

EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA EM REDE

SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL EDUCATION IN NETWORK

José André Peres Angotti*

PPGECT – UFSC – Florianópolis – SC – Brasil

Resumo: No cenário atual da Educação Pública Brasileira, tão emblemático e problemático em seus diferentes níveis, desde os anos iniciais até os doutorados, promovemos discussões e proposições focadas na apreensão crítica, sistemática e produtiva das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação, de modo articulado com a comunidade da área de Ensino (CAPES). Nossas atividades de ensino e pesquisa com essa perspectiva, desde o final do século passado, foram aprofundadas durante um Estágio Senior junto à Universitat Autònoma de Barcelona, em 2014, e no ano seguinte em publicação digital. Em diversas apresentações em eventos em 2017, temos destacado e proposto alternativas viáveis para o desafio da Educação Científica e Tecnológica em Rede, dentre elas o Seminário 15 anos de nosso PPGECT e o IV CIECITEC, realizado na Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI. Este texto foi elaborado a partir dessas oportunidades de exposição e debates construtivos, com a sintonia e colaboração de muitos colegas e estudantes.

Palavras-chave: ECT em rede, ensino de Ciências com TDIC, abordagem temática no Ensino de Ciências.

Abstract: In the current scenario of Brazilian Public Education, so emblematic and problematic in its different levels from the initial years to the graduate level, we promote discussions and propositions focused on the critical, systematic and productive apprehension of Digital Information and Communication Technologies, in articulated way with teaching virtual community. Our teaching and research activities with this perspective, since the end of last century, were deepened during a six months leave at Universitat Autònoma of Barcelona in 2014/15. During various presentations at events in 2017, we have highlighted and proposed viable alternatives to the challenge of Scientific and Technological Education in Network, among them the Seminar 15 years of our PPGECT and IV CIECITEC, held at the Integrated Regional University of Alto Uruguay and the Missions - URI. This text was drawn from these opportunities for exposure and constructive discussions, in tune and collaboration of many colleagues and students.

Keywords: ECT in network, teaching Sciences with TDIC, thematic approach in Science Teaching.

1. Introdução

A discussão proposta neste texto está comprometida com a Graduação, sobretudo com as licenciaturas, sem excluir outras formações afins. A Educação Básica - EB, a Educação Profissional e Tecnológica – EPT; a educação não formal e a divulgação científica também estão

* angotti@ced.ufsc.br

contempladas. No cenário recente da Educação brasileira, a partir de 2008, com a fundação da NovaCAPES, foram criados programas centrados na melhoria da formação docente como o Iniciação à docência - PIBID, o Programa de Formação de Professores - PARFOR e o Observatório da Educação - OBEDUC, sem prejuízo das iniciativas da Secretaria da Educação Básica – SEB de apoio aos docentes, como o Plano Nacional do Livro Didático-PNLD, a coleção Explorando o Ensino, o Guia de Tecnologias Educacionais e outros. A identidade das licenciaturas foi bastante fortalecida com a nacionalização desses programas, junto à implantação e expansão dos cursos semi-presenciais e a distância – EAD. Secretarias Estaduais de Educação têm compromisso com esses programas e outros, como o Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e ao Emprego - PRONATEC e o Ensino Médio Inovador - EMI; disciplinas de Estágio Supervisionado têm inserção junto às escolas de EBs, materiais didáticos e acervo que podem ser mais bem divulgados. Os Programas de Pós-Graduação da área de Ensino da CAPES mantêm um convívio produtivo com essas diversas frentes, mesmo considerando as dificuldades atuais. O Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - INEP contribui com os censos e com a avaliação de estudantes, via Sistema de Avaliação da Educação Básica - SAEB, Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM e Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes - ENADE, entre outros.

O que defendemos e sugerimos neste texto, para uma vinculação mais imbricada e transparente, é a formação de grupos identificados com as linhas de pesquisa comprometidas com as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação - TDIC junto a estudantes de graduação das Licenciaturas, Engenharias, Computação e professores em exercício da EB e EPT, para: a - abrir links de nossas páginas dos Programas com as da CAPES, MEC, SEEs e SMEs, assim como os laboratórios de demonstrações, experiências remotas e outros; b – identificar e divulgar fontes baseadas em TDIC de interesse para licenciandos, docentes e estudantes da EB; c - criar ou adaptar materiais didáticos e paradidáticos de nossas disciplinas afins, bem como interdisciplinares pela via temática, usando TDIC tradicionais e avançadas como Realidade Virtual, Aumentada, web 3.0 e 4.0.

Outras possibilidades são as associações entre Programas de Pós-Graduação Acadêmicos e Profissionais da área Ensino, com iniciativas similares no país e exterior. No PPGECT/UFSC, no qual atuamos, estamos mobilizando o lançamento do “ECT em rede”, programa articulado ao Ensino Misto ou Híbrido, a partir dos objetivos e compromissos dos Projetos “Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – INCT” – Ensino e INCT – UFSC. Esses, embora aprovados em 2016, não foram ainda apoiados minimamente nas esferas nacional e local. Processos e produtos identificados com nossa discussão já bem reconhecidos por docentes e estudantes dos vários níveis de escolaridade, em nível nacional como o Portal do Professor e o EduCAPES; nas Secretarias de Educação Estaduais e Municipais; bem como nos endereços dos programas de pós-graduação da área e de muitas outras já publicadas em rede, estão muito bem incluídas em nossos planos. Resta afirmar que não temos a pretensão de liderar frentes de execução a respeito das proposições aqui defendidas, individualmente, ou em equipe da UFSC e outras poucas IES parceiras. A tarefa precisa ser assumida por um conjunto mínimo representativo dos grupos e IES da nossa área, o que justifica a publicação deste texto que visa ampliar tanto as discussões quanto as parcerias entre professores, pesquisadores e instituições.

Use páginas tamanho A4 e as margens especificadas neste documento (sup.:2,5cm, Inf.:2,5cm, Esq.:3cm, Dir.:3cm). O texto deve utilizar o fonte Calibri tamanho 11. Primeira linha de cada parágrafo espaçada de 1 cm. Espaço de 16 pts. entre linhas e 6 pts. abaixo de cada parágrafo.

Títulos usam a fonte Cambria, tamanho 16 e negrito, centralizadas. Se não tiver as fontes indicados (e apenas nesse caso) substitua-as por Times New Roman. Busque limitar o uso de sub-seções a um único nível adicional numerando hierarquicamente os títulos. Use uma linha em branco antes de cada Título.

2.A área *Ensino* na quadrienal de 2017

A área *Ensino* junto à CAPES totalizou 157 Programas de Pós-Graduação – PPG *strito sensu* em 2017, integrando o índice expressivo de 177 cursos, dos quais 76 de Mestrado Profissional, 68 de Mestrado Acadêmico e 33 de Doutorado. Criada a partir da reestruturação da área Ensino de Ciências e Matemática, que foi fundada em 2001, com sete PPG iniciais e que contava com 60 em 2010. Os PPG da área Ensino eram 65 em 2011, número que vem aumentando de maneira contínua e sistemática até hoje, com previsão de nova ampliação no futuro breve, no domínio dos cursos atuais e, mais ainda, com a provável implantação do Doutorado Profissional, aprovado pela CAPES em 2017. O Gráfico 1 mostra a evolução no número de programas da área, no período de 2000 a 2017:

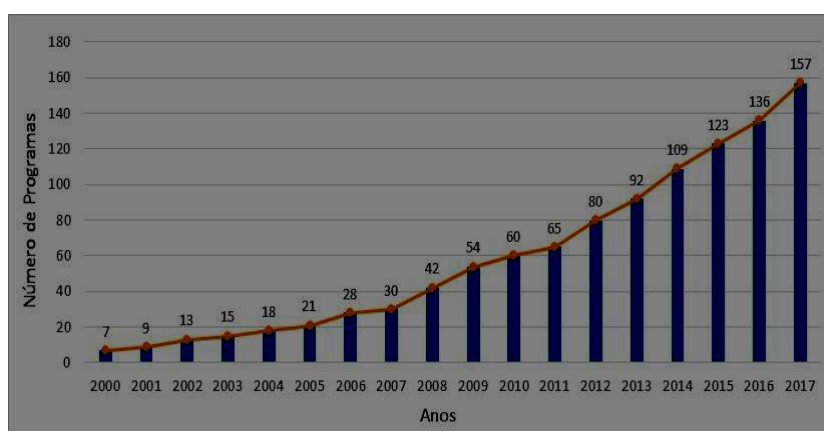


Gráfico 1. Evolução dos Programas da área Ensino 2000-2017

Fonte: Relatório da avaliação quadrienal – CAPES - Ensino

Do relatório da avaliação quadrienal disponível na página da CAPES, temos os seguintes dados sumários: 140 Programas avaliados do total de 157, sendo 67 acadêmicos e 73 profissionais. O total de docentes era 2.602 e o de egressos totais 5.941, dos quais 5.033 mestres e 908 doutores. Demais dados e devidas contextualizações com destaque para a produção intelectual dos pesquisadores da área podem ser consultados no referido documento. Cabe registrar que nossas teses e dissertações, artigos em periódicos e eventos e produções técnicas podem ser acessadas em rede a partir dos endereços de cada Programa ou em busca direta a partir de autores ou títulos. Em outras palavras, as fontes impressas tendem a ser reduzidas, minimizadas e provavelmente quase extintas no futuro breve. Mesmo diante de toda essa

produção e dos esforços para a difusão desse conhecimento sistematizado, ainda permanece uma questão: o que podemos fazer para ampliar a divulgação de nossas atividades junto a outros potenciais parceiros, como professores e estudantes da Educação Básica e interessados com formação em outras áreas do conhecimento?

Os índices revelados demonstram de modo inequívoco o crescimento e a produtividade da comunidade envolvida, que deverá continuar crescendo em todas as regiões do país, com os cursos acadêmicos e profissionais já reconhecidos pela CAPES e o novo Doutorado Profissional, aprovado em 2017.

Porém, além da formação acadêmica, também é preciso pensar em formas de difusão do conhecimento sistematizado nesses programas. As possibilidades de *publicações alternativas* estão disponíveis gratuitamente e aplicativos da rede web, que podem ser providenciadas por um programa ou vários, podem ser utilizados por meio de trabalho conjunto integrado em conexão: blogs, coleções de transparências, *twiters* e *hashtags*, vídeos de pequena duração no estilo TED de trechos de aulas, sínteses de produções ou divulgação do acervo, animações e simulações singelas ou com realidade virtual e aumentada, web 3.0 ou 4.0, plataforma Moodle ou similar de cursos, oficinas, MOOCs para leigos sobre tópicos atuais de ciência e tecnologia e outras atividades.

Com essas iniciativas e outras certamente disponíveis hoje e muito mais no futuro breve, que podem ser feitas com grupos da área ou em colaboração com colegas de computação e informática, será possível atingir e sensibilizar para o uso das TDIC um contingente muito maior de leitores, adeptos e seguidores. O desafio da aproximação entre o sucesso da área na dimensão da pesquisa básica e aplicada e o distanciamento da escola e de outros potenciais aliados poderá ser alcançado com mais êxito com iniciativas criativas de nossos colegas, estudantes da pós-graduação e de graduação afins à área. A mesma ideia pode ser expandida junto aos programas PIBID, PARFOR, PRONATEC e afins, do MEC e de Secretarias Estaduais e Municipais de Educação.

Em síntese, estamos defendendo uma cultura que associa o “carregar” tão plausível quanto o “baixar”, com todo o respeito e admiração aos grupos da área que já exercitam esse binômio.

Cabe registrar que nossa área já tem Programas de pós-graduação em rede, cuja experiência pode muito bem contribuir para catalisar ações similares em paralelo, conforme dados do relatório da área relativos à avaliação quadrienal 2017:

- A Rede Amazônica de Ensino de Ciências e Matemática - REAMEC, iniciou em 2010, quando abriu o Programa de Doutorado em rede Educação em Ciências e Matemática, em uma parceria entre a Universidade Federal do Mato Grosso – UFMT, a Universidade Federal do Pará - UFPA e a Universidade do Estado do Amazonas- UEA”;

- A rede programas de Ensino em Saúde, desde 2014, reúne informalmente 25 programas, sendo oito acadêmicos e 17 profissionais em 14 estados;

- A rede de Programas em Ensino nos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, com 10 programas instalados em sedes e um programa em Rede com 18 polos, sediado no Instituto Federal do Espírito Santo – IFES, em Vitória-ES.

- Rede de Pesquisa INCT: uma notícia alvissareira relativa à avaliação externa da área ocorreu em maio de 2016, com a divulgação do resultado dos projetos do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – INCT, que aprovou a proposta do INCT - Ensino e Educação vinculado a pesquisas próximas às TDIC em posição 127 de um total de mais de 345 submetidas, avaliadas por comitê internacional e canceladas pelo CNPq. Foi uma conquista parcial, uma vez que as fontes de fomento CAPES e CNPq associadas às FAPs estaduais decidiram apoiar financeiramente somente os 102 primeiros projeto aprovados. Como o INCT foi previsto para um período de seis anos, temos ainda a chance de intensificar pedidos de apoio e fomento para desenvolver frentes de atuação em todo o país com a participação de 43 instituições, 54 grupos de pesquisa e 230 pesquisadores integrantes. Abrange o ensino de ciências, a educação matemática, de tecnologias, o ensino em saúde e o ensino em artes e humanidades. Ao todo, os pesquisadores integram 47 Programas de Pós-Graduação das Áreas de Ensino, Educação, Artes e outras, abrangendo todas as regiões do país, 20 estados e 33 cidades.

3. Concepção freireana, Ensino de Ciências e Tecnologias e TDIC

Historicamente, a plataforma teórico-metodológica básica de investigação e ação que privilegiamos está associada às categorias freirianas originais, como *tema gerador*, *problematização*, *diálogo e redução temática*. Considerando os desafios e perspectivas do campo de conhecimento da Educação Científica e Tecnológica - ECT no seu sentido mais amplo, outras afins foram criadas por um grupo de autores, a partir dos anos 1980, como *Questão Geradora*, *Equipamentos Geradores*, *Conceitos Unificadores e Momentos Pedagógicos*. A partir de meados dos anos 1990, a aproximação de pesquisadores e pós-graduandos da ECT com licenciandos (inicialmente em Física e a seguir de outras áreas) da UFSC assegurou o início de projetos envolvendo essa plataforma em uma nova subárea, que denominamos “Mídia e Ensino de Ciências”.

Dessa forma, foi implantada a Oficina Pedagógica de Multimídia, mais tarde substituída pelo LANTEC – Laboratório de Novas Tecnologias, ambos localizados no Centro de Ciências da Educação – CED. Outros laboratórios e núcleos foram criados em diversos departamentos e centros da UFSC que mantêm cursos de licenciatura, apoiados principalmente pela CAPES-DEB e DED/UAB para contribuir com a viabilização dos cursos EAD, oferecidos na sede de Florianópolis e em 11 polos do interior de SC.

Integramos equipe comprometida com a reflexão e prática da concepção *temática* de origem *freiriana*, vertida e adaptada para o ensino–aprendizagem de ciência e tecnologia. Exposição, argumentos e exemplares detalhados dessas atividades, que não serão aqui apresentados, podem ser consultados na publicação de Delizoicov *et al* (2011) e em nosso livro digital (ANGOTTI, 2015).

Essa concepção e seus construtos foram concebidos, continuamente refletidos e colocados em prática desde o início da década de 1980, em diversos cenários da educação formal, sempre voltados ao ensino de ciências da natureza. Relativamente às “novas tecnologias”, o início foi no tempo das versões impressas, dos mainframes, sem computador pessoal e sem telefone celular. As categorias epistemológicas abaixo identificadas são atualizadas e ampliadas a partir de publicação recente (ANGOTTI, 2015) e já foram exercitadas, de maneira explícita e implícita, em ensaios, propostas e elaborações de Programas de Ensino de Física/Ciências da Natureza (MENEZES, 1988; Delizoicov *et al*, 2011).

Conforme tem-se destacado, em síntese, são três eixos balizadores que estruturam a atuação docente nessa perspectiva: 1) o conhecimento que se quer tornar disponível; 2) as situações significativas envolvidas nos temas e sua relação com a realidade imediata na qual o aluno está inserido; e 3) os fatores ligados diretamente à aprendizagem. O uso do Tema Gerador é uma das formas de articular essas três dimensões. Em primeiro lugar, a escolha do tema está ligada a uma compreensão, a um estudo efetivo da realidade local, tanto no que ela tem de vivencial, partilhado pelos alunos e pelos grupos sociais que a ela pertencem, como nas relações que permite estabelecer com a estrutura social vigente. Também ligado ao tema gerador, mas fortemente presente na redução temática e na elaboração do programa propriamente dito, está a releitura do conhecimento produzido na área de ciências naturais. A criação de novos instrumentos e a busca de fundamentação são partes integrantes e permanentes, tanto da atividade dos educadores - e, de certa forma, dos pesquisadores - que está sendo desenvolvida na escola quanto da de outros pesquisadores que podem assessorá-la. No quadro de referências e alternativas de materiais didáticos com TDIC, cabe aos professores, que também são produtores criativos de seus materiais, tomarem as decisões e organizarem as atividades de suas aulas. Considerando a identificação de crianças, adolescentes e jovens de hoje com as TDIC, a começar pelos telefones celulares em rede, a mediação docente deverá ser preferencialmente pautada pelo ensino no estilo misto ou híbrido. Concepções que demarcaram a modalidade de ensino a distância relativamente ao presencial, alguns anos atrás, atualmente estão sendo revisadas em favor do ensino híbrido.

4. Conceitos unificadores, Momentos Pedagógicos e Programas de Ciências

As categorias a seguir foram criadas e exercitadas em diversos espaços da Educação Pública em Programas amplos e na formação docente desde o início dos anos 1980, bem antes da era dos PCs e Redes acessíveis à população. Os cenários também foram bem variados: na Guiné-Bissau, em Natal e cidades do interior do RN, nas escolas municipais da capital de São Paulo, de Angra dos Reis – RJ e em outros espaços educativos do país. Neste texto, atualizamos e contextualizamos esses tópicos do escopo científico e tecnológico comprometido com a abordagem temática por nós defendida.

4.1 Conceitos Unificadores

Foram implantados a partir de estudos sobre a polaridade entre fragmentações e totalizações do conhecimento sistematizado em ciências da natureza e tecnologias afins. Buscamos as superações dos incontáveis fragmentos de nossas atividades de ensino, desde a escola fundamental até a superior, assim como a ruptura das amarrações e detalhes dos currículos disciplinares, tanto na horizontalidade de uma dada série escolar, como na verticalidade, ao longo de um ciclo de formação. São identificados basicamente quatro desses conceitos interdisciplinares presentes na investigação científica básica e aplicada, assim como no escopo do seu ensino-aprendizagem.

Transformações

Da matéria viva, não viva ou ambas em todas as dimensões do espaço e do tempo mudanças humanas ou natureza transformada ocorrem há milhões de anos em pequena, média e grande monta. Relativamente ao período histórico de cerca de 5000 anos, com a implantação das escritas silábica e cuneiforme, intervenções com algum tipo de registro avançaram em ritmo acelerado em alternância com períodos de relativa descontinuidade. Desde o século XVI, os avanços criados pelo homem e os problemas deles decorrentes adquiriram maior ritmo: navegações oceânicas, mercantilização, reforma religiosa e, relativamente ao nosso escopo, as revoluções científica e tecnológica até nossos dias, cujo período pode ser caracterizado por transformações de teor tecnocientífico. Mudanças humanas e não humanas atuais (promovidas por máquinas em grupo e redes) podem ser observadas e vividas na duração de um dia, como luz e sombra, calor e frio, sol e chuva... Também podem ser amplas, profundas e disruptivas, a exemplo do próprio *conhecimento*: antes acessível a poucos adultos porque fixado em bibliotecas, laboratórios e museus; hoje acessível não raro gratuitamente a todos os interessados da infância à terceira idade, via telas de computadores domésticos ou telefones móveis. Tais mudanças humanas e não humanas sem precedentes parecem mais similares a *metamorfoses*.

Regularidades

Categorizam e agrupam as transformações mediante semelhanças, padrões, ciclos abertos e fechados, recorrências ou invariâncias no espaço e no tempo ou no espaço-tempo. São concebidas e entendidas como "regularidades nas transformações" e constituem a contrapartida das mudanças no conhecimento, em particular no conhecimento científico, a exemplo dos "princípios de conservação da Física". Em poucas palavras, podemos afirmar que a Ciência e a Tecnologia exercitam dinamicamente o par Transformações e Regularidades (T&R).

Energia

Conceito que incorpora os dois anteriores, com a vantagem de alcançar mais abstração, de estar acompanhado de linguagem matemática de grande poder de compactação e generalização, capaz de instrumentalizar transformações e conservações, e ainda de estar associado à degradação. Energia (E) é um sutil "camaleão" do conhecimento científico: transforma-se, espacial e temporalmente, na dinâmica mutável dos objetos, fenômenos e sistemas; conserva-se na integração dos seus dois tipos - potencial e cinética das suas distintas

formas – mecânica, eletromagnética, nuclear... e degrada-se, porque uma de suas formas - o calor - é menos elástica ou reversível do que as outras. O aumento da entropia do universo e dos sistemas abertos - que trocam matéria e/ou energia com a vizinhança não exclui os sistemas conservativos muito especiais, por meio de regulações nos exemplos naturais típicos dos sistemas vivos e produtos tecnológicos como geladeiras e computadores. Nesses casos, o valor dessa grandeza pode permanecer constante ou mesmo ser reduzido, sempre à custa de mais aumento da entropia na vizinhança. Discussões atuais bem fundamentadas sobre controvérsias e desafios da humanidade em termos locais, regionais e globais precisam ser acompanhadas de estudos e estatísticas sobre “produção e consumo” de Energia.

Escalas

Enquadram os eventos estudados nas mais distintas dimensões, sejam elas ergométricas, macro ou microscópicas a nível espacial; de durações normais, instantâneas ou remotas em nível temporal. Podem ser exercitadas com auxílio dos três conceitos anteriores: transformações e regularidades analisadas por "faixas de energia" ou escalas energéticas (MENEZES, 1988). Escalas apontam onde e como estamos imersos no espaço, tempo e outras dimensões. Com auxílio das Realidades Virtual e Aumentada podem ser visitadas e “vivas” varreduras de ampliação e redução subsequentes: pontual, local, regional, nacional, continental, global, cosmológica, sejam um ou muitos universos.

As escalas podem ser classificadas de acordo com suas diversas grandezas: Espaço (3 ou mais dimensões), Tempo, Massa-Energia, Temperatura, Meteorologia, Paleontologia. Escalas métricas, das quantidades extensivas, que não se restringem mais às ênfases estáticas dos "atlas escolares" que pareciam imutáveis, hoje sugerem mais fotografias em movimento dados os dispositivos GPS, os mapas interativos esquemáticos ou geográficos via satélite. O quantitativo está mais presente nesse conceito, aliado ao qualitativo. Em linguagem matemática, podemos escrever: Escala (S) = S(T,R,E), obedecendo a relações de inclusão e compromisso entre os quatro conceitos, tomadas inicialmente pelo primeiro par (T&R) e incorporadas no terceiro <E,E(T,R)>.

Uma contribuição singular que sempre orientou nossas reflexões e ações no tocante às escalas é o original de Kees Boeke que publicou seu "Cosmic View" em 1957, provavelmente a única publicação que pode ser lida para frente, para trás ou mesmo em ordem aleatória.

Do campo epistemológico ao pedagógico, podemos localizar espaços intermediários de transição do conhecimento em CN, pelas vias da transposição didática e informática do saber crítico de poucos ao saber democratizado e culturalmente inserido de muitos.

Perguntas sínteses, denominadas de Questões Geradoras (PERNAMBUCO, 1994), convenientemente formuladas, auxiliam o professor a identificar de quais dos seus conhecimentos os alunos precisam se apropriar para compreenderem os fenômenos, as situações e os temas, através de conhecimentos científicos. Cabe também registrar o potencial de abordagem sistemática ancorada em processos e produtos de C&T pela via dos Equipamentos Geradores (AUTH *et al*, 1995). O professor, detentor do conhecimento científico, saberá mais do que transmiti-los aos alunos e saber formular perguntas, de modo a contribuir para a formação do sujeito ativo no processo de ensino-aprendizagem:

Antes de tudo o mais, é preciso saber formular problemas. E seja o que for que digam, na vida científica, os problemas não se apresentam por si mesmos. É precisamente esse sentido do problema que dá a característica do genuíno espírito científico. Para um espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma questão. Se não houve questão, não pode haver conhecimento científico (BACHELARD, 2000 p. 148).

4.2 Três Momentos Pedagógicos

Dentre as possibilidades de se estabelecer uma dinâmica de atuação docente em sala de aula que contemple os aspectos aqui apresentados, a que apresentaremos a seguir, cuja utilização tem caracterizado algumas iniciativas educacionais, é fornecida como opção. Ela é caracterizada pelo que tem sido denominado de momentos pedagógicos, divididos em três, cada qual com funções específicas e diferenciadas entre si, quais sejam:

Problematização Inicial

Apresentam-se situações de cenários “reais e virtuais” que os alunos presenciam, reconhecem e têm alguma interpretação, em geral distante da mais aceita pela comunidade científica e tecnológica. Envolvidos nos temas, quase sempre exigem a introdução dos conhecimentos de Ciência básica, aplicada e Tecnologia (C&T), podendo prescindir também de conhecimentos de outras áreas, uma vez que o ensino-aprendizagem de C&T não pode ser apenas internalista. Nesse momento, problematiza-se o conhecimento que os alunos vão expondo, de modo geral, a partir de poucas questões propostas relativas ao tema e às situações significativas, inicialmente discutidas num pequeno grupo. Depois, os grupos compartilham e discutem suas posições no grande grupo. A meta é provocar o debate e, não raro, o desconforto provocado pelo conflito cognitivo, para que sintam a necessidade de outros conhecimentos que ainda não detêm e se posicionem em estágio de prontidão.

Organização do Conhecimento

Os conhecimentos selecionados como necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são sistematicamente estudados nesse momento, sob a orientação docente. Essa etapa essencial é a mais centrada nos “conteúdos” junto a metodologias e atividades diversas. Fontes bibliográficas impressas e virtuais/digitais são selecionadas pelo professor individualmente, em grupo, ou em comunidade virtual; fonte única não basta, mesmo sendo um bom livro didático aprovado pelo PNLD. Em sintonia com o interesse e potencial de seus alunos, o professor promove suas mediações em torno da conceituação identificada como fundamental para uma compreensão adequada e, se possível, assegurando a apreensão crítica das situações que estão sendo problematizadas.

Aplicação do Conhecimento

Destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo como outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, podem ser compreendidas pelo mesmo conhecimento. Como no momento anterior, as mais diversas atividades podem ser desenvolvidas, em nossa época, com uso e apropriação de fontes com

TDIC – desafios, controvérsias, problemas abertos instigantes e criativos (POLYA, 1949; ZYLBERSZTAJN, 1998) e vigilância epistemológica (BaCHELARD, 2000). As atividades estarão em sintonia com a mobilidade cognitiva e com a escolaridade dos estudantes (EF, EM ou Graduação). Com a sensibilidade e a força da mediação docente, o estímulo à aprendizagem individual, em grupo ou comunidades pela via do ensino misto, cabe buscar a extensão e a profundidade dos conceitos e suas relações com outros elementos em estruturas, modelos e teorias.

Seguramente, a tarefa de articulação entre temas, conceitos unificadores e momentos pedagógicos, com vistas à elaboração de um programa e de seu planejamento, constitui-se em um trabalho de equipe, que hoje faz mais sentido se incluirmos às tradicionais sessões de ensino-aprendizagem na modalidade presencial (face a face) outros encontros telepresenciais (face - tela - face). Nas últimas décadas, não temos dúvida sobre a possibilidade de um novo cenário mundial e brasileiro com forte indicador de êxito, proporcionado pelas TDIC, hoje disponibilizadas em rede para acesso, apreensão, crítica e compartilhamento de todos os tipos de "usuários". Entre eles, estamos incluídos nós, professores de todos os campos e áreas do conhecimento, particularmente os docentes de Ciências da Natureza dos diversos níveis de escolaridade e aprendizagem. Nosso mote para esse cenário está focado na condição estruturante de mediação tecnológica contemporânea em parceria com a mediação docente. Entendemos que, diferentemente de todas as condições históricas anteriores de busca e alcance do conhecimento por sujeitos cognoscentes, hoje a aprendizagem e o conhecimento podem coexistir fora desses sujeitos, armazenadas em rede e ao alcance de contingentes de professores e estudantes em ampla escala. Nesse sentido, compartilhamos com autores do Conectivismo ou Conectividade (SIEMENS, 2005), que vêm afirmando essa nova condição há alguns anos. Outros autores próximos à inteligência artificial preferem a expressão "conhecimento mediatizado por humanos e não humanos". Contudo, ressaltamos que, em nossa compreensão e convicção, a mediação docente continua sendo a variável mais relevante do processo complexo do ensino-aprendizagem.

A Redução Temática, última etapa de um processo de Investigação Temática (Freire, 2005) e de nosso grupo de pesquisa e intervenção (DELIZOICOV *et al*, 2011) com destaque para as categorias acima apresentadas e discutidas, consiste na elaboração dos materiais e meios para ensino-aprendizagem da comunidade de aprendizes envolvidos em um curso ou programa de ensino a partir da Abordagem Temática. Se até o início do atual milênio os registros dessa etapa tão relevante eram feitos basicamente em textos associados a poucas imagens congeladas, passamos a dispor de múltiplas alternativas possibilitadas pelas TDIC além do impresso, sejam produções localizadas, sejam em rede. Nesse domínio, estamos convencidos da efetiva capacidade criativa de nossos pares docentes e estudantes de PG, relativamente ao empoderamento da área para contingentes próximos da Educação Escolar e também para outras comunidades afetas ao acompanhamento de nossa produção intelectual e técnica, em linguagem e semiótica compatíveis à esfera da divulgação científica e tecnológica e da circulação de ideias, benefícios e riscos da área.

3. Visão Geral

Figura 2 – Concepção Freiriana, ECT e TDIC. Elaborada pelo autor a partir de original em Delizoicov et al, 2011.

4. Exemplos de atividades desenvolvidas

Nesta seção, fazemos um registro de atividades desenvolvidas em diferentes níveis de ensino. Essas ações pedagógicas nos espaços de graduação, pós-graduação e pesquisa, tiveram como fundamentos as propostas anteriormente apresentadas neste texto. Elas servem como sugestões para aqueles que, movidos pela preocupação com a efetividade do processo ensino-aprendizagem, buscam novas formas de mediar o conhecimento científico e tecnológico em sala de aula.

4.1 Ensino de Graduação

As atividades aqui apresentadas foram realizadas no período de 1989 a 2016, na oferta das disciplinas Metodologia de Ensino de Física – MEF, Prática de Ensino de Física – PEF e Estágio supervisionado de Física - ESEF nos anos mais recentes.

Em semestres alternados, no início, em 1995, tempos da videoteca nas escolas públicas e da implantação da Oficina Pedagógica de Multimídia - OPM no Centro de Ciências da Educação CED/UFSC, iniciamos a construção da página Tópicos de Ciência e Tecnologia Contemporâneas, visando divulgar um material didático ou paradidático virtual pelos estudantes de MEF e, no semestre ou ano seguinte, na aplicação do material de autoria própria ou de colegas, em sala de aula, como parte das atividades obrigatórias. Em 2008 e 2009, já na época do Laboratório de Novas Tecnologias- LANTEC do CED em pleno funcionamento, foram oferecidas as duas disciplinas em discussão para a primeira turma de Licenciatura em Física da UFSC no regime EAD – semipresencial, com os mesmos requisitos e tarefas. Os resultados foram surpreendentes tanto em termos individuais, em duplas e no coletivo. Igual sequência foi desenvolvida com os estudantes de EAD da segunda turma, em 2010 e 2011, em paralelo às ofertas para as turmas presenciais. Essas criações, todos exercitados, entre os licenciandos e com estudantes do ensino médio nos estágios e/ou aulas dos mesmos, sendo mais de 30 trabalhos divulgados na página, tiveram boa repercussão e impacto na época e alguma referência até hoje (Angotti et al, 2010).

Embora com ampla divulgação de processos e produtos em página web 1.0, reconhecemos, hoje, que poderíamos ter buscado outros meios para mais abertura e cobertura de nossas ações, mas isso não foi possível devido ao acúmulo de tarefas e ao crescimento exponencial dos recursos e meios da web 2.0 junto com as redes sociais em escala planetária. A partir de 2010/11, os licenciandos foram estimulados a usarem seus próprios meios, como blogs ou vídeos postados em rede, de maneira a agregar suas produções e contribuições a colegas e interessados em assuntos atuais de Ciência e Tecnologia na perspectiva do ensinar-aprender e divulgar. Uma atividade mais restrita foi implantada nos estágios de Prática de Ensino/Estágio Supervisionado nas escolas do Ensino Médio, desenvolvidas em várias cidades da região de Florianópolis no curso presencial. Foram realizadas gravações de segmentos das aulas dos estagiários para formação de um acervo, que era utilizado para projeção e divulgação junto às turmas de graduações. Nas sessões de encontro na UFSC, as gravações de cada um eram projetadas para discussão e avaliação por todos. Até surgirem os celulares com gravação de imagens, usamos durante vários anos câmeras de vídeo VHS, armazenando e catalogando o acervo. Com as duas turmas de EAD do projeto UAB/UFSC, adotamos o mesmo sistema, ampliando as atividades em escolas em torno de 11 polos localizados em cidades de todo o estado de Santa Catarina. Atividades como essas, vinculadas a divulgação interna segura, foram de grande valor para a formação crítica dos estudantes de licenciatura do curso de Física.

Atualmente, com a facilidade dos celulares, isso pode ser feito amplamente em todos os cursos de formação, com os devidos cuidados de proteção das imagens dos adolescentes.

5.2 Ensino de Pós-Graduação

Em 2003, criamos no PPGET/UFSC a disciplina eletiva Educação Mediada por Tecnologias (E&T), com quatro horas/aula semanais, oferecida anualmente para mestrandos e doutorandos do programa e de outras pós-graduações da UFSC, além de algumas vagas abertas para alunos de outras IES. Sob nossa responsabilidade até 2013, em média tivemos 12 alunos por turma, resultando em um contingente próximo a 130 estudantes que passaram pela oferta. Ao longo dos anos, a disciplina manteve praticamente a mesma ementa, mas passou por mudanças em seus planos, motivadas pela crescente aceleração das TIC de ontem e TDIC de hoje. Considerando a atuação dos egressos de nossa e demais pós-graduações em todo o país, com circulação nacional e internacional em eventos da área, os processos e resultados dessa disciplina estão sendo ampliados em uma escala considerável. Considerando a finalidade de socialização que motiva este texto, segue a ementa da disciplina:

Ementa 2013: Marcos históricos das técnicas e das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e vínculos com a educação tecnológica e científica; relações entre tecnologia, ciências naturais, matemática e cultura hoje; mediação das TIC na educação formal e não formal: presencial, semi-presencial e a distância; políticas públicas de ciência e tecnologia e interfaces com a educação em escala; panorama contemporâneo (web 2.0 e semântica, redes sociais, MOOC e software livre); produção de material digital paradigmático hipermídia mais reflexão e produção intelectual sobre assunto pertinente na forma de artigo. Fonte: Plano de Ensino da Disciplina E&T

5.3 Pesquisa interinstitucional articulada a orientações

Dentre as orientações demarcadas por pesquisa e desenvolvimento com TDIC na Educação Científica e Tecnológica, destacamos três projetos vinculados a orientações de doutorado e a instituições parceiras do país e exterior: Paulo Celso Ferrari – 2002/2006, Elza Cristina Giostri 2004/2008 e André Luiz França Batista – 2014/2017.

Ferrari promoveu, coordenou e investigou um curso na modalidade a distância para a formação de professores de Física, sediado no Instituto de Física da Universidade Federal de Goiás e centrado no tema “Caos em Sistemas Dinâmicos”. O duplo estudo teórico-prático foi inspirado na investigação temática de Freire e desenvolvido na dinâmica dos três momentos pedagógicos, com mediação tecnológica da plataforma Moodle. O ensino associado à pesquisa e desenvolvimento apontou indicadores de êxito quanto à problematização e diálogo de temas contemporâneos na formação inicial e continuada de professores mediada por TDIC. A colaboração entre docentes das áreas específica e pedagógica na escolha dos conteúdos e metodologias de ensino, a participação dos estudantes/professores na coautoria do material didático e o ambiente virtual de aprendizagem foram essenciais para o alcance de resultados promissores. (Ferrari, P.C et al, 2009)

Giostri realizou seu doutorado com estágio *sanduiche* no *Institute of Education da London University* e investigou uma Comunidade Virtual de Prática criada e desenvolvida junto à SOCIESC – Joinville, SC, hoje UNI_SOCIESC, como alternativa para a formação continuada para professores em serviço na educação tecnológica. Foi criado um ambiente virtual como mediação tecnológica, no qual docentes de ensino superior de uma disciplina básica de Cálculo de cursos de graduação em tecnologia interagiram com seus pares ao longo de um semestre, de maneira a aprimorar e enriquecer seus conhecimentos didático-pedagógicos. A interação e a possibilidade de reflexão individual e coletiva sobre o exercício da docência é um caminho para o aprimoramento da prática pedagógica e, em face à disponibilidade exígua que os docentes possuem para participar de encontros presenciais, apostou-se na ideia de um ambiente virtual, organizado e liderado por coordenadores de curso e orientadores pedagógicos, como possível solução para a interação formativa entre docentes. O ambiente virtual da pesquisa foi desenvolvido segundo critérios conceituados por Lave e Wenger (1991) que privilegiam a interação dos membros de uma Comunidade de Prática mediada pelas perspectivas, experiências e conhecimentos dos participantes. As conclusões sobre as vantagens, possibilidades e restrições que a Comunidade de Prática Virtual pode significar para a formação continuada dos docentes são baseadas nas trocas de experiências durante o processo, no advento de sugestões de práticas pedagógicas a partir das interações e das indicações consensuais do grupo (GIOSTRI, 2008).

França Batista realizou seu doutorado com estágio *sanduiche* na *West Scotland University* e investigou possibilidades do uso de jogos para a melhoria de ensino e resultados de aprendizagem em disciplina inicial de programação em cursos de Tecnologia junto ao IFTM, *campus* de Ituiuitaba, MG, sob o título “Guia para ensino de programação baseado em construção de jogos”. Partiu-se da busca sistemática de alternativas para o ensino mais atraente e eficiente de métodos de programação para atrair, reter, e motivar os estudantes, uma vez que a disciplina inicial de programação é uma das principais causas de desistência e evasão nos cursos de TI. Como proposta, diversos educadores têm feito uso de metodologias fundamentadas em jogos digitais, devido a suas características motivacionais. Nessa pesquisa, foi proposto um guia que harmoniza métodos de ensino com jogos digitais para o ensino de programação. Inicialmente, foi elaborado um protótipo do modelo devidamente analisado por um conjunto de especialistas em Educação em TI, que colaboraram com críticas e sugestões para a otimização desse guia. Tais contribuições fortaleceram a concepção do guia otimizado para ensino de programação baseado na construção de jogos digitais utilizando linguagens de programação convencionais. A implementação do instrumento elaborado consiste em quatro fases que abrangem a auditoria inicial, o planejamento, o ensino/aprendizagem e as avaliações/*feedbacks*. Com a colaboração de um professor, foi realizado um estudo de caso destinado à implementação de prática desse guia em sala de aula, a fim de verificar possíveis pontos frágeis e averiguar a eficiência prática do material. Por fim, foram apresentados os possíveis caminhos a serem trilhados como pesquisas futuras, frutos do estudo.

Nesses três exemplares, localizamos o envolvimento de pesquisadores da área vinculados ao PPGECT da UFSC e à IES onde estão lotados (uma IFE-GO, um IF-MG e uma Fundação iniciada com Escola Técnica – SC), mais duas IES da Grã-Bretanha. Considerando os docentes e estudantes do PPGECT/UFSC no período, os projetos de pesquisa afins e suas

produções intelectuais, o ensino de graduação e profissional tecnológico nas IES citadas, projetos e atividades afins até o presente, temos seguramente processos de formação e resultados que contribuem para a melhoria da Educação Científica e Tecnológica, bem como das áreas Ensino e Educação, no cenário das áreas da CAPES.

A possibilidade de atingirmos contingente bem mais amplo de pesquisadores, estudantes de pós-graduação, graduação e educação básica a partir de poucos doutoramentos comprometidos com as TDIC hoje e no futuro breve, será bem maior do que os exemplares acima comentados, se intensificarmos nossa atuação em rede.

5. Considerações sumárias

A abordagem temática permite articulação com outras frentes de pesquisa mais recentes em nossa compreensão, como: flexibilidade cognitiva, comunidades virtuais, interação a distância e conectividade. O enfrentamento dos desafios relativos aos novos cenários de TDIC, a exemplo da Inteligência Artificial e da Internet das Coisas ou de Tudo e a prioridade aos assuntos mais contemporâneos do conhecimento de Ciência e Tecnologia, descortinam um vasto conjunto de possibilidades de pesquisa e desenvolvimento em rede com alto índice de colaboração e impacto.

Tais esforços e contribuições poderão trazer resultados positivos para a melhoria do ensino e da aprendizagem de ciências, matemática, tecnologias e saúde, e também aos demais campos de conhecimento afins da área de Ensino. Convidamos colegas e jovens mestrados e doutorandos da área para contribuir junto ao fortalecimento da cultura em rede, que em nossa compreensão, além de desejável, é imperativa.

6. Referências

ANGOTTI, J.A.P. **Ensino de Física com TDIC**. Florianópolis: PPGET/UFSC, 2015. Publicação Digital livre e aberta. Disponível em http://ppget.ufsc.br/files/2016/01/Ensino_FSC_TDIC_1215.pdf. Acesso em 20 fev. 2018.

ANGOTTI, J.A.P. *et al.* **Tópicos de Ciência e Tecnologias Contemporâneas**. Florianópolis, 2010. Publicação digital livre e aberta. Disponível em: <http://www.men5195.ced.ufsc.br>. Acesso em 20 fev. 2018.

AUTH, M. *et al.* Prática educacional dialógica em Física via equipamentos Geradores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 12, 01, 1995.

BACHELARD, G. **O Novo espírito Científico**. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 2000.

BOEKE, K. **Cosmic View Introdução de Arthur Compton** (original de 1957). Disponível em: <http://ned.ipac.caltech.edu/level5/Boeke/frames.html>. Acesso em 15 fev. 2018.

BOEKE, K. **Cosmic View, the universe in 40 jumps**. Disponível em: <http://www.vendian.org/mncharity/cosmicview/>. Acesso em 29 nov. 2017.

CAPES, 2017. Relatório de avaliação quadrienal da área de Ensino. Disponível em: <http://capes.gov.br/images/stories/download/avaliacao/relatorios-finais-quadrienal-2017/20122017-ENSINO-quadrienal.pdf>. Acesso em 19 fev. 2018.

COURSERA. **Cursos gratuitos em português** – Assuntos Gerais. Disponível em: <https://pt.coursera.org/>. Acesso em 22 jan. 2018.

DELIZOICOV, D. *et al.* **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

EDUCAPES. Disponível em: <http://educapes.capes.gov.br>. Acesso em 14 fev. 2018.

FERRARI, P. C. *et al.* Educação problematizadora a distância para a inserção de temas contemporâneos na formação docente: uma introdução à teoria do caos. **Ciência e Educação** (UNESP), v. 15, p. 85-104, 2009.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**. Rio de Janeiro: Paz e Terra/ Anca/MST, 2004.

_____. **Pedagogia do Oprimido**. 42 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

GIOSTRI, E. C. **s comunidades virtuais de prática como espaço de formação continuada de professores de engenharia e tecnologia**. Endipe 2008, Porto Alegre, UFRGS.

HEIDRICH, D. N. Implantação e avaliação de ensino semipresencial em disciplinas de bioquímica utilizando ambiente virtual de aprendizagem. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**, v. 01 202, p. 01-17, 2010.

HUANG, K. The scale of universe 2. Disponível em: <http://htwins.net/scale2/>. Acesso em 29 jun. 2015.

LAVE, J.; WENGER, E. **Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation**. Cambridge, Cambridge University Press, 1991. Disponível em: https://books.google.co.uk/books/about/Situated_Learning.html?id=CAVIOrW3vYAC . Acesso em 25 jan. 2018.

MENEZES, L.C. Vale a pena ser Físico? São Paulo, Moderna, 1988.

Molecular Expressions, Secret Worlds – The universe within. Disponível em: <http://micro.magnet.fsu.edu/primer/java/scienceopticsu/powersof10/>. Acesso 29 jun. 2015.

Moodle Presencial e EAD/UFSC. Disponível em: <https://moodle.ufsc.br/>; <https://ead.moodle.ufsc.br/>. Acesso em 27 maio 2015.

MOORE, M. G.; KEARSLEY, G. **Educação a distância: uma visão integrada**. Tradução: Roberto Galman. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

MOTTA, A.; ANGOTTI, J.A.P. Avaliação discente de um Curso de Tecnologia à luz da Teoria da Interação a Distância. **Rev. Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia** , v. 04, p. 01-21, 2011.

PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Educação e escola como movimento do ensino de ciências: a transformação da escola pública**. 1994. 2 v. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, USP, São Paulo, 1994.

MEC. Plataforma Freire. Disponível em: <http://freire.capes.gov.br/>. Acesso em 27 jan. 2018.

MEC. Portal do Professor. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/index.html>. Acesso em 27 jan. 2018.

Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica/UFSC. Disponível em: www.ppgect.ufsc.br. Acesso em 20 fev. 2018.

MEC. Programa Institucional de Iniciação à Docência – PIBID. Disponível em: www.capes.gov.br/educacao-basica/capespibid Acesso em 27 jan. 2018.

SIEMENS, G. **Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age**, 2005. Disponível em *elearningspace*. Disponível em: http://www.ingedewaard.net/papers/connectivism/2005_siemens_ALearningTheoryForTheDigitalAge.pdf. Acesso em 09 fev. 2018.

SIEMENS, J. ; DOWNES, S. **First Mooc**. 2005. Disponível em: http://en.wikipedia.org/wiki/Massive_open_online_course. Acesso em 09 fev. 2018.

SPIRO, R.J.; JEHNG, J. **Cognitive flexibility and hypertext: Theory and technology for the non-linear and multidimensional traversal of complex subject matter**. D. Nix & R. Spiro (eds.), Cognition, Education, and Multimedia. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1990.

SPIRO R. J. PJ.; FELTOVICH, MJ; JACOBSON, RL. **Coulson** - Educational Technology, 1991 - phoenix.sce.fct.unl.pt Cognitive Flexibility, Constructivism, and Hypertext: Random Access Instruction for Advanced Knowledge Acquisition in Ill-Structured Domains

Spiro, R. et al. <http://www.lifecircles-inc.com/Learningtheories/constructivism/spiro.html>. Acesso em 09 fev. 2018.

TUBELLA, I.; NOGUERA, I. The **impact of ICT in education: a commented summary of available evidences (2002-2012)**, 2013. Disponível em: <http://pt.slideshare.net/ingridnf/presentation-23729890>. Acesso em 09 fev. 2018.

VEDUCA. **Cursos MOOC livres**, assuntos gerais. Disponível em: http://www2.veduca.com.br/browse/certified_ Acesso em 25 jan. 2018.

WATTS, D. J. The **“new” Science of networks**, 2004. Disponível em: https://scholar.google.com.br/citations?view_op=view_citation&hl=pt-BR&user=LhOAIxMAAAAJ&citation_for_view=LhOAIxMAAAAJ:eQOLeE2rZwMC. Acesso em 09 fev. 2018.

SOUZA, C. A. *et al.* Cultura Científico-Tecnológica na Educação Básica. Ensaio. **Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 09, p. 01-13, 2007.

ZYLBERSZTAJN, A. **Resolução de Problemas: uma perspectiva Kuhniana**. In Atas do VI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 1998. Florianópolis, UFSC.