

## **BIOTECNOLOGIA, ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E FORMAÇÃO DE PROFESSORES FACE ÀS URGÊNCIAS DA EDUCAÇÃO CONTEMPORÂNEA**

### **BIOTECHNOLOGY, SCIENTIFIC LITERACY AND TEACHER TRAINING IN THE FACE OF THE URGENT NEEDS OF CONTEMPORARY EDUCATION**

Stella Maria Peixoto de Azevedo Pedrosa<sup>1</sup>

Lucimar Ferreira Costa<sup>2</sup>

#### **Resumo**

Partindo do envolvimento entre ciência e tecnologia, o artigo aborda a importância de que as informações ancoradas cientificamente fiquem ao alcance dos estudantes. Com essa perspectiva, ressalta que a alfabetização científica é uma possibilidade de tornar viável a ressignificação da ciência, priorizando a contextualização dos conceitos e o compromisso com a formação crítica dos estudantes. O artigo esclarece sobre o que seja a biotecnologia ressaltando sua enorme gama de aplicações que contribuem no desenvolvimento de métodos, diagnósticos e de agentes terapêuticos, dentre eles, a vacina. Destaca que a não vacinação significa um risco à saúde mundial por tornar-se um obstáculo no combate de diversas doenças. Diante desse contexto, justifica a formação continuada dos docentes, enfatizando a crescente utilização das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) como recurso pedagógico nos processos de ensino e aprendizagem em face das urgências que envolvem a educação contemporânea. Finalizam destacando a necessidade de uma reflexão sobre a função pedagógica e a formação do professor para mediar o conhecimento e divulgação dos avanços da Ciência, no que as TDIC podem ser elementos extremamente facilitadores.

**Palavras-chave:** Biotecnologia. Alfabetização científica. Formação de professores. Tecnologias digitais de informação e comunicação.

#### **Abstract**

Starting from the involvement between science and technology, this article addresses the importance of scientifically anchored information being available to students. With this perspective, it emphasizes that scientific literacy is a possibility of making the resignification of science viable, prioritizing the contextualization of concepts and the commitment to the critical formation of students. The article clarifies what is biotechnology, highlighting its broad range of applications that contribute to the development of methods, diagnostics and therapeutic agents, among them, the vaccine. It highlights what non-vaccination means to global health as it becomes an obstacle in the fight against several diseases. In this context, it justifies the continuing education of teachers, emphasizing the growing use of digital information and communication technologies (DICT) as a pedagogical resource in the teaching and learning processes in the face of the urgencies that involve contemporary education. It concludes by highlighting the need for reflection on the pedagogical function and teacher training for diffusion of knowledge and dissemination of science advances, in which DICT can be extremely facilitating elements.

**Keyword:** Biotechnology. Scientific literacy. Teacher training. Digital information and communication technologies.

---

<sup>1</sup> Mestrado em Educação PUC-Rio. Doutorado em Ciências Humanas (Educação) PUC – Rio. Docente do PPGE – Universidade Estácio de Sá.

<sup>2</sup> Doutoranda PPGE – Universidade Estácio de Sá. Mestre em Ensino das Ciências – UNIGRANIRO. Licenciada em Ciências Biológicas.

## Introdução

Apesar da proximidade de suas relações a ponto de muitos considerarem-nas como uma única disciplina, a Ciência e a Tecnologia têm tradições diferentes, (DIOGO; SIMÕES, 2018). Entretanto, ao longo do tempo, foi desenhado um cenário cada vez mais profundo de envolvimento entre elas, Ciência e Tecnologia (CT), de modo que ambas seguiram contiguamente sua evolução histórica, onde o processo de construção de suas identidades culturais perpassam por pontos ora convergentes, ora divergentes de atuação, sob a influência transformadora das condições sócio investigativas (JORGE, 2018).

O mundo vem buscando cada vez mais informações verossímeis ancoradas sob o ponto de vista científico. Na visão do físico Steven Weinberg, a ciência não se ocupa apenas de coisas observáveis também estimulada pela curiosidade, deseja saber o que as coisas são, dar motivação e sentido às experimentações na construção de conceitos, justificando seu valor de verdade (JORGE, 2018; DUTRA, 2009). A construção social da Ciência e da Tecnologia insere-se como elemento da cultura, podendo-se afirmar que o cientista é “um homem imerso na sociedade, partilhando de uma visão colectiva (sic) específica de um tempo e de um espaço” (DIOGO; SIMÕES, 2018, p. 94).

A tecnologia, vista como uma ciência aplicada, é eficaz na transformação do mundo de acordo com expectativas humanas, atentando-se para o fato que, de modo crescente, ela sustenta a investigação científica (JORGE, 2018). Também, ao mesmo tempo em que se requer a distinção do conhecimento tecnológico, observa-se a afinidade da ciência com a tecnologia (CUPANI, 2017, p. 181).

Assim, no final do século XX, foi proposto o termo “tecnociência”, buscando-se exprimir “a face operatória da ciência, a sua dimensão interventiva não apenas enquanto teoria (...) mas enquanto experimentação montada com tecnologia, envolvendo uma interiorização recíproca e, por isso, uma diluição de fronteiras” (JORGE, 2018, p. 114).

A ciência e a tecnologia, de fato, “foram levadas a um estado de profunda complementaridade, sendo agora mais interdependentes do que nunca” (CORDERO, 2001, apud CUPANI, 2017, p. 183). Deste modo, a tecnociência, conhecimento aplicado, a ciência com recursos tecnológicos, é uma forma preponderante de transformação social. Portanto, confere-se aos pesquisadores ter o princípio de que a ciência afeta as pessoas, transformando não apenas nossa maneira de ver o mundo e a nós próprios, mas “concretiza-se num poder de transformação impregnado na nossa vida e para lá dela” (JORGE, 2018, p. 123).

A parceria entre CT se expande impulsionada pelas demandas socioambientais que se configuram a um formato globalizado, com modificações cada vez mais contextualizadas entre o homem e o mundo. A valorização da vida em sua diversidade, a relação ética entre os homens e

destes com o meio ambiente, assim como o desenvolvimento da tecnologia e sua estreita relação com o bem-estar social são questionamentos do tempo presente, necessários a elaboração e aplicabilidade do conhecimento científico/tecnológico (BNCC, 2017). Isso evidencia-se no momento incomum em que vivemos uma pandemia, e nos remete à Boaventura de Sousa Santos quando ressalta, que “as sociedades se adaptam a novos modos de viver quando tal é necessário e sentido como correspondendo ao bem comum” (SANTOS, 2020, p. 29).

Considerando a configuração tecnológica a qual os estudantes estão inseridos, é premente a busca por estratégias diversificadas que sejam capazes de tornar efetivo o ensino de Ciências, pressupondo que o aprendizado deve permitir a compreensão de que os modelos científicos podem explicar o que pode ser observado diretamente quanto ao que se pode inferir, consolidando com efetividade habilidades e competências que permitam o desenvolvimento de um pensamento crítico, em suas tomadas de decisão, sendo condição essencial para a formação cidadã consciente nos processos sociais (KRASILCHIK, 2011; PETERMAN; PAN; ROBERTSON; LEE, 2014).

Em face aos inúmeros desafios da educação, torna-se urgente o compromisso de alfabetizar científico e tecnologicamente os estudantes numa perspectiva ampliada, onde Sasseron e Carvalho (2016) reconhecem essa premissa para a formação básica no sistema educacional internacional, mesmo em face de uma pluralidade de sentidos quanto aos conceitos de CT, cujo o objetivo singular está voltado a fomentar nos estudantes a capacidade de análise crítica e responsável. De acordo com as concepções de Jorge (2018, p.111) o processo de investigação científica é “cada vez mais, apoiado em tecnologia e em formas de organização que exigem múltiplos atores, redes comunicacionais, envolvimento social, econômico, político (...)” uma vez que tais conceitos sejam contextualizados, constituem de modo eficiente a transformação das sociedades.

Uma referência no Brasil incentivadora da alfabetização científica é o professor Attico Chassot, cujo discurso para a finalidade da educação básica não se aplica exclusivamente à determinada tecnologia nos processos de ensino. Chassot (2006) ancora suas concepções pedagógicas na necessidade de um ensino que procure o entendimento integral do objeto de estudo, que contemple os aspectos histórico-culturais, as dimensões socioambientais, os valores éticos e as políticas públicas, assim, como a valorização cultural dos saberes populares e a dimensão das etnociências, que, segundo o autor, são ações valorativas capazes de promover uma alfabetização mais significativa.

Desse modo, a educação deve apresentar objetivos próprios que se sobreponham às estratégias de ensino, pois o conhecimento emerge a partir de alternativas urgentes preponderantes no ambiente escolar. Chassot (2013, p. 62) ressalta que “o conhecimento chega à escola de todas

as maneiras e com as mais diferentes qualidades. Essa é a mudança radical que ela vive hoje. É evidente que essa escola exige outras posturas de professores e professoras”.

Certamente, os princípios básicos da formação científica devem promover uma discussão crítica com os aspectos contemporâneos que se relacionam à qualidade de vida em sociedade, “(...) a que se pense em alternativas ao modo de viver, de produzir, de consumir e de conviver nestes primeiros anos do século XXI” (SANTOS, 2020, p. 29), vinculados aos fatores históricos/científicos e ao senso comum produzido pelos saberes que emanam do povo. Essas questões podem se potencializar de acordo com o posicionamento de Libâneo (2016, p. 58) acerca da conexão entre as práticas e “ao processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos escolares, de modo a estabelecer interconexões entre os conceitos científicos trabalhados na escola e os cotidianos vividos no âmbito comunitário e local”. Assim, uma vez interagindo com o processo de investigação científica, os protagonistas tornam-se mais criteriosos e reflexivos, buscando autonomia e dinamismo na elaboração de hipóteses, observação e fundamentação de fatos (LIBÂNEO, 2016).

### **Da biotecnologia às vacinas**

O histórico social da ciência testemunha a contribuição do desenvolvimento científico para o progresso e bem-estar da humanidade. Inúmeras descobertas conduziram a importantes avanços tecnológicos. Paradoxalmente, em alguns momentos da história universal recente, o uso do conhecimento científico e tecnológico foi responsável por grandes transformações para a humanidade, principalmente na área de biotecnologia, que tem se expandido progressivamente.

Por biotecnologia, de acordo com o artigo 2 da Convenção sobre Diversidade Biológica, assinada em 1992, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento realizada na cidade do Rio de Janeiro, entende-se “qualquer aplicação tecnológica que utilize sistemas biológicos, organismos vivos, ou seus derivados, para fabricar ou modificar produtos ou processos para utilização específica” (BRASIL, 1994).

Portanto, é fundamental a inserção deste tema nos meandros sociais, dentre os quais incluímos os escolares, que devem promover discussões dialógicas de forma a potencializar intelectualmente os indivíduos envolvidos na busca por soluções individuais e sociais, baseado em atitudes éticas e transformadoras da sociedade (KRASILCHIK, 2011).

Considerando os obstáculos a serem superados na contemporaneidade, a biotecnologia surge como um novo eixo temático das inúmeras tendências apontadas para o século XXI. Com a ascensão da CT nas atividades socioeconômicas, culturais e nas relações sociais, a manipulação de produtos biotecnológicos têm provocado rupturas rápidas, estabelecendo um ciclo permanente de

mudanças que fazem emergir questões de ordem ética, merecedoras de debates em nível global (NÄPFLIN *et al.*, 2012; BERNE, 2014).

A formação sólida do conhecimento de um indivíduo constitui uma atitude desafiadora nos processos educacionais, uma vez que, particularmente, estão sujeitos a toda sorte de propagandas e campanhas midiáticas, com volumes consideráveis de informações. Assim, “parte de nossas ações é formar um pensamento crítico que permita a nossos alunos discriminar ‘verdades’ de ‘falácias’ e privilegiar conhecimentos que possibilitem uma melhor qualidade de vida” (CHASSOT, 2013, p. 62). Ademais, destacamos, os posicionamentos que podem interferir e nortear diretamente os sujeitos frente a essas questões, dissipando a visão dicotômica que o impossibilita estabelecer relações entre produção científica e o seu contexto na tomada de decisões (BRASIL, 2017).

Partindo de uma nova compreensão, o desafio está voltado à edificação de uma sociedade com senso crítico capaz de realizar intervenções positivas nas relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA). Destarte, deve ser repensada a função social da prática de divulgação científica a considerar sua importância como arcabouço fundamental e a sua interseção com o ensino formal de CT, na construção de sujeitos que se apropriando dos conhecimentos sejam capazes de utilizá-los na transformação de situações e na resolução de problemas (RUPPENTHAL; SCHETINGER, 2017).

No tempo presente, já se vislumbra uma enorme gama de aplicações biotecnológicas a partir do conhecimento de microrganismos que podem ajudar no desenvolvimento de métodos, diagnósticos e de agentes terapêuticos, dentre eles, a vacina.

As vacinas, protagonistas em muitas discussões, são produzidas a partir de microrganismos causadores de doenças, seja vírus ou bactéria, vivo ou atenuado, conhecidos como antígenos, que são introduzidos no organismo com a finalidade de estimular o sistema imunológico. Esses organismos desencadeiam o processo de produção de anticorpos capazes de resistir à doença, porém, sem causar sintomas da doença “a vacinação constitui hoje a única forma de intervenção médica que eliminou eficazmente várias doenças” (SALES; FERREIRA; REIS, 2018, p. 67).

Entretanto, surgiram alguns movimentos antivacinação que contribuem para que muitos pais se questionem sobre vacinar ou não seus filhos, causando grandes preocupações à sociedade<sup>3</sup>. A não vacinação significa uma ameaça não apenas à saúde individual, mas à saúde mundial pela possibilidade de reverter o avanço ao combate de diversas doenças para as quais vacinas já foram desenvolvidas<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> Os perigos do movimento antivacinas. Publicação de 18/01/2015. Sociedade Brasileira de Pediatria. Disponível em: <https://www.sbp.com.br/imprensa/detalhe/nid/os-perigos-do-movimento-antivacinas/>

<sup>4</sup> Movimento antivacina é uma das dez ameaças para a saúde mundial. Publicação de 11 de abril de 2019. Sociedade Brasileira de Medicina Tropical. Disponível em: <https://www.sbmt.org.br/portal/anti-vaccine-movement-is-one-of-the-ten-threats-to-global-health/>

Conforme enfatizam Sales; Ferreira; Reis (2018, p. 71) “será importante produzir informação sólida e independente, de forma a permitir uma decisão informada por parte de cada um e compatibilizar interesses individuais e sociais”. Isto posto, campanhas populares e ações nas escolas podem viabilizar a imunização coletiva, contribuindo para o esclarecimento do papel relevante das vacinas. Nesse ponto, nos remetemos à necessidade de ampliação da alfabetização científica no ambiente escolar.

### **Alfabetização científica**

A alfabetização científica (AC) é um dos pressupostos do ensino de Ciências. Todavia, pode ser observado que na educação formal representada pela escola, alguns desafios dificultam a abordagem da AC, dentre eles, podem ser destacadas, as metodologias pedagógicas com a apresentação de conteúdos dogmáticos desprovidos de reflexões críticas, puramente tecnicistas, assim como a presença de lacunas na formação inicial e continuada dos docentes.

Com a intenção de superar as dificuldades e para enfrentar os desafios e contradições do mundo contemporâneo presentes no ensino de Ciências, a divulgação científica deve se pautar pela AC, que implica o conceito de três dimensões fundamentais: a aquisição de uma nomenclatura básica de conceitos científicos, a compreensão a natureza do método científico e a compreensão sobre o impactos da CTSA, que reúnem as condições favoráveis à formação da cultura científica, ressignificando a ciência no desenvolvimento do espírito crítico e na possibilidade de compreensão e avaliação que os conteúdos gerados por informações apreendidas em diferentes meios podem gerar no contexto social e acadêmico (SASSERON; CARVALHO, 2016).

Dentre os objetos de investigação das avaliações em larga escala podem ser destacados o *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) e o *International Program for Student Assessment* (PISA), que abrange três áreas do conhecimento: Leitura, Matemática e Ciências (BRASIL, 2018), para examinar o desempenho dos estudantes nas áreas do conhecimento de Ciências da natureza e suas tecnologias, considera-se a alfabetização científica, com objetivo de verificar a capacidade do estudante em se envolver em questões sobre a ciência, sua compreensão sobre as ideias científicas, como um sujeito reflexivo, capaz de participar de discussões sobre ciência e tecnologia (OCDE, 2018).

Entende-se que os aspectos que envolvem uma abordagem CTSA devem ser desenvolvidos no contexto educacional objetivando o desenvolvimento da alfabetização científica e tecnológica dos estudantes, percebendo que esses processos ocorrem conjuntamente, e que muitas vezes é impossível dissociá-los. Nessa perspectiva, Chassot (2013) aponta a AC para a cidadania, como um fio condutor das novas formas de ensinar ciência e conhecer o mundo, devendo ser promovida

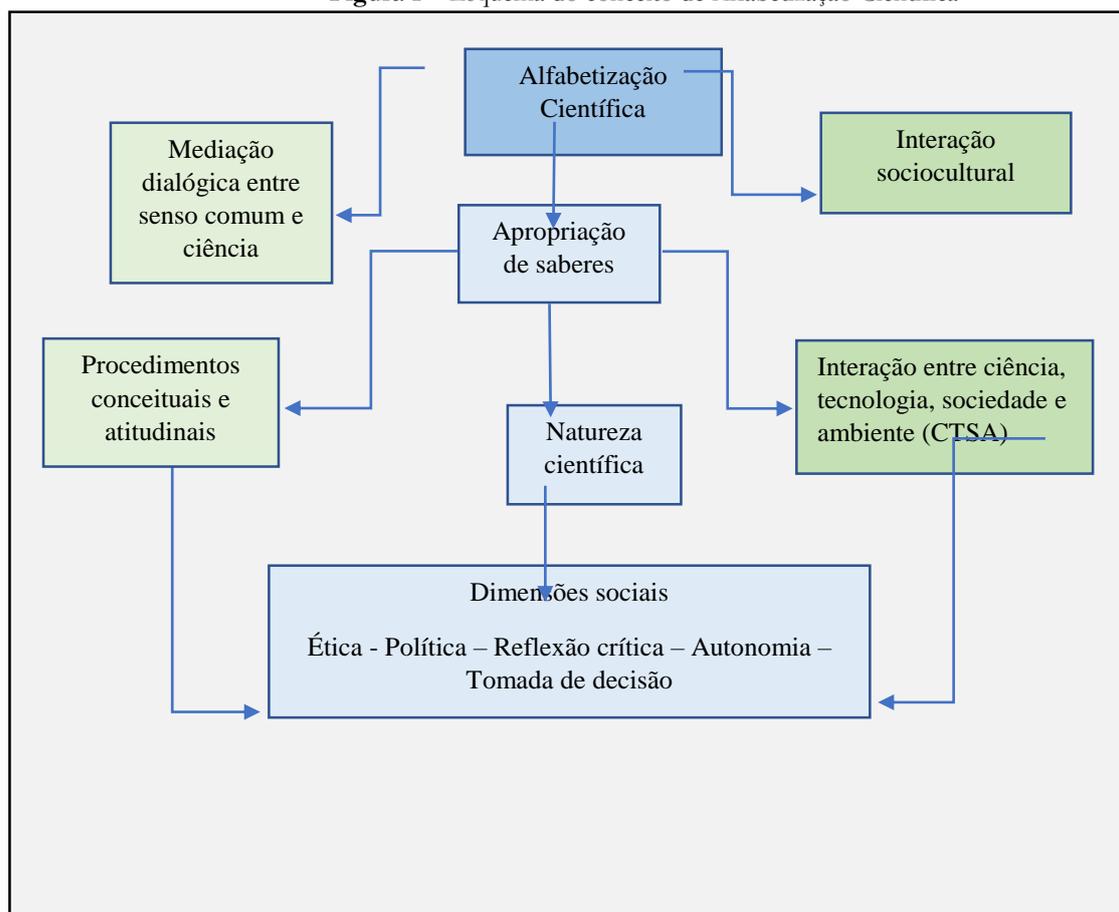
para além nas escolas, ampliada em outros espaços não formais de ensino e disseminada pelos meios de comunicação.

Apresentamos a seguir, na (Figura 1), um esquema que reflete os fundamentos que delimitam a compreensão conceitual de alfabetização científica com a apropriação de saberes de natureza científica, como um processo que pode ocorrer em espaços formais e não-formais de educação.

Dessa forma, são apresentadas duas vertentes que derivam da alfabetização científica: uma que resulta da mediação dialógica entre o senso comum produzido pelos saberes populares e os valores ancorados na ciência, promovendo a cultura científica (CHASSOT, 2006) e a outra, os aspectos de interação socioculturais transformadores da sociedade (JORGE, 2018).

Os desdobramentos que resultam da apropriação dos saberes têm por finalidade a interação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, impulsionando o rompimento de paradigmas nos procedimentos de elaboração de conceitos e nas atitudes frente à resolução de problemas (BNCC, 2017).

Figura 1 – Esquema do conceito de Alfabetização Científica



Fonte: autoria própria

Uma vez que a cultura científica tenha sido um marco exploratório para indivíduo, suas dimensões sociais são ressignificadas a partir da autonomia e das condições necessárias à realização de leituras críticas da realidade, à participação em debates políticos, à tomada de decisão responsável, à intervenção social em uma perspectiva emancipatória, assim como a consciência epistemológica potencializando sua participação na sociedade. (KRASILCHIK, 2011; PETERMAN; PAN; ROBERTSON; LEE, 2014).

Deste modo, a divulgação científica, os aprofundamentos dos conceitos que envolvem discussões acerca do tema biotecnologia, bem como debates pedagógicos promovidos para a apresentação de novas metodologias de ensino devem justificar a formação continuada dos docentes. E, nesse ponto, a contribuição das tecnologias na educação deve ser considerada.

### **A adoção e a utilização de tecnologia na educação**

A educação é um processo de ensino e aprendizagem dos saberes socialmente construídos e primordiais para a vida em sociedade. Sua gênese pode ser confundida com a própria evolução humana, que se distingue dos outros animais por apresentar a capacidade de adaptar os processos naturais em favor das suas necessidades. Assim, a natureza vai sendo transformada através do trabalho desempenhado pelo homem, que num processo de humanização vai construindo e reafirmando sua existência, aprendendo e ensinando, dessa forma produzindo cultura. E nesta configuração, vai se desenhando uma intrínseca relação entre a educação e a produção do conhecimento propriamente dito, como base constitucional da sociedade.

As práticas educativas têm perpassado por grandes transformações com a crescente utilização das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) como recurso pedagógico nos processos de ensino e aprendizagem. Estas auxiliam e permitem o desenvolvimento de novas práxis de trabalho, na fragmentação de padrões estabelecidos no tempo e no espaço, tecendo redes e ambientes interativos que podem facilitar o acesso ao conhecimento na promoção de um maior compartilhamento de informações.

Um panorama linear temporal proposto por Saviani (2005) acerca das políticas educacionais brasileiras evidencia a “teoria e prática” nos processos pedagógicos. A práxis educativa, o “fazer pedagógico”, busca estreitar as relações entre professor e aluno na orientação dos processos de ensino e aprendizagem. Portanto, segundo o autor, todas as teorias educacionais convergem sempre a um mesmo ponto: a busca da aprendizagem, onde o educando ocupa um papel de destaque e o professor atua como um mediador do processo, desfocando o olhar da teoria sobre a prática, visando métodos e processos. Portanto, a partir das novas tendências pedagógicas que têm

como premissa a “prática sobre a teoria”, se reconfigura o cenário da aprendizagem, agora, com o questionamento de “como aprender”.

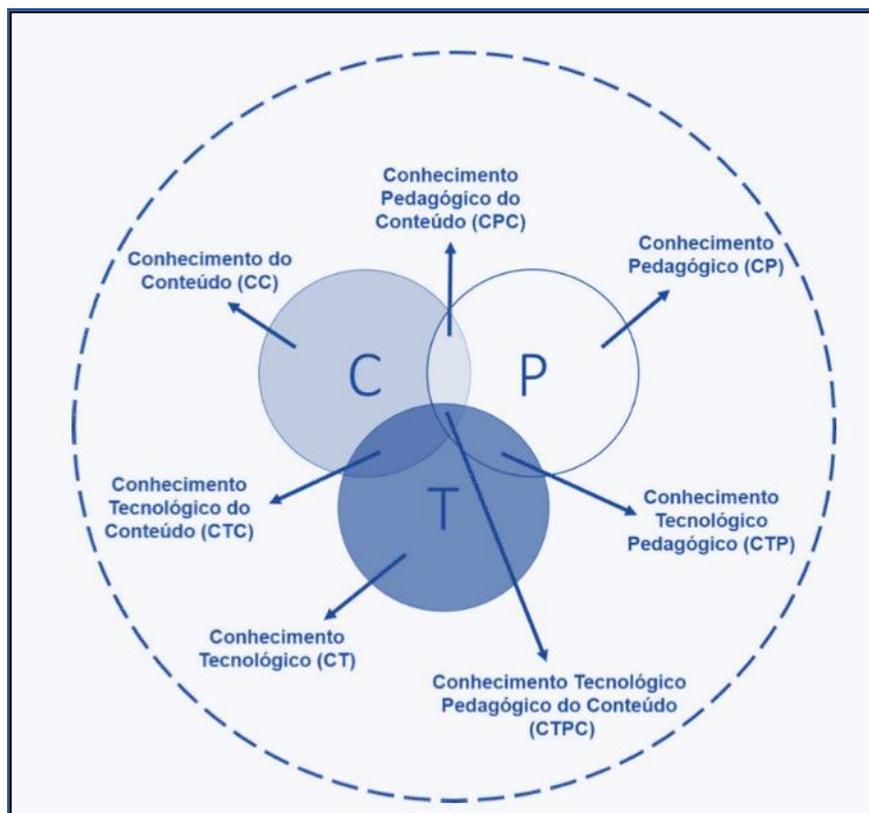
A vista disso, Santos e Ferreira (2020) apresentam a didática como um instrumento importante no fazer pedagógico, onde o conceito de didática multidimensional perpassa pelas dimensões técnica, humana e política, concatenando as ideias de Saviani (2005), em que o processo educacional é centrado no aluno e mediado pelo professor. Essa mediação dialógica pode ser favorecida com a inclusão das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a auxiliar e permitir o desenvolvimento de novas práticas de trabalho, na fragmentação de padrões estabelecidos no tempo e no espaço, tecendo redes e ambientes interativos que facilitam o acesso ao conhecimento na promoção de um maior compartilhamento de informações e respeitando as especificidades individuais e coletivas dos estudantes.

O entendimento da atual sociedade em rede constitui uma nova morfologia social que vem ganhando cada vez mais importância. Nesse contexto, quebram-se paradigmas com o auxílio da comunicação, favorecida pela interatividade, e na ambição de uma compreensão em escala mundial. A busca por um pensamento e aprendizado próprios é incessante, gerando uma constante prontidão para criar, pesquisar e empreender. Em acordo com a visão, então prospectiva, apresentada por Jacques Delors (2003), o acúmulo de conhecimentos em determinada época da vida não responderá a todas as questões que venham a surgir, havendo necessidade de atualização, aprofundamento e enriquecimento desses conhecimentos que poderíamos denominar de iniciação. Essa concepção e o momento ora vivido nos remetem aos quatro pilares do conhecimento por ele enunciados: aprender a conhecer, que seria a aquisição dos instrumentos da compreensão; aprender a fazer, dominando a ação sobre o meio que o cerca; aprender a viver juntos, conviver e cooperar nas atividades; e, por fim, aprender a ser, pilar fundamental que integra os demais. Estas quatro aprendizagens, na verdade, estabelecem uma única, pois estão em permanente contato, relacionando-se e permutando entre si (DELORS, 2003).

Nessa direção, para que haja um engajamento dos profissionais da educação a fim de trabalhar os conteúdos associados à utilização das tecnologias, torna-se necessária a ampliação de conhecimentos específicos, assim como a integração do uso das TDIC, presentes no cotidiano, aos conhecimentos pedagógicos e de conteúdo nos contextos educacionais (KOEHLER; MISHRA; CAIN, 2013; ROLANDO; LUZ; SALVADOR, 2015).

Uma possibilidade é a adoção do modelo teórico postulado por Mishra e Koehler (2006), denominado Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (CTPC), que inclui as tecnologias na formação docente em alinhamento com as abordagens de conteúdo e as pedagógicas (Figura 2).

Figura 2 – Modelo teórico CTPC



Fonte: Rolando *et al.*, (2015, p. 176)

Na ótica do modelo CTPC, a prática pedagógica é o resultado da composição de vários conhecimentos específicos que envolvem a tecnologia, os conteúdos a serem ministrados e a perspectiva pedagógica, que se inter-relacionam ilustrando as confluências da complexa prática pedagógica, que expressa um saber produzido diferente do conhecimento de profissionais da tecnologia, de docentes de áreas específicas ou de profissionais da educação especialistas que dominem os conceitos de didática (MISHRA; KOEHLER, 2006; KOEHLER; MISHRA; CAIN, 2013).

O modelo CTPC, de acordo com Mishra e Koehler (2006, p. 1029), “é a base do bom ensino com tecnologia e requer uma compreensão da representação dos conceitos que utilizam tecnologias, técnicas pedagógicas que usam tecnologias de maneira construtiva para ensinar o conteúdo”. Deste modo, o modelo CTPC mostra-se como um construto que descreve a base de conhecimento dos professores frente à aplicação das tecnologias, e norteia a prática docente voltada ao ensino de Ciências. Apesar da lucidez do modelo, ele ainda é pouco difundido e, conseqüentemente, pouco explorado tanto no Brasil, quanto na academia internacional (ROLANDO *et. al.*, 2015).

## Considerações Finais

Uma das grandes adversidades da educação contemporânea são as dificuldades que as escolas têm enfrentado em ajudar seus alunos a desenvolverem habilidades que contribuam para aprender a conhecer, fazer, conviver e ser, estabelecendo relações e conexões. Com o advento de novos instrumentos, os problemas reais agravam-se ainda mais, na medida em que as dificuldades existentes em questionarem-se os antigos processos de construção do conhecimento não são solucionados, em contraponto ao aceite de propostas modificadoras nas estruturas curriculares, na expansão do universo acadêmico e na superação de obstáculos na relação entre professor/aluno, escola/comunidade e escola/mundo.

Aqui não nos referimos à premência que se verificou do uso das TDIC no contexto pandêmico, mas nessa situação sobressaiu-se que não somente as técnicas de ensino precisam ser reavaliadas quando da utilização de TDIC, mas que a própria concepção do ensino tende a ressignificar seus caminhos.

Percebe-se, de modo contundente, que a aprendizagem vem sendo processada, cada vez mais, em diversos espaços, atenuando as fronteiras entre a educação formal, não-formal e informal. Esse é um panorama que nos faz retomar à necessidade do reconhecimento de questões que permeiam o cotidiano como a relevância das vacinas, a divulgação dos estudos científicos, dentre os quais os relacionados à biotecnologia, valendo-se de diferentes metodologias, promovendo a expansão da escola em direção à comunidade escolar, proporcionando a construção cultural e identitária, possibilitando a todos a oportunidade de crescerem e aprenderem ao longo da vida, valorizando o respeito e a convivência social.

Há necessidade da construção de um conhecimento que tenha significado, que permita a sua compreensão e integração ao mundo em que vive. Nesse ponto a alfabetização científica é primordial para que as informações e o conhecimento que vem sendo construído não fiquem retidos a um grupo de iniciados, mas que, de forma simples e objetiva, possam explicar aquilo que faça diferença na vida de todos e de cada um.

Nesse ponto é premente uma reflexão sobre a função pedagógica do professor na mediação do conhecimento em uma fase de extremas mudanças socioambientais, na qual desponta, com mais intensidade, a necessidade da divulgação dos avanços da Ciência, no que as TDIC podem ser elementos extremamente facilitadores. Sem dúvida, o cenário atual aponta, mais que nunca, a necessidade de se considerar a recontextualização da formação do professor.

## Referências

BERNE, Birgitta. Progression in Ethical Reasoning When Addressing Socio-scientific Issues in Biotechnology. **International Journal of Science Education**, v. 36, p. 1-20, 2014. Disponível em: <http://doi.org/10.1080/09300693.2014.941957> Acesso em: 18 set. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Fundamentos pedagógicos e estrutura geral da BNCC**. Brasília, DF, 2017. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=56621-bnccapresentacao-fundamentos-pedagogicos-estrutura-pdf&category\\_slug=janeiro-2017-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=56621-bnccapresentacao-fundamentos-pedagogicos-estrutura-pdf&category_slug=janeiro-2017-pdf&Itemid=30192). Acesso em 17 de set. 2020.

BRASIL. **PISA 2018**. Disponível em: [http://download.inep.gov.br/acoes\\_internacionais/pisa/documentos/2019/relatorio\\_PISA\\_2018\\_preliminar.pdf](http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/documentos/2019/relatorio_PISA_2018_preliminar.pdf). Acesso em 19 set. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Convenção Sobre Diversidade Biológica – CDB. Decreto Legislativo nº 2, de 1994. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/informma/item/7513-convencao-sobre-diversidade-biologica-cdb>. Acesso em 26 de set. 2020.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social**. Ijuí. Editora Unijuí. 2006.

CHASSOT, Attico. **Propondo sementeiras**. In.: ARANTES, V. A. (org.). Ensino de ciências: pontos e contrapontos. São Paulo: Summus, 2013, p. 61-102.

CUPANI, Alberto. **Filosofia da Tecnologia**. Florianópolis, Ed. da UFSC, 2017.

DIOGO, Maria Paula; SIMÕES, Ana. História da Ciência e História da Tecnologia: reflexões sobre ética e práticas disciplinares. In: NEVES, Maria do Céu Patrão; CARVALHO, Maria da Graça (coord.) **Ética aplicada: investigações científicas**. Lisboa, Portugal: Edições 70, 2018, p. 83-101.

DELORS, Jacques. **Educação: um tesouro a descobrir**. São Paulo: Cortez, 2003.

DUTRA, Luiz Henrique. **Introdução à Teoria da Ciência**. Florianópolis: Editora UFSC, 2004.

JORGE, Maria Manoel Araujo. Relações entre ciência e tecnologia. In: NEVES, Maria do Céu Patrão; CARVALHO, Maria da Graça (coord.) **Ética aplicada: investigações científicas**. Lisboa, Portugal: Edições 70, 2018, p. 103-124.

LIBÂNEO, José Carlos. Políticas educacionais no Brasil: desfiguramento da escola e do conhecimento escolar. **Cadernos de Pesquisa**, v.46, n.159, p.38-62, São Paulo. jan./mar. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/198053143572>. Acesso em 20 ago. 2020.

LIBÂNEO, José Carlos. A teoria do ensino para o desenvolvimento humano e o planejamento de ensino. **Educativa**, Goiânia, v. 19, n. 2, p. 353-387, mai/ago. 2016.

KOEHLER, Matthew; MISHRA, Punya; CAIN, William. What Is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? **Journal of Education**, v. 193, n. 3, p. 13–19, 2013.

KRASILCHIK, Myriam. **Práticas de Ensino de Biologia**. 4ª ed. rev. e ampli., 3ª reimpr. São Paulo: EdUSP, 2011.

MISHRA, Punya; KOEHLER, Matthew. Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. **Teachers College Record**, v. 108, n. 6, p. 1017-1054, 2006. Disponível em: [http://one2oneheights.pbworks.com/f/MISHRA\\_PUNYA.pdf](http://one2oneheights.pbworks.com/f/MISHRA_PUNYA.pdf) Acesso em: 16 set. 2020.

NÄPFLIN, Catherine; OSER, Fritz.; AERNI, Philipp. Discussion-Based Teaching Methods Addressing Policy Issues Related to Agricultural Biotechnology. In: ALT, D. e REINGOLD, R. (Ed.). Changes in Teacher's Moral Role. **Sense Publishers**, v. 6, cap. 12, p. 147-153, 2012. (Moral Development and Citizenship Education). Disponível em: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-6091-837-7\\_12](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-6091-837-7_12) Acesso em: 16 set. 2020.

OCDE. **Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes**. Sumário executivo, Brasil, 2018.

PETERMAN, Karen; PAN, Yi; ROBERTSON, Jane; LEE, Shelley Glenn. Self-Report and Academic Factors in Relation to High School Student's Success in an Innovative Biotechnology Program. **Journal of Technology Education**. 25: p. 35-51, 2014. Retrieved from: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1034725.pdf>. Acesso em 18 de set. 2020.

ROLANDO, Luiz Gustavo Ribeiro; LUZ, Maurício Roberto Motta Pinto; SALVADOR, Daniel Fábio. O Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo no Contexto Lusófono: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 23 (03), p. 174-190, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5753/rbie.2015.23.03.174>. Acesso em: 16 set. 2020.

RUPPENTHAL, Raquel; SCHETINGER, Maria Rosa Chitolina. Argumentation and Problem-Solving Ability of Elementary School Students. **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 10, n. 2, p. 35-52, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2017v10n2p35>. Acesso em: 18 set. 2020.

SALES, Maria Goreti; FERREIRA, Eugénio Campos; REIS, Maria Ascensão. Biotecnologias. In: In: NEVES, Maria do Céu Patrão; CARVALHO, Maria da Graça (coord.) **Ética aplicada: novas tecnologias**. Lisboa, Portugal: Edições 70, 2018, p.51-86.

SANTOS, Boaventura de Sousa. **A cruel pedagogia do vírus**. Coimbra. Editora Almedina, 2020.

SANTOS, Sonia Regina Mendes dos; FERREIRA, Diego. As tecnologias digitais de informação e comunicação e a didática multidimensional: por uma resignificação necessária. **Revista Educação e Cultura Contemporânea**. Rio de Janeiro. PPGE UNESA, v. 17, n. 47, 2020. Disponível em: <http://periodicos.estacio.br/index.php/reeduc/article/view/7286/47966541> Acesso em 15 de set. 2020.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Ana Maria Pessoa. **Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica**. Investigações em ensino de ciências, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2016.

SAVIANI, Dermeval. **As Concepções Pedagógicas na história da Educação Brasileira**. Texto elaborado no âmbito do projeto de pesquisa "O espaço acadêmico da pedagogia no Brasil." Campinas, 2005. Disponível em: [http://www.histedbr.fe.unicamp.br/navegando/artigos\\_pdf/Dermeval\\_Saviani\\_artigo.pdf](http://www.histedbr.fe.unicamp.br/navegando/artigos_pdf/Dermeval_Saviani_artigo.pdf) Acesso em 15 de set. 2020.