



A TECNOLOGIA E SEUS ASPECTOS ECONÔMICOS, POLÍTICOS E SOCIAIS NA EDUCAÇÃO BÁSICA

TECHNOLOGY AND ITS ECONOMIC, POLITICAL AND SOCIAL DIMENSIONS IN BASIC EDUCATION

DOI: 10.5281/zenodo.19099660



Elio Carlos Ricardo¹

RESUMO

A importância da tecnologia em nosso cotidiano e no desenvolvimento do país motivou os documentos curriculares oficiais a proporem sua incorporação nos programas escolares da educação básica. No entanto, entre a proposta e a prática parece haver uma lacuna, por várias razões, desde a pouca compreensão acerca da tecnologia à percepção simplista de que haveria a necessidade de equipamentos apropriados. Neste artigo propomos uma abordagem da tecnologia nas práticas docentes das salas de aula a partir de sua relação com aspectos políticos, econômicos e sociais, sem a necessidade de criar novas disciplinas ou mesmo de possuir materiais específicos. Tomamos como referência o Livro Azul, produzido a partir da 4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável, importante marco das políticas públicas em ciência e tecnologia, para explorar algumas áreas estratégicas para o desenvolvimento científico e tecnológico do Brasil que podem ser trabalhadas nas escolas. Apresentamos também a Aprendizagem Centrada em Eventos (ACE) como uma alternativa metodológica adequada para tratar da tecnologia sob distintos aspectos.

Palavras-chave: Educação Tecnológica; Aprendizagem Centrada em Eventos; Desenvolvimento Científico e Tecnológico; Educação Básica.

ABSTRACT

The importance of technology in everyday life and in the country's development has led official curricular documents to propose its incorporation into the school programmes of basic education.

¹ Doutor em Educação Científica e Tecnológica. Doutor em Lógica e Filosofia da Ciência.

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v.4 n.3 (2026) - ISSN 2965-2634

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)





However, between the proposal and its implementation there appears to be a gap, for several reasons, ranging from a limited understanding of technology to the simplistic perception that the availability of appropriate equipment would be necessary. In this article, we propose an approach to technology within classroom teaching practices based on its relationship with political, economic and social aspects, without the need to create new courses or even to possess specific materials. We take as our reference the Blue Book, produced following the 4th National Conference on Science, Technology and Innovation for Sustainable Development, an important milestone in public policies on science and technology, in order to explore certain strategic areas for Brazil's scientific and technological development that may be addressed in schools. We also present Event-Centred-Learning (ECL) as an appropriate methodological alternative for addressing technology from different perspectives.

Keywords: Technological Education; Event-Centred-Learning; Scientific and Technological Development; Basic Education.

1. INTRODUÇÃO

É comum associarmos diretamente a tecnologia a artefatos do nosso cotidiano, especialmente dispositivos eletrônicos e de comunicação em geral. Essa associação não está errada, mas trata-se de perceber apenas uma parte do processo tecnológico que gerou tais produtos. Sua produção envolve etapas de pesquisa, desenvolvimento, produção e avaliação e são suscetíveis às influências sociais, econômicas e políticas bem localizadas historicamente. Ao mesmo tempo, a ciência e a tecnologia influenciam a dinâmica social e os comportamentos das pessoas. Podemos recordar, por exemplo, nossas vidas antes do forno de micro-ondas. Aquecemos os alimentos mais rapidamente que antes. Mas, o seu uso demandou outros tipos de alimentos criados especificamente para serem preparados nesse aparato, ou a modificação e adaptação de alimentos que já existiam. Isso mudou nossos hábitos alimentares e, em alguns casos, as rotinas diárias. Pode-se dizer o mesmo da Internet, do telefone celular, da Inteligência Artificial e outros artefatos tecnológicos.

Essas influências sociais, que acabam gerando novos comportamentos ou modificando práticas antigas, têm via de mão dupla, pois, ao mesmo tempo em que são influenciadas pelas tecnologias e pela ciência, também criam expectativas e demandas por novos conhecimentos e inovações tecnológicas. Entretanto, essas interferências não são privilégios do nosso tempo.





Ao contrário, é razoável admitir que também ocorreram em outros momentos históricos da humanidade. Se considerarmos artefatos técnicos e tecnológicos, podemos citar como exemplos a máquina a vapor, a imprensa, os barcos a vela, a pólvora, as armas de fogo, entre outros. Alguns artefatos permitiram a ação do homem sobre a natureza e sobre os outros homens, produzindo novas formas de relações de poder.

Nesse sentido, surgem questões éticas a partir dos avanços da ciência e da tecnologia. Além do uso bélico, os alimentos transgênicos, o uso de células tronco para pesquisa, a reprodução humana assistida, a clonagem, apenas para citar alguns exemplos, ilustram bem as implicações éticas que surgem a partir da disponibilidade de novos conhecimentos e novas tecnologias. Por outro lado, os avanços da ciência e da tecnologia também já sofreram resistências no passado. Já foi considerado um absurdo dizer que a Terra não estava no centro do Universo ou que ela se movia em torno do Sol. As navegações já foram limitadas às proximidades dos continentes por medo do grande abismo do fim do mundo.

Se tomarmos apenas os anos de 2025 e início de 2026, testemunhamos ao menos três conflitos militares, a saber, Rússia x Ucrânia, Israel x Hamas e, mais recentemente, Irã x EUA e Israel. Também assistimos a uma “guerra” tarifária e comercial, além de desastres climáticos e crises humanitárias. Fica bastante nítido que os principais “atores” mundiais consolidam seu poder a partir das esferas econômica, tecnológica e militar. Basta verificar quem são os cinco membros permanentes do Conselho de Segurança da ONU, com direito a veto.

O Brasil, assim como outros países emergentes, busca ampliar seu protagonismo nos acontecimentos globais significativos. A criação do BRICS representa bem esse anseio de algumas nações por conquistar novos espaços até então ocupados por grandes potências, como Estados Unidos, Inglaterra, França, Alemanha, Japão e outros.

Nesse contexto, a ciência e a tecnologia apresentam-se como expressão do Poder Nacional, ou seja, da capacidade instalada e presumida para alcançar os grandes objetivos eleitos como prioritários para a nação. Ressalta-se que a meta não pode ser apenas conquistar patamares elevados de desenvolvimento, mas também mantê-los. Além disso, há necessidade de dispor de alguns recursos, como energia e matéria prima. Nos últimos anos tem se falado





muito sobre a importância da ampliação da matriz energética do Brasil e da necessidade de investimentos nas chamadas infraestruturas, como rodovias, ferrovias, portos e aeroportos. A necessidade de investimentos nessas áreas é praticamente consensual entre as lideranças políticas que ocupam as esferas de poder em todos os níveis da administração direta. Mais recentemente, o Brasil vem investindo em áreas até então entendidas como não prioritárias, como a tecnologia aeroespacial e de defesa. Com frequência, os recursos destinados para essas áreas são questionados quando há outras necessidades imediatas visíveis em nosso cotidiano. Mas, avançar nessas atividades é fundamental, pois o desenvolvimento de um país não pode ser pensado em curto prazo e apoiado apenas em demandas isoladas.

Para colocar isso em prática, exige-se não apenas decisões políticas, mas principalmente capacidade econômica e potencial científico e tecnológico para implementá-las de modo eficiente, duradouro e sustentável. A formação de pessoas qualificadas e os investimentos na pesquisa científica e tecnológica são condições essenciais para o sucesso de um projeto nacional de desenvolvimento. Para isso, a ampliação da matriz energética é condição básica. Ademais, tem que ser uma produção eficiente. Gerar mais energia e com o menor custo possível, garantindo a sustentabilidade econômica e ambiental, é um dos grandes desafios do nosso país. Podemos imaginar a superação desse desafio sem pesquisa e produção de conhecimentos científicos e tecnológicos? A história mundial mostra que a resposta é não.

Esses são apenas alguns elementos das relações entre ciência e tecnologia e os aspectos econômicos, políticos e sociais. Quintanilla (2012) aponta vários fatores essenciais para o desenvolvimento tecnológico de um país, empresa ou região, entre eles destaca-se a exigência de uma sólida cultura científica e tecnológica da população ou das pessoas implicadas. E, parte dessa cultura se adquire na escola e/ou na formação. Assim, tomamos como ponto de partida esse cenário para propor algumas formas de incorporar discussões sobre a tecnologia no ambiente escolar. Isso está presente inclusive nos documentos curriculares oficiais do Ministério da Educação (Brasil, 1999, 2002, 2013, 2018).

A ideia de inserir a tecnologia nos programas escolares, com frequência, esbarra em algumas concepções simplistas, como a necessidade de laboratórios e equipamentos, ou de





usar artefatos tecnológicos para ensinar ciências, ou mesmo de assumir que a tecnologia é mera ciência aplicada, portanto, bastaria ensinar ciências. O que propomos aqui é trabalhar a tecnologia na sala de aula explorando seus vários aspectos, entre eles, o econômico, o político e o social, sem perder de vista as dimensões éticas, históricas e filosóficas. Para isso, tomamos como principal referência o Livro Azul da 4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável, que foi um marco importante como indutor de políticas públicas em ciência e tecnologia. E, ao final, apresentamos uma alternativa metodológica chamada Aprendizagem Centrada em Eventos (ACE), a qual julgamos apropriada para trabalhar com os temas científicos e tecnológicos presentes no Livro Azul.

2. A 4ª CONFERÊNCIA NACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Em 2010, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) organizou, em Brasília, a 4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável (4ª CNCTI). Esta Conferência foi palco de algumas iniciativas que a distinguem das Conferências anteriores (1985, 2001, 2005) e posteriores. A 4ª Conferência foi convocada por decreto presidencial e tinha como meta discutir e propor uma política de estado para a ciência, tecnologia e inovação, sempre almejando um desenvolvimento sustentável. A base das discussões foi o Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional 2007-2010 (PACTI). Foram organizadas cinco conferências regionais para dar subsídios à 4ª CNCTI, que abordaria em profundidade os seguintes temas: i) Desenvolvimento sustentável; ii) O papel da inovação na agenda empresarial; iii) Ciência básica e a produção de conhecimento; iv) Educação de qualidade desde a primeira infância; v) O papel da CT&I na redução das desigualdades sociais e na inclusão social; vi) O Brasil na nova geografia da ciência e da inovação global. Ao final da Conferência, o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos organizou e publicou o Livro Azul (Brasil, 2010), com a síntese das discussões, orientações e propostas oriundas do evento. Em sua abertura, o Livro Azul destaca o seguinte:

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v.4 n.3 (2026) - ISSN 2965-2634

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)





A 4ª Conferência propôs como **objetivo estratégico** para o País um desenvolvimento científico e tecnológico inovador, calcado em uma política de redução de desigualdades regionais e sociais, de exploração sustentável das riquezas do território nacional e de fortalecimento da indústria, agregando valor à produção e à exportação através da inovação e reforçando o protagonismo internacional em ciência e tecnologia. (Brasil, 2010, p.22)

Consolida-se nesta Conferência a associação do desenvolvimento científico e tecnológico com o desenvolvimento sustentável e a dimensão social. Martins (2007, 2010) já havia identificado uma tendência do MCTI de incorporar uma concepção de política social nas políticas de desenvolvimento científico e tecnológico. Além disso, Fernandes (2007) ressalta que as justificativas para investimentos em ciência e tecnologia do MCTI são associadas a um apelo estratégico para o desenvolvimento nacional.

O Livro Azul destaca que a questão energética e as mudanças climáticas são elementos centrais para um desenvolvimento sustentável, salientando, ainda, que nos últimos anos os investimentos mundiais em ciência, tecnologia e inovação se ampliaram e que o Brasil deveria seguir esse caminho. Diante disso, o Livro Azul defende uma aproximação entre os meios acadêmicos e empresariais para consolidar um modelo de desenvolvimento sustentável, defendendo que esse “entendimento envolve uma visão compartilhada sobre a importância da ciência básica como fundamental para sustentar uma pesquisa aplicada inovadora, voltada para a solução dos problemas e dos desafios da sociedade em curto prazo” (Brasil, 2010, p.28). Observamos, mais uma vez, a associação com políticas sociais.

Ao mesmo tempo, essa posição indica que a antiga percepção de que primeiro deveríamos buscar o desenvolvimento econômico para depois investir em desenvolvimento científico e tecnológico foi superada. O mesmo ocorre com os investimentos em pesquisas básicas, aplicadas e tecnológicas. Essas áreas exigem investimentos concomitantes. No entanto, é preciso evitar de incorrer na armadilha do chamado modelo linear de desenvolvimento tecnológico, segundo o qual os investimentos e a produção da ciência básica levariam ao desenvolvimento tecnológico; este geraria riquezas e, esta, bem-estar social. Esse





percurso não ocorre naturalmente. Exige-se ações e investimentos específicos em cada uma dessas áreas. Para isso, um dos desafios é ter pessoas qualificadas. Nesse sentido, o Livro Azul reconhece que “a inovação, tendo a educação como fundamento, é o principal motor do processo de desenvolvimento do País. Ela é favorecida por avanços científicos e tecnológicos e pela qualificação dos profissionais envolvidos no processo (...)” (Brasil, 2010, p.30). Esse reconhecimento da educação e da formação qualificada se aproxima dos elementos essenciais para desenvolver uma cultura da inovação apontados por Quintanilla (2012).

Entretanto, os investimentos públicos em todas essas áreas podem não ser suficientes. Historicamente, as grandes potências científicas e tecnológicas não se consolidaram apenas com recursos estatais. Investimentos privados, bem orientados por sistemas legais modernos, foram essenciais. Nesse sentido, tanto o MCTI quanto o Livro Azul defendem uma aproximação entre as instituições de pesquisa, as empresas e os meios de produção. Para o MCTI, “o desafio, agora, é criar condições para que atividades inovadoras atendam as demandas dos diferentes setores da sociedade e fortaleçam a competitividade internacional das empresas” (Brasil, 2010, p.30). Essa é uma dimensão política e econômica da produção do conhecimento científico e tecnológico. No entanto, o Livro Azul reconhece que ainda existem lacunas na legislação, por exemplo, na Lei da Inovação, para garantir investimentos e cooperações entre instituições e empresas públicas e privadas.

Observamos um caso de impasse legal que pode gerar obstáculos nos avanços das pesquisas e da produção. Além disso, algumas áreas são prioritárias para receber recursos. Isso se torna ainda mais evidente quando a grande maioria dos financiamentos para a pesquisa são públicos. Não há recursos para todos, em especial, no caso brasileiro. Sobre isso, o Livro Azul ressalta que:

As questões envolvendo gestão de risco, financiamento, recursos humanos, infraestrutura, capital de risco e cooperações público-privadas são centrais nessa nova agenda econômica. Nesse contexto, de maior protagonismo privado e desenvolvimento de ações voltadas para a massificação da inovação nas empresas, foram propostas diversas ações articuladas, tais como: criação de plataformas setoriais de inovação, internacionalização e





competição global, urgência para a educação profissional, formação de engenheiros, marcos regulatórios que estimulem a inovação e criação de ambientes de inovação de classe mundial, voltados a receber investimentos internacionais na área de PD&I. (Brasil, 2010, p.37)

Com isso, o Livro Azul e, por conseguinte, o MCTI sinalizam as prioridades de investimentos e atenção à necessidade de mudanças na legislação, o que representa uma dimensão política da ciência e da tecnologia. Além disso, tais ações deveriam vislumbrar objetivos de médio e longo prazos e não apenas o curto prazo. O Livro Azul destaca que:

Tomando como marco temporal o ano de 2020, é preciso alcançar avanços significativos na titulação anual de mestres e doutores, com a devida prioridade na concessão de bolsas de estudos nas áreas consideradas mais estratégicas e/ou carentes no País, como, por exemplo, engenharias, oceanografia, biologia marinha e matemática; no contingente de pesquisadores e técnicos da área de C, T & I no País, inclusive investimentos no treinamento de analistas e técnicos de laboratórios; na produção de trabalhos científicos em revistas qualificadas; em investimentos nas atividades de cooperação científica internacional; em investimentos em infraestrutura, com a expansão do sistema universitário, institutos de pesquisa e laboratórios, inclusive de grande porte. A parcela do PIB investida em P&D deve ser aumentada substancialmente, em particular no que concerne ao dispêndio empresarial. (Brasil, 2010, p.57)

Note-se que o Livro Azul foi publicado em 2010. Portanto, a referência era para os próximos dez anos. Em 2026, como estão essas propostas? O que foi implementado e o que não foi? Algumas áreas prioritárias são naturalmente reconhecidas, mas outras poderiam provocar questionamentos, como a oceanografia e a biologia marinha. Mas, quando consideramos as novas demandas oriundas da exploração de petróleo e gás na camada do pré-sal, tais prioridades passam a fazer algum sentido. Certas áreas mereceram atenção especial nas orientações do Livro Azul, entre as quais a agricultura, a bioenergia, as tecnologias da informação e comunicação, a saúde, a exploração das reservas de petróleo e gás do pré-sal, tecnologia nuclear, espaço e defesa (Brasil, 2010). No entanto, nem sempre são tão evidentes as razões para que cada uma dessas áreas seja considerada essencial para o desenvolvimento do país. Por isso, o Livro Azul oferece algumas reflexões acerca de cada uma delas.





2.1 AGRICULTURA

O Brasil ocupa posição de liderança nessa área, tanto nas pesquisas quanto na produção agrícola. Entretanto, isso coloca o desenvolvimento sustentável como grande desafio para o país, pois a produção agrícola tem grande potencial para gerar degradação ambiental. Mas, essa posição de destaque do país no agronegócio não é por acaso. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) tem importante papel nesse desenvolvimento, melhorando sementes e aumentando a produção por área plantada. Trata-se de uma instituição pública que tem inclusive cooperações de pesquisa com importantes centros no Brasil e no mundo. No *site* da EMBRAPA encontram-se diversos materiais de divulgação e didáticos sobre implementação de hortas escolares e manejo de hortaliças e frutas, incluindo-se o cuidado com pragas, além de pesquisas avançadas.

No entanto, o Brasil ainda necessita avançar no desenvolvimento de equipamentos e máquinas agrícolas que atendam às necessidades específicas de cada região, buscando não apenas a sustentabilidade como também a recuperação de áreas degradadas. A necessidade de investimentos em ciência, ciência aplicada e tecnologia, bem como a interdependência entre essas áreas ficam bem evidentes nesse caso. Ademais, o país deveria buscar a diminuição da dependência externa em relação a insumos agrícolas, como fertilizantes e adubos.

Portanto, trata-se não apenas de pesquisa em tecnologias de plantio, mas também de manejo, conservação e equipamentos; além de outras tecnologias associadas, como monitoramento por meio de satélites e tecnologias da informação. Um destaque recente é o emprego de drones na agropecuária brasileira. Mas, essa ainda é uma tecnologia predominantemente importada.

2.2 BIOENERGIA

As pesquisas em bioenergia buscam oferecer alternativas, tanto aos altos custos das fontes de energia convencionais quanto a problemas ambientais. Dominar essa tecnologia, em





pouco tempo, será de grande valor estratégico, em especial, a produção de bioenergia a partir da cana-de açúcar. E, mais recentemente, a produção de Hidrogênio Verde.

No entanto, ainda que o Brasil tenha enorme potencial para o cultivo da cana-de-açúcar, falta investir em pesquisas para a otimização da produção e transporte, assim como em critérios claros para a certificação de qualidade desses combustíveis. Isso implica, além da pesquisa, a elaboração de marcos legais modernos, que atendam às novas demandas nacionais e internacionais e mantenham o país em posição de liderança mundial. O recente acordo de comércio entre Mercosul e União Europeia evidenciou algumas fragilidades em nosso marco legal, principalmente em relação ao uso de alguns insumos proibidos naquele continente e as questões ambientais. Sobre a infraestrutura e a competição internacional, o Livro Azul ressalta que:

As possibilidades de desenvolvimento de rotas economicamente viáveis para a produção de etanol a partir da biomassa celulósica, o chamado etanol de segunda geração, representam uma ameaça à manutenção da liderança brasileira nessa área. Contudo, o País tem condições de fazer com que suas atuais vantagens competitivas e competências científicas e tecnológicas na área de cana-de-açúcar e de outras espécies vegetais sirvam de base para também avançar nas tecnologias de produção do etanol de segunda geração. (Brasil, 2010, p.45)

Já naquela ocasião, o Livro Azul foi categórico ao reconhecer que a competitividade brasileira estava em risco se ações não fossem implementadas para tornar mais eficiente os meios de transporte e armazenamento do etanol. Foi destaque também a necessidade de investir em pesquisas para a obtenção de bioenergia a partir de outras biomassas. Pesquisas básicas na área de fermentação biológica, por exemplo, inserem-se nesse cenário.

2.3 TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC)

As TIC são a base de outros campos de desenvolvimento científico, tecnológico e econômico, envolvendo, por exemplo, áreas como defesa e segurança, administração pública, sistemas bancários, agricultura, comunicação e otimização nos transportes de carga.





Entretanto, trata-se de uma área em que os avanços são muito rápidos e com custos elevados. O Brasil ainda figura predominantemente como mercado importador desses produtos. Um avanço nessa área ocorreu em 2008, com a criação do Centro Nacional de Tecnologia Eletrônica Avançada (CEITEC). Trata-se de uma empresa subordinada ao MCTI, tendo como principais objetivos o desenvolvimento da indústria brasileira em microeletrônica e semicondutores, com vistas a contribuir para a transição energética e a transformação digital. Entre seus produtos destacam-se: eletrônica de potência, identificação animal, identificação veicular, identificação logística, além de outros serviços.

Iniciativas como a criação do CEITEC são fundamentais para superar a defasagem em que o Brasil se encontra em relação a países que investiram em tecnologias de informação e comunicação, em especial, a partir da segunda metade do século passado. Mais recentemente, as principais potências do mundo estão atentas às grandes reservas de terras raras. O Brasil possui expressivas reservas de terras raras, o que o colocaria em vantagem caso desenvolvesse a produção de tecnologias com o uso desses recursos.

2.4 SAÚDE

Frequentemente, quando falamos de saúde no Brasil, pensamos nos sistemas públicos de atendimento e tratamento de problemas da saúde da população, materializados nos hospitais e postos de saúde. No entanto, existe uma dimensão da saúde associada à ciência e à tecnologia. Nesse sentido, o Brasil pode se consolidar como destaque em algumas áreas de pesquisa, como no tratamento de doenças tropicais e produção de vacinas. Durante a pandemia da covid-19 constatamos a importância de instituições como a Fiocruz e o Instituto Butantan. Contudo, ainda há tratamentos e medicamentos que não estão disponíveis para a população, mesmo para aqueles que podem custeá-los com recursos próprios. Dependemos de importações ou deslocamento para países que dispõem desses tratamentos.





2.5 PETRÓLEO E GÁS DO PRÉ-SAL

Nessa área, não apenas o Brasil passa a contar com uma reserva potencial de petróleo, como também adquire condições para avançar na produção de conhecimento científico e tecnológico relacionados à extração de petróleo em águas profundas e outras áreas da engenharia. O Livro Azul destaca que:

Há necessidade, por exemplo, de avançar significativamente na direção do aumento da eficiência e da segurança de equipamentos e operações em plataformas, de suprimentos e de transportes. Isso vai requerer desenvolvimentos em engenharias de exploração e naval, logística, software, novos materiais, nanotecnologias, etc. Será, por exemplo, necessário o desenvolvimento de esforços significativos para a absorção e o desenvolvimento de tecnologias em sistemas submarinos, turbomáquinas, robótica, automação e instrumentação industrial e processos de soldagem, as quais são imprescindíveis para que a indústria nacional atinja os padrões exigidos pelo setor em termos de qualidade, prazo, custo e proteção do ambiente. (Brasil, 2010, p.49)

A demanda por investimentos em pesquisa científica e tecnológica é promissora e pode alavancar outras áreas associadas, como ressalta o Livro Azul. São muitas áreas envolvidas em uma atividade econômica que trabalha com recursos financeiros elevados. A Petrobrás é líder mundial em exploração de petróleo e gás no pré-sal. Isso é o resultado de pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico, o que requer orçamentos elevados e permanentes. O retorno econômico e social dos meios empregados nas áreas indicadas no Livro Azul vai muito além da atividade petrolífera, pois os benefícios do avanço científico e tecnológico se estende a outras áreas. Um exemplo disso, é a ampliação da produção naval do Brasil, incluindo-se navios e submarinos para a Marinha. Na área de nanotecnologia, destaca-se o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT), que conta com centros de pesquisa em áreas como Bionanomanufatura; Energia; Cidades, Infraestrutura e Meio Ambiente; Habitação e Edificação; Materiais Avançados; Tecnologias Digitais.





2.6 TECNOLOGIA NUCLEAR, ESPAÇO E DEFESA

Possivelmente, essas áreas são as que levantam mais polêmicas em relação aos investimentos públicos, pois poderíamos dizer que o Brasil tem natureza pacífica e, portanto, não carece de armas; tem grande disponibilidade de rios; logo, não tem necessidade de construir usinas nucleares para produzir energia elétrica; tem problemas sociais urgentes; assim, não faz sentido aplicar recursos públicos em foguetes. Entretanto, essa é uma visão simplista do que representam os investimentos em pesquisa e desenvolvimento nessas áreas. Nessa direção, o Livro Azul salienta que:

O Brasil, tem, hoje, bases sólidas para avançar na consolidação de seu domínio do ciclo do combustível nuclear de forma a vir a atender as necessidades nacionais e de se tornar competidor no mercado internacional de combustível nuclear. A capacitação do País também tem muito a avançar na própria construção e operação de usinas nucleares, no aumento e diversificação da produção de radiofármacos, nas aplicações na área de propulsão e na construção e operação de depósitos de rejeitos. (Brasil, 2010, p.59)

Nas áreas de propulsão e energia nuclear, merecem destaque o Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP), localizado no campus da Universidade de São Paulo, e o Centro Experimental de Aramar. São unidades de pesquisa da Marinha do Brasil, as quais buscam o domínio de processos tecnológicos nucleares de propulsão naval. Nas áreas de biotecnologia, radiofarmácia, radioquímica, lasers e aplicações, radioproteção ocupacional e ambiental, diagnóstico e monitoramento, além de outras, destaca-se o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), instituição pública também localizada no campus da USP, que conta com uma ampla gama de áreas de pesquisa e de formação profissional. Ainda dentro dessa área de tecnologia nuclear, espacial e defesa, o Livro Azul chama a atenção para outros aspectos:

Ter a capacidade de projetar, desenvolver, fabricar, lançar e operar satélites envolve um conjunto associado de tecnologias que também são estratégicas para o desenvolvimento sustentável do País. O sistema de monitoramento da cobertura florestal brasileira, por exemplo, que é essencialmente focado na





região Amazônica e realizado a partir do emprego de imagens geradas por satélites, tem sido vital para a política de contenção do desmatamento e para a redução da emissão de gases de efeito estufa no Brasil.

A capacitação brasileira em tecnologia espacial também pode dar contribuições importantes para o desenvolvimento, por exemplo, das áreas de comunicação; controle de tráfego aéreo; vigilância aérea, terrestre e marítima; mudanças climáticas; previsão do clima e do tempo; levantamentos geológicos e monitoramento ambiental. (Brasil, 2010, p.51)

Portanto, são várias áreas estratégicas envolvidas que podem se beneficiar com investimentos em tecnologia espacial, nuclear e de defesa, muito além de construir usinas, produzir armas ou lançar foguetes. O retorno para o desenvolvimento do país é claro. Particularmente em relação à defesa, é relevante destacar o grande potencial de recursos naturais e minerais que o Brasil possui e que atrai a atenção de potências externas. É fundamental que o país tenha condições de defender seus recursos, território e soberania. Vale salientar que as estratégias de defesa se apoiam no poder de dissuasão, ou seja, na presumida capacidade de oferecer resistência ao oponente. Recentemente, vimos uma preocupação do governo brasileiro em avaliar nossas capacidades de defesa diante de operações militares nas proximidades de nossas fronteiras.

2.7 NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA

O panorama das pesquisas em nanociência e nanotecnologia no Brasil, bem como o perfil geral de seus pesquisadores, já foi objeto de estudos realizados por Fernandes (2007) e Fernandes e Filgueiras (2008). Nesses trabalhos, os autores destacam que a nanotecnologia é uma área potencialmente transdisciplinar e que geralmente os termos nanociência e nanotecnologia ainda não têm uma distinção clara na literatura. Mas, como ponto de partida, podem ser usadas as definições dadas pela *Royal Society*:

Nós definimos a nanociência como o estudo dos fenômenos e manipulação de materiais em escalas atômicas, moleculares e macromoleculares, onde as propriedades diferem significativamente daquelas observadas em escala maior, e as nanotecnologias como o planejamento, caracterização, produção e





aplicação de estruturas, dispositivos e sistemas, controlando forma e tamanho em escalas nanométricas. (The Royal Society, 2004, p.7)

Esse mesmo texto da Royal Society oferece um bom parâmetro para termos uma ideia aproximada do que significa o nanômetro (nm), que é a bilionésima parte do metro: “para efeitos de comparação, um fio de cabelo humano tem cerca de 80.000 nm de diâmetro, um glóbulo vermelho do sangue tem aproximadamente 7.000 nm de diâmetro e uma molécula de água tem perto de 0,3 nm de diâmetro” (The Royal Society, 2004, p.7). É nessa escala que as propriedades podem ser bem diferentes das escalas maiores, daí o particular interesse das pesquisas. Além disso, novos materiais podem ser produzidos com investimentos em nanociência e nanotecnologia. Apenas para destacar um dos aspectos econômicos envolvidos, Fernandes e Filgueiras (2008) ressaltam que a nanociência e a nanotecnologia “podem contribuir para o desenvolvimento das indústrias farmacêutica, eletrônica, automobilística e têxtil, entre tantas outras. A expectativa é que, nos próximos 10 a 15 anos, a nanotecnologia movimente um mercado de US\$ 1 trilhão, cabendo ao Brasil 1% desse faturamento” (p.2205).

Fernandes (2007) e Fernandes e Filgueiras (2008) salientam as iniciativas do MCTI em relação a essas áreas, com destaque para o Plano Plurianual (PPA) 2000-2003 e 2004-2007, que já previam ações para o desenvolvimento da nanociência e da nanotecnologia. Em 2005 surge, entre outros programas de políticas e incentivos, o Programa Nacional de Nanotecnologia (PNN). Nesse documento, a nanotecnologia se associa à biotecnologia e às fontes de energia renováveis como áreas estratégicas e prioritárias no campo da ciência e da tecnologia para o Brasil. Entretanto, vale destacar, já havia pesquisadores brasileiros trabalhando com temas da nanociência e da nanotecnologia desde a década de 1970.

Para Fernandes e Filgueiras (2008), a partir desse contexto, pode-se dizer que há ao menos duas concepções acerca das pesquisas em nanotecnologia no Brasil: evolucionária e revolucionária. Ou seja, no primeiro caso, há uma continuidade das pesquisas que já vinham sendo feitas; no segundo caso, defende-se essa área como uma verdadeira revolução tecnológica. Outra constatação interessante é a de que, embora o Brasil esteja bem colocado na produção do conhecimento internacional em nanociência, as inovações tecnológicas ainda





são modestas. Esse é um bom exemplo para ilustrar a fragilidade da suposição de que a tecnologia é mera aplicação da ciência básica; ou, ainda, que bastaria a posse do conhecimento científico para que a compreensão da tecnologia se desse naturalmente.

Como forma de romper essa barreira da produção tecnológica, o MCTI tem incentivado progressivamente a aproximação entre os institutos de pesquisa, predominantemente públicos, e as empresas. Isso poderia indicar uma mudança de perfil, tanto das políticas públicas quanto dos pesquisadores, já que até o momento o Estado tem sido o principal financiador de pesquisas científicas e tecnológicas. Trata-se de outro exemplo bem esclarecedor dos fatores e decisões de ordem política e econômica influenciando o desenvolvimento dos processos tecnológicos. O cenário internacional, no entanto, é bem diferente. Há uma cultura de investimentos privados nas pesquisas, o que não ocorre com a mesma proporção no Brasil.

Todos esses temas tratados no Livro Azul como prioritários e estratégicos poderiam ser incorporados aos programas escolares e trabalhados na sala de aula sob vários aspectos, entre eles os políticos, econômicos e sociais. Para isso, algumas metodologias podem ser promissoras, entre elas a ACE.

3. ALTERNATIVA METODOLÓGICA

Podemos localizar na década de 1970 o início do chamado movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), cujas ramificações no campo educacional são conhecidas como enfoque CTS. Dentro desse cenário, dois países se destacaram a partir das ações que desencadearam nos seus respectivos sistemas de ensino, mais propriamente no ensino de ciências: os Estados Unidos e a Inglaterra.

Nos Estados Unidos, esse movimento ganhou força nos meios sociais e políticos, desencadeando críticas às tecnologias destinadas a armamentos ou à agricultura, com danos ambientais. Vale recordar que na década de 1950 estava instaurada a corrida espacial entre dois polos mundiais: Estados Unidos e União Soviética. Quando esta última consegue colocar





o primeiro satélite em órbita em 1957, o Sputnik, os americanos percebem, entre outras coisas, que era essencial investimentos na atração de jovens talentos para as ciências e as tecnologias. Disso resultaram grandes somas de recursos destinadas a projetos que buscavam modernizar os currículos de ciência nas escolas. Entretanto, Cruz e Zylbersztajn (2001) destacam que o enfoque CTS só iria alcançar efetivamente o sistema educacional americano na década de 1980. Um dos fatores que influenciaram essa aproximação foi a elaboração do relatório do *Project Synthesis*.

Esse relatório havia sido encomendado por associações americanas ligadas ao ensino de ciências e tinha por finalidade avaliar, por meio de entrevistas com profissionais atuantes nas escolas, como estava o ensino de ciências nos Estados Unidos. Segundo Cruz e Zylbersztajn (2001), o *Project Synthesis* trazia quatro justificativas para o ensino das ciências nas escolas:

Ciência para a necessidade pessoal. A educação científica deveria preparar indivíduos para usar a ciência no sentido de melhorar sua própria vida e para acompanhar o crescimento da tecnologia no mundo.

Ciência para resolver questões sociais. A educação científica deveria produzir cidadãos informados e preparados para tratar responsavelmente problemas relacionando ciência e questões sociais.

Ciência para ajudar na escolha de carreiras. A educação científica deveria dar a todos os estudantes consciência da natureza e da variedade de carreiras relacionadas com ciência e tecnologia que podem atender diferentes aptidões e interesses.

Ciência para formar cientistas. A educação científica poderia preparar os estudantes para a carreira acadêmica. (Cruz e Zylbersztajn, 2001, p.178 – destaques dos autores)

Cruz e Zylbersztajn (2001) salientam que esse relatório apontava que o ensino de ciências desenvolvido na década de 1970 nos Estados Unidos não atendia às três primeiras justificativas. Com isso, o enfoque CTS era apontado como uma alternativa viável para atender aos quatro indicadores. Daí se seguiram algumas iniciativas, em alguns casos, com grandes financiamentos, para implementar o enfoque CTS na educação americana, em todos os níveis, com maior ênfase no ensino fundamental e médio.





Na Inglaterra, o surgimento do movimento CTS ocorreu em um contexto um pouco diferente do encontrado nos Estados Unidos. Havia também ações sociais contra a degradação ambiental, contra o uso das tecnologias em atividades bélicas e pelo direito e espaço dos cidadãos de participar mais diretamente nas decisões políticas e econômicas que envolvessem a ciência, a tecnologia e a destinação de recursos para essas e outras áreas. Mas, ocorre também um movimento oriundo do campo da sociologia, com desdobramentos nas concepções de currículos escolares, incluindo-se aqueles referentes às disciplinas científicas. Antes disso, os programas das disciplinas científicas também estavam fortemente apoiadas nos conteúdos científicos, sem maiores preocupações com os aspectos sociais, políticos e econômicos.

No meio acadêmico, começa a se fortalecer a sociologia da ciência como área autônoma de pesquisa, e isso produz influências nos padrões de educação científica almejada pelas políticas públicas e, em certo sentido, pela sociedade. John Ziman (1980) iria cunhar a sigla CTS (STS em inglês) para fazer referência a esse novo movimento que cada vez mais adentrava o campo da educação científica. Em seu livro publicado em 1980, Ziman apresenta seus estudos em relação a essa nova percepção da educação científica praticada na Inglaterra e aponta caminhos para se trabalhar dentro do, agora chamado, enfoque CTS. De acordo com Cruz e Zylbersztajn (2001), “Ziman trabalha argumentos para mostrar que a educação científica, tradicionalmente organizada na Inglaterra, fornece uma imagem falsa da capacidade e função social da ciência para pesquisadores, tecnólogos, técnicos e para o público em geral” (p.188). No entanto, ainda que os objetivos do enfoque CTS se mostrassem promissores para uma nova educação científica, faltava a consolidação de práticas e estratégias metodológicas que auxiliassem na implementação dessa nova ênfase curricular na sala de aula.

Da década de 1980 para cá, várias pesquisas e iniciativas se mostraram viáveis no contexto educacional. E, o que se pode extrair como elementos orientadores do enfoque CTS no ensino das ciências é que se trata de uma abordagem potencialmente interdisciplinar e contextualizadora. Fica evidente também que não se trata de concentrar os esforços apenas na





aprendizagem dos conhecimentos específicos internos às disciplinas científicas. Uma estratégia metodológica que passou a ser bastante utilizada nos meios escolares foi a Aprendizagem Centrada em Eventos (ACE) (*Event-Centred-Learning* - ECL em inglês). Segundo Cruz e Zylbersztajn (2001):

A ideia básica que fundamenta tal abordagem é a de que tanto os aspectos científicos como as implicações sociais de um produto tecnológico podem ser melhor explorados se a aprendizagem dos mesmos for centrada em eventos que tenham a potencialidade de capturar a atenção dos alunos. Isso porque o evento pode funcionar como um polo de integração para o tratamento da tríade Ciência-Tecnologia-Sociedade. (Cruz e Zylbersztajn, 2001, p.190)

Nesse sentido, as discussões precedentes acerca dos temas prioritários para o desenvolvimento científico e tecnológico do país expressos no Livro Azul, aproximam-se da perspectiva CTS, pois envolvem elementos científicos e tecnológicos, além de suas dimensões política, econômica e social. Watts et al. (1997) afirmam que:

A principal característica da Aprendizagem Centrada em Eventos é a ênfase na resolução de problemas da vida real, na devolução da aprendizagem ao aluno e à natureza interativa do conhecimento. Um formato comum nas abordagens tradicionais é ensinar a ciência em primeiro lugar e só depois passar para as aplicações industriais e implicações sociais (quando isso é feito). Com a ACE, o evento está no centro da experiência de aprendizagem e cada um dos principais elementos da ciência precisa ser planejado para isso e em acordo com as necessidades dos alunos. (Watts et al., 1997, p.344)

O evento escolhido precisa ser significativo do ponto de vista social, podendo ser até polêmico. Ou seja, tem de ser real, provocador de questionamentos e, evidentemente, associado à ciência e/ou à tecnologia. A escolha do evento pelo professor é essencial, pois irá definir as possibilidades de explorá-los didaticamente. Tais eventos podem ser extraídos da proximidade física do entorno dos alunos ou podem ser considerados eventos significativos que tenham sido amplamente discutidos e veiculados nas mídias e meios de comunicação, por exemplo. A pandemia da Covid-19, o problema de abastecimento de água da Grande São Paulo, a exploração de petróleo no litoral do Amapá, os desmatamentos na Amazônia, a





degradação do Cerrado, são exemplos de eventos potencialmente aplicáveis à ideia da ACE. Pode-se eleger ainda eventos locais que tenham notório interesse dos alunos, como acidentes ambientais, questões relacionadas à saúde pública ou descarte inadequado de lixo. Eventos como a pandemia da Covid-19 podem ser explorados a partir de subtemas, como a produção de vacinas e as tecnologias envolvidas. No entanto, é relevante destacar que o foco central é a ciência e a tecnologia em suas relações com outros aspectos, devendo-se evitar discussões generalistas. Pfuetzenreiter (2005) sintetiza bem as características desejadas de uma atividade apoiada na ACE:

A ACE é uma estratégia didática que explora fatos retirados da vida real que sejam potencialmente ricos em envolver reflexões de diversos campos do conhecimento numa abordagem interdisciplinar e interativa. A premissa central é a de que as ideias sejam exploradas e construídas livremente com a intenção de promover a discussão completa das questões científicas. A intenção é a de que as atividades em aula provoquem a discussão de questões científicas em um cenário que desperte o interesse dos estudantes. As fontes utilizadas para trabalhar podem ser: a exploração de eventos reais ou circunstâncias retiradas a partir da televisão, notícias de jornal, artigos, livros e relatos extraídos do cotidiano. Concebida como uma possibilidade didática adotada no enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), tem como principais características: a ênfase na resolução de problemas reais, a responsabilidade do aluno na aprendizagem e a natureza integrada dos conhecimentos. (Pfuetzenreiter, 2005, p.3)

As escolhas dos eventos a serem trabalhados e, principalmente, a forma como os temas serão tratados com os alunos, irão determinar se as discussões serão superficiais ou terão um aprofundamento capaz de gerar nos alunos a apropriação de conhecimentos significativos para compreenderem todos os aspectos envolvidos em relação à ciência e à tecnologia. Fourez (1997) ressalta que, entre as competências atribuídas ao sujeito alfabetizado científica e tecnologicamente, encontra-se a capacidade de fazer bom uso dos conhecimentos especializados disponíveis e, além disso, saber posicionar-se diante de debates técnicos, éticos e políticos, o que implica, primeiro, saber diferenciar os campos de cada um e, segundo, “negociar” com esses conhecimentos que ainda não domina.





4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda que com distintas ênfases, parece haver consenso sobre a importância da educação científica e tecnológica na vida das pessoas em geral. E, um dos lugares em que isso pode ocorrer é a escola. Entretanto, ao mesmo tempo em que existe esse reconhecimento, sua efetiva realização na sala de aula ainda está longe de acontecer. Isso se torna mais verdadeiro quando centramos nossa atenção na tecnologia. A educação tecnológica ainda enfrenta grandes barreiras a serem superadas para se tornar uma realidade nas escolas.

Uma possível explicação para isso é a pouca compreensão do que seja a tecnologia ou as concepções equivocadas que reduzem a tecnologia à mera aplicação da ciência. Uma consequência disso é que a compreensão da tecnologia seria uma tendência natural para aqueles que sabem ciência. No entanto, essa concepção não sobrevive a uma análise mais profunda. É verdade que a tecnologia se alimenta dos conhecimentos científicos, mas também é verdade que não se reduz à simples aplicação destes. Fourez (2003) já nos alertou que esse pensamento linear de achar que a ciência se transforma em tecnologia por meio de aplicação direta e imediata leva a ignorar outros aspectos associados à tecnologia, a saber, o econômico, o político, o social, o histórico, entre outros.

Assim sendo, uma primeira dimensão da educação tecnológica seria justamente compreender os processos tecnológicos e suas relações com os aspectos econômicos, políticos e sociais, como foram ilustrados nas discussões precedentes para cada uma das áreas prioritárias do MCTI e expressas no Livro Azul. Implica ainda considerar a tecnologia como área que produz conhecimentos específicos, com métodos e procedimentos próprios e que atende a problemas bem delimitados, recorrendo às técnicas e ao conhecimento científico disponíveis. Desse modo, quando falamos em educação científica e tecnológica, estamos nos referindo à ampliação dos objetivos de formação da escola e à superação da ideia de conteúdo escolar como se fossem apenas conceitos, teorias e exercícios com aplicação de fórmulas. Nesse sentido, a tecnologia passa a ser uma referência possível, a partir da qual novos saberes,





técnicas, procedimentos, informações, metodologias e processos podem ser incorporados aos programas escolares.

A proposta metodológica da ACE amplia nossa percepção de conteúdos escolares para além dos conceitos específicos internos a uma disciplina. Trata-se de oferecer aos alunos a oportunidade de reconhecerem outros aspectos relacionados com a ciência e a tecnologia e que possam ter importantes significados sociais. Uma metodologia como essa exigirá uma etapa preparatória, ou inicial, na qual o professor definirá uma situação-problema que contextualize os temas que serão trabalhados e produza uma sensibilização. Essa sensibilização é necessária para dar sentido ao tema e justificá-lo didaticamente aos alunos, que pode ocorrer por meio de uma reportagem, um vídeo, uma notícia, um texto elaborado pelo professor, um artigo, um documentário, uma entrevista, um texto histórico sobre ciência e/ou tecnologia, ou uma combinação destes, a fim de caracterizar o evento que será trabalhado.

A 4ª CNCTI e o Livro Azul marcaram uma nova percepção desses eventos, objetivando apresentar uma proposta para as políticas públicas em ciência e tecnologia para os dez anos seguintes, incluindo-se a eleição de áreas prioritárias a serem contempladas com mais recursos públicos. Caracteriza-se, portanto, como uma referência importante para constatar os aspectos políticos e econômicos envolvidos no desenvolvimento científico e tecnológico do país. Além de trabalhar com os temas/áreas expostos no Livro Azul, um debate relevante seria avaliar o que foi e o que não foi implementado daquela proposta e, eventualmente, as razões e consequências, boas ou não, dos acontecimentos posteriores a esse documento.

O que apresentamos aqui seria uma forma de incorporar reflexões a respeito da tecnologia nas práticas docentes das salas de aula da educação básica, sem a necessidade de criar novas disciplinas ou mesmo de dispor de equipamentos ou laboratórios nas escolas. Vários conceitos científicos e tecnológicos podem ser trabalhados a partir dos temas e áreas propostos no Livro Azul, bem como suas implicações em outras áreas e as relações entre a





ciência e a tecnologia e aspectos políticos, econômicos, sociais, éticos, entre outros, que podem trazer contribuições relevantes para a formação dos alunos.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** ensino médio. Brasília: MEC. 1999.

BRASIL, MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio:** orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC. 2002.

BRASIL. MCTI. **Livro Azul da 4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável.** Brasília: MCTI. Centro de Gestão de Estudos Estratégicos. 2010.

BRASIL, MEC, Secretaria da Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica.** Brasília: MEC, SEB. 2013.

BRASIL, MEC. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC.** Ensino Médio. Brasília: MEC, SEB. 2018.

CRUZ, Sônia Maria S. C.; ZYLBERSZTAJN, Arden. O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos. In: PIETROCOLA, Maurício (org.). **Ensino de Física:** conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Ed. da UFSC. 2001.

FERNANDES, Maria F. M. **Um Panorama da Nanotecnologia no Brasil (e seus macrodesafios).** 2007. Dissertação (Mestrado em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia). Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2007.

FERNANDES, Maria F. M.; FILGUEIRAS, Carlos A. L. Um Panorama da Nanotecnologia no Brasil (e seus macrodesafios). **Química Nova**, v.31, n.8, p.2205-2213. 2008.





FOUREZ, Gérard. **Alfabetización Científica y Tecnológica**: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Trad. Elsa G. Sarriá. Buenos Aires: Ediciones Colihue. 1997.

FOUREZ, Gérard. Crise no Ensino de Ciências? **Investigações em Ensino de Ciências**, v.8, n.2, p.109-123. 2003.

MARTINS, Paulo R (Coord.). **Revolução Invisível**: desenvolvimento recente da nanotecnologia no Brasil. São Paulo: Xamã Editora. 2007.

MARTINS, Paulo R. Desarrollo de la nanotecnología en Brasil 2001-2009. **Mundo Nano**, v.3, n.1, p.56-74. 2010.

PFUETZENREITER, Marcia R. O ensino de temas relacionados à saúde utilizando a aprendizagem centrada em eventos. Atas. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC**, Bauru – São Paulo: ABRAPEC, 2005.

QUINTANILLA, Miguel Angel. Tecnología, cultura e innovación. In: AIBAR, Eduard; QUINTANILLA, Miguel Angel (Eds.). **Ciencia, Tecnología y Sociedad**. Madrid: Editorial Trotta, 2012.

ROYAL SOCIETY. **Nanoscience and Nanotechnologies**: opportunities and uncertainties. London: The Royal Society. 2004.

WATTS, Michael *et al.* Event-centred-learning: an approach to teaching science, technology and societal issues in two countries. **International Journal of Science Education**, v.19, n.3, p.342-351. 1997.

ZIMAN, John. **Teaching and learning about Science and Society**. Cambridge: Cambridge University Press. 1980.

Recebido em: 26/02/2026

Aprovado em: 07/03/2026

Publicado em: 18/03/2026

