um novo fenômeno se evidencia: não basta apenas aprender a ler e a escrever. As pessoas se alfabetizam, aprendem a ler e escrever, mas não necessariamente incorporam a prática da leitura e da escrita, não necessariamente adquirem competência para usar a leitura e a escrita, para envolver-se com as práticas sociais de escrita.

No entanto, podemos encontrar na literatura diferentes percepções da relação entre o termo *literacy* e os fenômenos sociais de origem ou de sustentação

atual, o que pode estar na base da polissemia da palavra e, como pensam alguns, da transformação do conceito em algo difuso.

A primeira, de origem antropológica e cunho linguístico, é essa apresentada por Soares (SOARES, 1998), no qual o *grafocentrismo* do século XIX na Grã-Bretanha e do século XX no Brasil, fruto do desenvolvimento da sociedade industrializada, é o fenômeno que demanda o uso competente e frequente da leitura e da escrita nas práticas sociais. Centrado na leitura e na escrita, a evolução da matriz conceitual de letramento incorpora um debate sobre a existência de níveis de letramento, versão fraca e versão forte (SOARES, 1998), que vão desde os aspectos formais de aquisição da leitura e da escrita, a alfabetização propriamente dita, até as mudanças nos aspectos sociais, psíquicos, culturais, políticos, cognitivos, linguísticos e até mesmo econômicos do indivíduo letrado. Frente ao advento das mídias digitais de informação e comunicação, Barbosa (2007, p. 41) propõe o uso no termo no plural, *letramentos*, ao considerar, ainda sob a ótica linguística, os “vários letramentos oriundos de diferentes práticas sociais que envolvem a leitura e escrita e que têm lugar nos vários campos de atividade humana”.

A segunda, conceitualmente mais específica que a anterior ao restringir o letramento ao campo científico, *scientific literacy*, surgiu nos Estados Unidos, na década de 50, “quando a comunidade científica reconheceu a importância do apoio da população para sustentar uma efetiva resposta científica e tecnológica deste país, perante o lançamento do Sputnik soviético” (CARVALHO, 2009, p. 180), e a população americana se perguntava que tipo de educação seria necessária para fazer frente a uma sociedade com forte desenvolvimento científico e tecnológico, perpetuando os ideais de um mundo livre. Assim, além das habilidades e competências, desenvolvidas nesses níveis, a *literacia científica* incorporava aspectos sociais e político-ideológicos.

School people and public have come to realize that it is through the programs of the schools that science will be advanced and the ideals of a free world will be perpetuated (HURD, 1958, p. 13-14).

Sem explicitar o aspecto político-ideológico envolvido no conceito, porém reconhecendo a interligação entre as habilidades e competências leitoras, escritoras, matemáticas e científicas na produção do conhecimento e a existência de três dimensões desses letramentos – habilidades, entendimento e contexto de aplicação

– a Organization for Economic Co-operation and Development considera que, para o PISA¹¹, a *literacia científica* é

the capacity to use scientific knowledge, to identify questions and to draw evidence-based conclusions in order to understand and help make decisions about the natural world and the changes made to it through human activity (OECD, 2002, p. 76).

Embora a ciência e a tecnologia utilizem a leitura e a escrita, a *science literacy* traz a ideia de que o domínio de conhecimentos científicos, já não mais a leitura e a escrita, traz consequências sociais, culturais, políticas, ideológicas, econômicas, cognitivas e científicas para o indivíduo ou grupo que os domina, ao participarem das práticas sociais com *literacia científica*. À semelhança da concepção anterior, Carvalho (2009), após um rico histórico da evolução conceitual do termo, aponta as cinco dimensões que a caracterizam: grupos de interesse, as inúmeras concepções, os níveis de desenvolvimento, os objetivos e os benefícios. Em seus três níveis, *literacia básica ou funcional, comunicativa ou interativa e crítica*, apresenta graus evolutivos das habilidades e competências cognitivas, sociais e político-ideológicas que permitem diferentes níveis de intervenção social.

A terceira percepção, de cunho tecnológico-digital, parte da consideração de o avanço das *tecnologias digitais* nas últimas cinco décadas ter sido responsável pelas grandes transformações socioeconômicas, comunicacionais e culturais. O avanço do uso das TDIC nas práticas sociais tem produzido transformações qualitativas nos canais de comunicação, na linguagem e, portanto, nas possibilidades e formas de pensar (VALENTE, 1999, 2008; LÉVY, 1994; CASTELLS, 2006; SEVCENKO, 2005). Essas mudanças têm colocado a necessidade que as escolas preparem seus alunos para o uso competente e frequente das tecnologias digitais nas práticas sociais e para a implementação, de forma sustentada e consciente, das opções político-ideológicas adotadas. Portanto, a característica central a ser observada já não seria mais o *grafocentrismo*, nem a corrida científica-tecnológica contra o mundo soviético, mas a necessidade de preparação da sociedade para o desenvolvimento digital globalizado, com base no *computador, o grande responsável pela criação da hipermídia enquanto espaço de comunicação. A partir dele, passou a existir a possibilidade de produção do conhecimento em rede e mediado pela linguagem multimodal* de suas interfaces multimidiáticas. Para o emprego no plural, *letramentos*, o argumento volta-se para as diferentes habilidades e competên-

¹¹ Programme for International Student Assessment (PISA) – OECD.

cias necessárias para a apreensão das diferentes tecnologias comunicacionais tornadas amplamente acessíveis a partir da tecnologia digital: leitura e escrita hipertextual, imagens, vídeos, sons, tratamento da informação e as múltiplas combinações possibilitadas pelo uso do computador e das redes telemáticas (VALENTE, 2008).

Algumas vertentes teóricas não tomam o processo social e suas demandas como pontos de partida para conceituação de letramentos e adotam diferentes parâmetros de definição e classificação. Borba (2004) considera que o elemento significativo a ser observado é o da transformação do sujeito epistêmico que, considerado como coletivos pensantes formados por humanos e não humanos, foi qualitativamente modificado pela introdução das tecnologias digitais. Apoiado em discípulos de Vigotski, Borba (2004) sugere que o caráter do sujeito epistêmico, entendido como *seres humanos com mídias*, foi alterado pela informática:

Na verdade, deveríamos estar pensando em coletivos pensantes que fossem formados por humanos e não humanos. [...] Em minha leitura de Tikhomirov, creio que, ao assumir, de um ponto de vista teórico, que o pensamento é reorganizado com o advento da informática, o autor propõe uma interação entre técnica e ser humano; ou de modo mais específico, uma relação entre informática e pensamento. Nesse sentido, informática é vista como mídia qualitativamente diferente da linguagem e que, portanto, reorganiza o pensamento de forma diferenciada (BORBA, 2004, P. 203).

Para Maia (2011, p. 85), os canais de comunicação – oral, escrito, sinestésico, visual e digital – são elementos centrais na conceituação de letramento.

Os conceitos de letramentos abrangendo os cinco canais de comunicação transitam entre a concepção funcionalista, que compreende domínio técnico para exercer alguma função, em uma linha mais pragmática; ou essencialista, quando considera que cada canal tem funções próprias, e que os outros canais servem para completar as funções distintas. Há concepções de letramentos que levam em conta a variedade-padrão, aprender a técnica da melhor maneira possível, na linha positivista. Existe também a evolução universalizante, que não considera as diferenças existentes em contextos e situações específicas no processo de letramento - como se todos aprendessem de maneira igual. Na linha de raciocínio que considera o paradigma etnográfico e sociológico, a concepção de letramento passou a ser associada ao contexto social e à construção da identidade inscrita em discursos. Apesar dos canais serem distintos, eles se inter-relacionam, e o contexto social e a

prática específica interferem de maneira mais contundente do que as funções próprias de cada canal.

Embora as concepções não sejam totalmente excludentes, e estejam em constante evolução, provocam diferentes dinâmicas quando inseridas em públicos que ainda não dominam bem as TDIC e os conceitos científicos ou em públicos que, embora saibam usá-las e dominem certo conhecimento científico, ainda não fazem o uso intenso e competente desses conhecimentos nas práticas sociais. Além dos aspectos apontados em relação ao conceito de *letramentos*, é preciso comentar a relação que as habilidades e competências a serem desenvolvidas, quer sejam centradas na leitura e na escrita, no conhecimento científico mediado pelas TDIC, nos canais de comunicação ou no sujeito epistêmico, mantêm com o empoderamento (*empowerment*). Ou seja, se está vinculado a um modelo autônomo¹² no qual o processo de interpretação estaria determinado pelo funcionamento lógico interno ao texto escrito (KLEIMAN, 1995), aos conceitos científicos ou à mídias digitais, ou ao modelo ideológico¹³, que destaca “explicitamente o fato de que todas as práticas de letramento são aspectos não apenas da cultura mas também das estruturas de poder em uma sociedade” (KLEIMAN, 1995, p. 38). Ou seja, é preciso considerar que as práticas letradas, em qualquer das acepções mencionadas de letramento, implicam novos níveis de consciência político-social, para além das habilidades e competências pretendidas.

No campo das pesquisas em ensino de ciências, as múltiplas conceituações de *science literacy* têm em comum a interligação das competências (cognitivas, conceituais, procedimentais e sociais) com as questões político-ideológicas do empoderamento e com os contextos históricos e visam a construção do cidadão e da sociedade. Dessa forma, é possível considerar que, dentro dos ramos da produção humana, *science literacy* seja, de fato, um modo de produção do conhecimento escolar, incorporando aspectos do conhecimento científico, caracterizado pela mediação entre os diversos planos do ensino e da aprendizagem, pelo enfoque multidisciplinar e pela busca de um sentido político-social para esse conhecimento, tornando-se, portanto, oposto ao modo disciplinar.

¹² A expressão “modelo autônomo” é de autoria de Brian Street.

¹³ A expressão “modelo ideológico” é igualmente de autoria de Brian Street.

VI. Conclusões

A partir das considerações anteriores, é importante reconhecer que o uso das TDIC no ensino de Física pressupõe uma mediação que está vinculada aos letramentos (*literacies*) científicos, matemáticos, linguísticos e, também, tecnológicos. A relação aluno-professor transforma-se em uma relação mais complexa e carregada de novos conhecimentos e novas linguagens que precisam ser aprendidas. É importante ressaltar que o desenvolvimento de atividades com forte uso das TDIC faz emergir um elemento, geralmente não previsto no *design* dos cursos: a queixa sobre a falta de tempo, de alunos e professores, para o pleno acompanhamento do curso. Esse elemento, apontado como o sintoma da arritmia entre as diversas aprendizagens envolvidas no processo (RANGEL, 2009), é gerado pela ausência de habilidades e competências, frequentemente de professores e alunos, capazes de fluir, no tempo disponível do curso, a produção do conhecimento com a sobrecarregada de conceitos científicos, linguagens e inter-relações, advindas do uso das TDIC no ensino e da não percepção dessa confluência de conhecimentos. Por conseguinte, a falta de tempo denota um elemento desestabilizador da mediação e, portanto, do ensino e da aprendizagem, constituindo-se em um possível fator de dispersão do interesse do aluno, de perda de foco do professor e de exclusão em relação ao curso. Por outro lado, o uso inadequado das TDIC ou uma mediação incipiente que não considere a amplitude dos problemas teóricos elencados pode levar, particularmente nos casos de educação a distância, a que os alunos fiquem separados e aprisionados em seus espaços físico e pedagógico, empobrecendo significativamente a atuação dos outros membros do grupo social no processo de ensino e de aprendizagem. Emerge, então, o problema de falta de espaço. É paradoxal que a quase transcendência espaço-tempo trazida pelos TDIC possa transformar-se em falta de tempo e de espaço.

O uso das TDIC no ensino de Ciências abre um cenário bastante interessante para o ensino e para a aprendizagem. No entanto, se mal planejado, pode ser uma armadilha para dispersar o interesse do aluno (aprendizagem) ou fazer o professor perder o foco (ensino), uma vez que elas possibilitam um acúmulo muito grande de informações, de linguagens, de formas de gestão, de interconexões e de possibilidades de produção do conhecimento. Muitas vezes, nem professor nem aluno conseguem dar conta de forma sustentada e consistente a esse acúmulo de conhecimentos, nos seus níveis do senso comum, escolar e científico. Não se trata de ser contra o uso das tecnologias digitais no ensino; muito pelo contrário, trata-se de apontar a pesquisa do uso das TDIC no ensino de Ciências/Física como a condição necessária para se desvendarem os enigmas apresentados. É preciso, então,

aprofundar as pesquisas sobre as relações entre mediação, aprendizagem, letramentos e *empoderamento*, assim como a pesquisa sobre a formação inicial e continuada de professores nesses contextos.

Referências bibliográficas

BAKHTIN, M. **Estética da criação verbal**. 3 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003. Tradução: Paulo Bezerra. Original de 1953.

BARBOSA, J. P.; GARCIA, A. L.; LOPES, C. E.; SALGADO, H. O.; BARBOSA, L. M.; FERREIRA, M. V.; MENDES SILVA, P. E. **Interação aluno-professor em ambiente web**: propondo categorias para análise do processo ensino-aprendizagem. In: INTERCÂMBIO DE PESQUISAS EM LINGUAGEM APLICADA, XV, 2004, São Paulo.

BARBOSA, J. P. Múltiplas linguagens. Áreas do conhecimento no ensino fundamental. **Salto para o futuro**, v. 18, p. 41-47, 2007. Disponível em: <<http://www.tvebrasil.com.br/salto/boletins2007/acef/index.htm>>. Acesso em: 14 maio 2008.

BASTOS, F. Construtivismo e ensino de ciências. In: NARDI, R. (Org.) **Questões atuais no ensino de ciências**. 2. ed. São Paulo: Escrituras, 2009.

BORBA, M. C. Brasil, alfabetismo matemático e tecnologias da inteligência. In: FONSECA, M. M. F. R. (Org.) **Letramento no Brasil**: habilidades matemáticas. São Paulo: Global, 2004. p. 201-224.

CACHAPUZ, A.; PAIXÃO, F.; LOPES, J. B.; GUERRA, C. Do estado da arte da pesquisa em educação em ciências: linhas de pesquisa e o caso “ciência-tecnologia-sociedade”. **Alexandria**, v. 1, p. 27-49, 2008.

CARVALHO, A. P. Formação de professores de ciências. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, 2012, Espanha.

CARVALHO, G. S. Literacia científica: conceitos e dimensões. In: AZEVEDO, F.; SARDINHA, M. G. (Coord.) **Modelos e práticas em literacia**. Lisboa: Lidel, 2009. p. 179-194.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. 9. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2006.

CHAMPANHE, A. B.; LOVITTS, B. E. Scientific literacy: a concept in search of definition. In: CHAMPANHE, A. B.; LOVITTS, B. E.; CALLINGER, B. J. (Orgs.). **This year in school science. Science literacy**. Whashington, DC: AAAS, p. 1-14, 1989.

CONFERÊNCIA MUNDIAL EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA. **Declaração de Tartu**. 2010, Tartu, Estônia. Disponível em:

<http://www.icasonline.net/tartu_port.pdf> Acesso em: 10 dez. 2011.

DRIVER, R.; EASLEY, J. Pupils and paradigms: a review of literature related to concept development in adolescent science students. **Studies in Science Education**, v. 12, p. 7-15, 1978.

FEYNMAN, R. P. **Deve ser brincadeira, Sr. Feynman!** Brasília: UNB, 2000.

FRANCISCO, D.; MORGADO, L.; MACHADO, G.; MENDES, A. Q. Interação e presença social em ambientes virtuais de aprendizagem. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INFORMÁTICA EDUCATIVA, VII, 2005, Leiria, Portugal. **Atas...** p. 263-267.

GARRISON, D. R.; ANDERSON, T; ARCHER, W. Critical inquiry in a text-based environment: computer conferencing in higher education. **The Internet and Higher Education**, v. 2, n. 2/3, p. 87-105, 2000.

GREENSPAN, A. **A era da turbulência**: aventuras em um novo mundo. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

HURD, P. DeH. Scientific literacy: its meaning for American schools. **Educational Leadership**, v. 16, p. 13-16, 1958.

KLEIMAN, A. O letramento na formação do professor. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPOLL, VII, 1991, Porto alegre. **Anais...** Porto Alegre, 1992, v. 2. p. 769-774.

_____. Modelos de letramento e as práticas de alfabetização na escola. In: _____. **Os significados do letramento**: uma nova perspectiva sobre a prática social da escrita. Campinas: Mercado de Letras, 1995. p. 15-61.

KRASILCHIC, M; MARANDINO, M. **Ensino de ciências e cidadania**. São Paulo: Moderna, 2007.

LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência**: o futuro do pensamento na era da informática. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora 34, 1994.

LIMA, L.; MEIRINHOS, M. A presença social e cognitiva em ambientes de aprendizagem virtual: estudo de caso com alunos do ensino secundário. **EDUSER: revista de Educação**, v. 3, n. 1, p. 31-44, 2011.

MAIA, I. F. **No jardim dos letramentos**: tomadas de consciência e poéticas em rede na cultura da convergência. 2011. Tese (Doutorado em Artes Visuais) – Universidade Estadual de Campinas, Programa de Pós-Graduação do Instituto de Artes, Campinas, SP.

MION, R. A.; ANJOS, E.; PIAZZETTA, R. L. S. **Estado da arte sobre alfabetização e letramento científico-tecnológico na formação inicial de professores em ensino de**. Disponível em: <http://www.enrede.ufscar.br/participantes_arquivos/E1_mion_IC.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2011.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciência: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.

NAÇÕES UNIDAS – Cimeira do Milênio. **Declaração do Milênio**. Nova Iorque: ONU, 2000.

OLIVEIRA, M. K. **Vigotski**: o aprendizado e desenvolvimento, um processo sócio-histórico. São Paulo: Scipione, 1993.

_____. Pensar a educação: contribuições de Vigotski. In: CASTORINA, J. A.; FERREIRO, E.; LERNER, D.; OLIVEIRA, M. K. (Orgs.) **Piaget – Vigotski**: novas contribuições para o debate. São Paulo: Ática, 2006. p. 51-83.

OLIVEIRA, O. L.; BARANAUSKAS, M. C. Interface entendida como um espaço de comunicação. In: WORKSHOP SOBRE FATORES HUMANOS EM SISTEMAS COMPUTACIONAIS, II, 1999, Campinas, SP. **Anais...** Disponível em: <<http://www.unicamp.br/~ihc99/Ihc99/AtasIHC99/art7.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2003.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Measuring Student Knowledge and Skills**: The PISA 2000 Assessment. Read-

ing, Mathematical and Scientific Literacy. OECD Publications, 2002. Disponível em: <<http://www.oecd.org/dataoecd/44/63/33692793.pdf>>. Acesso em: nov. 2011.

PIAGET, J. **Para onde vai a educação?** 16. ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 2002.

RANGEL, F. O. **Mediação pedagógica em EAD: a falta de tempo como sintoma.** 2009. Tese (Doutorado em Educação - Currículo) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Educação (Currículo), São Paulo, SP.

REZENDE, F. New technologies in the training of physicists and physics teachers. Relatório Final. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE EDUCAÇÃO EM FÍSICA, VII, 2001, Porto Alegre. **Atas...** Porto Alegre: Instituto de Física, 2001.

ROSA, M.; MARTINS, M. C. **O que é alfabetização científica, afinal?** Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/sys/resumos/T0011-1.pdf>>. Acesso: 23 jan. 2012.

SACHS, J. **O fim da pobreza: como acabar com a miséria mundial nos próximos 20 anos.** São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

SALEM, S.; KAWAMURA, M. R. Estado da arte dos estudos da arte da pesquisa em ensino de física. In: ENCONTRO NACIONAL EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, VII, 2009, Florianópolis. **Anais...** Disponível em: <http://www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/novo_06.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2010.

SANTAELLA, L. **A teoria geral dos signos: como as linguagens significam as coisas.** São Paulo: Guazzelli, 2000.

SANTOS, M. E. N. V. M. Encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI: construção do saber científico e da cidadania via ensino CTS de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, II, 1999, Valinhos. **Atas...** ABRAPEC, 1999. (CD ROM)

SASSERON, L. E. Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na construção do ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. P (Coord.). **Ensino de Física.** São Paulo: Cengage Learning, 2011.

SEVCENKO, N. **A corrida para o século XXI: no loop da montanha-russa.** São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

SOARES, M. **Letramento: um tema em três gêneros.** Belo Horizonte: Autêntica, 1998.

_____. **Alfabetização e letramento.** São Paulo: Contexto, 2003.

_____. Letramento e Escolarização. In: RIBEIRO, V. M. **Letramento no Brasil.** 2. ed. São Paulo: Global, 2004. p. 89-113.

STRIEDER, R. B.; KAWAMURA, M. R. D. Pesquisas sobre o estado da arte em CTS: aproximações e contrapontos. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, XII, 2010, Águas de Lindóia. **Atas...**

VALENTE, J. A. Mudanças na sociedade, mudanças na educação: o fazer e o compreender. In: VALENTE, J. A. (Org.). **O computador na sociedade do conhecimento.** Campinas: Núcleo de Informática Aplicada à Educação / Universidade Estadual de Campinas, 1999. p. 29-48. cap. 2.

_____. As tecnologias digitais e os diferentes letramentos. **Revista Pátio**, 2008. Disponível em: <http://www.revistapatio.com.br/sumario_conteudo.aspx?id=597>. Acesso em: 15 jun. 2008.

VIGOTSKI, L. S. **Historia del desarrollo de las funciones psíquicas superiores.** Ciudad de la Habana: Científico-Técnica, 1987.

_____. **A formação social da mente.** 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

_____. **A construção do pensamento e da linguagem.** São Paulo: Martins Fontes, 2001.

_____. **Psicologia pedagógica.** 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2004.

WINKIN, I. **A nova comunicação.** Campinas: Papirus, 1998.