

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLOGIAS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: UM OLHAR PARA A LITERATURA ATUAL

SCIENTIFIC LITERACY AND DIGITAL TECHNOLOGIES IN SCIENCE EDUCATION:
A LOOK AT CURRENT LITERATURE

Gisele Ferreira Machado 

Centro Universitário Leonardo Da Vinci,
UNIASSSELVI
Itajubá, MG, Brasil
gisele.fmachado@hotmail.com

Alessandra Rodrigues 

Universidade Federal de Itajubá, UFSC
Itajubá, MG, Brasil
alessandrarodrigues@unifei.edu.br

Resumo. Este artigo é um recorte de uma investigação mais ampla desenvolvida em um curso de mestrado. Neste texto, temos por objetivo apresentar e discutir resultados de uma revisão sistemática de literatura que analisa estudos que tratam da Alfabetização Científica (AC) em articulação com as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) no Ensino de Ciências. O lapso temporal compreendeu os anos de 2014 a 2018 e foram consultadas quatro bases de dados, sendo duas nacionais e duas internacionais. Esta revisão justifica-se pela atual e necessária discussão sobre a alfabetização científica no contexto da cultura digital que perpassa as relações sociais e educacionais contemporâneas. Nesse sentido, o uso das TDIC como recursos de suporte ao desenvolvimento da AC torna-se também tema relevante. Como resultados, a revisão aponta para uma lacuna a ser preenchida tendo em vista a pequena quantidade de trabalhos que enfocam com clareza essa relação e o fato de que, quando essa abordagem ocorre, os estudos apresentam uma perspectiva mais utilitarista das tecnologias, sem a exploração de suas potencialidades de forma articulada com a AC. Outro ponto que merece destaque é o fato de que muitos estudos trazem como substrato das discussões a articulação teórico-metodológica entre a alfabetização científica e os enfoques CTS e CTSA.

Palavras-chave: alfabetização científica; tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC); cultura digital.

Abstract. This article is a part of a broader investigation developed in a master's course. In this text we aim to present and discuss the results of a systematic literature review that analysed studies dealing with Scientific Literacy in conjunction with Digital Information and Communication Technologies in Science Education. The time frame covered the years 2014 to 2018 and four databases were consulted, two national and two international. This review is justified by the current and necessary discussion on scientific literacy in the context of digital culture that permeates contemporary social and educational relations. In this sense, the use of digital technologies as resources to support the development of scientific literacy also becomes a relevant topic. As a result, the review points to a gap to be filled in view of the small amount of work that clearly focuses on this relationship and the fact that, when this approach occurs, studies present a more utilitarian perspective of technologies, without exploration of its potentialities in an articulated way with the scientific literacy. Another point that deserves to be highlighted is the fact that many studies bring the theoretical-methodological articulation between scientific literacy and the Science, Technology and Society approach.

Keywords: scientific literacy; digital information and communication technologies; cyberculture.

INTRODUÇÃO

São diversas as definições para a Alfabetização Científica (AC) desde a proposição do conceito, em 1958, por Hurd (1958). Considerando sua pluralidade semântica, encontramos ainda hoje, na literatura nacional, autores que utilizam as expressões “Letramento Científico”, “Alfabetização Científica” e “Enculturação Científica” (Sasseron; Carvalho, 2011; Cunha, 2017; Sasseron; Machado, 2017). Já no âmbito internacional, Carvalho (2009) aponta três diferentes nomenclaturas: “literacia científica” (“*scientific literacy*”); “compreensão pública da ciência” (“*public understanding of science*”) e “cultura científica” (“*la culture scientifique*”). Ainda que essas expressões guardem algumas diferenças e tenham nuances entre si, de maneira geral podemos entender, conforme Souza e Sasseron (2012), que ser alfabetizado cientificamente vai além de simplesmente compreender os conhecimentos científicos. É necessário sistematizar o pensamento de maneira lógica e contribuir para a construção de um conhecimento crítico do mundo que nos cerca. Nesse sentido, as autoras corroboram as ideias de Chassot (2003, p. 91), segundo o qual, sendo a ciência uma linguagem, “ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza”.

Em um contexto de avanços científicos e tecnológicos que vêm influenciando e mudando a vida das pessoas e a educação, em particular a Educação em Ciências, para que se possa atingir a AC com os estudantes já na Educação Básica, é indispensável prepará-los para tomarem decisões e intervirem no meio em que vivem de forma ética, responsável e crítica tendo por base conceitos científicos compreendidos e problematizados. Nessa contemporaneidade que abriga o avanço e a ampliação de acesso às Tecnologias

Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), observamos também a necessidade de repensar os processos de ensinar e aprender considerando que as TDIC (especialmente pelos dispositivos móveis, que estão constantemente nas mãos dos educandos) podem ser instrumentos utilizados na sala de aula e, também, recursos didáticos extraclasse que potencializem o desenvolvimento da AC.

Dentre as múltiplas definições e caracterizações sobre a tecnologia, Vieira Pinto (2005) destaca que, como ciência da técnica, ela surge como exigência social. De outra parte, também podemos dizer que a tecnologia é considerada pelo autor como o conjunto das técnicas de que dispõe uma dada sociedade. Para Vieira Pinto (*op. cit.*), a tecnologia não é causa, mas mediação. Nessa mesma linha de pensamento, mas voltando o olhar para a tecnologia em contexto específico (o educacional), Kenski (2008, p. 9) defende que “os processos de interação social e de comunicação são inerentes às atividades de ensinar”. Assim, o avanço tecnológico tem modificado os processos de ensino e de aprendizagem. Entretanto, para dar lugar às TDIC na educação é preciso rever os objetivos do ensino e mudar o papel de professores e alunos (Rojo, 2013; Sancho, 2019).

Nesse viés, a AC poderia contribuir para que os atores sociais sejam sujeitos críticos, que possam fazer uma leitura do mundo e intervir em diferentes contextos, cada vez mais mediados pelas diferentes tecnologias, particularmente as TDIC. Pela perspectiva de Streck (2008) e Freire (1996), respectivamente, o sujeito integrado é aquele que exercita sua liberdade, reflete e analisa sua realidade, posicionando-se criticamente e tomando decisões que interferem sobre ela, enquanto que a criticidade é a capacidade do ser de refletir criticamente sobre a realidade na qual está inserido, de forma a conhecê-la, contestá-la e intervir para transformá-la. Assim, sujeito crítico é o ser capaz de fazer uma leitura do mundo e intervir em diferentes contextos de forma reflexiva e integrada e o principal objetivo do ato de educar é formar “[...] sujeitos críticos capazes de pensar e transformar o mundo em que vivem, sua realidade e sociedade, seu estar no mundo, considerando sempre a realidade onde os sujeitos vivem e as diversas possibilidades de transformação social advindas desse processo” (Freire, 1996, p. 20). Tendo esse mote central, uma das contribuições das tecnologias para a educação é o que elas propiciam em termos de possibilidades de desenvolvimento da autonomia, do autoconhecimento e do poder sobre a própria aprendizagem, potencializando aprendizagens mais significativas, contextualizadas e crítico-criativas (Almeida, 2004; Almeida; Valente, 2016, Rodrigues, 2017).

Com os olhos voltados para essa realidade, as discussões sobre AC em articulação com as TDIC vêm ocupando mais espaço em pesquisas no campo da educação em ciências nos mais diferentes níveis de ensino. Entretanto, o olhar para as potencialidades que essas tecnologias podem oferecer ao processo de AC ainda se encontra incipiente e, também por isso, requer investigações de cunho teórico que permitam compreender os caminhos pelos quais essas articulações vêm sendo feitas pelos pesquisadores da área, bem como as possibilidades de pesquisa ainda não exploradas.

Considerando essa necessidade e também a inexistência de revisões de literatura, publicadas entre 2014 e 2018, com foco nas possíveis articulações entre AC e TDIC na educação em ciências, neste artigo apresentamos resultados e discussões decorrentes de revisão de literatura com lapso temporal no período mencionado cuja questão orientadora foi: O que dizem os estudos contemporâneos sobre as possibilidades de articulação entre alfabetização científica (AC) e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) na educação em ciências? Salientamos que esta revisão é um recorte de uma dissertação de mestrado. Além de contribuir para a validação da originalidade e da atualidade daquela pesquisa mais ampla, esta revisão apresenta também contribuições à área da educação em ciências ao traçar um panorama dos estudos recentes que tratam ou tangenciam a articulação AC/TDIC indicando um campo ainda vasto para estudos e aplicações didáticas capazes de fomentar a AC no contexto da cultura digital em que nos inserimos.

Diferentemente das revisões narrativas, que são amplas, trazem informações gerais e não informam necessariamente a metodologia das buscas e os critérios de seleção dos trabalhos, neste estudo nos apoiamos nos procedimentos da revisão sistemática, na qual se descreve claramente objetivos, materiais e métodos para a síntese dos estudos primários e é conduzida conforme uma metodologia explícita e reprodutível (Rothier, 2007).

Tendo em foco a questão-problema enunciada, este artigo está estruturado da seguinte forma a partir desta introdução: na próxima seção são apresentados os procedimentos e as escolhas metodológicas para a estruturação deste estudo. Em seguida, subdividida em 4 subseções, apresentamos, a partir da discussão dos estudos incluídos nesta revisão de literatura: a) a relação entre as TDIC e a AC na educação básica buscando observar as potencialidades das TDIC para o trabalho com a AC nesse contexto educacional; b) intervenções para AC no ensino superior e técnico buscando evidenciar a amplitude de aplicação das tecnologias digitais nesses ambientes educacionais; c) estudos teóricos e de base documental que descrevem

a busca por aproximar os conteúdos curriculares das realidades dos estudantes a partir das TDIC, bem como o descompasso e os desafios dentro dessa temática; d) uma visão geral dos estudos incluídos na revisão enfatizando a diversidade de abordagens teórico-metodológicas articuladas à AC. Por fim, encerra este artigo com as considerações finais.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a revisão de literatura apresentada neste artigo, as buscas compreenderam publicações de quatro bases de dados, sendo duas internacionais: Repositório Científico de Acesso Aberto de Portugal (RCAAP) e *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*, e duas nacionais: Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e *Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES*. A escolha por essas bases de dados se deu pela abrangência e por possibilitarem acesso tanto a artigos quanto a estudos mais completos – como dissertações e teses. A opção por incluir tanto artigos quanto dissertações justifica-se pela intenção de construir um levantamento o mais fiel e atual possível das investigações produzidas no recorte temporal que abarcou os 5 anos anteriores à realização da revisão considerando-se, especialmente, que muitas teses e dissertações não são publicadas em formato de artigo ou, quando o são, essa publicação pode demorar a acontecer – o que teria efeitos sobre os resultados das buscas realizadas e sobre a sua fidedignidade no que se refere à atualidade dos estudos. Assim, entendemos que as bases de dados consultadas se complementam e constituem, em conjunto, um repertório de grande amplitude de trabalhos científicos publicados em nível nacional e internacional. O levantamento foi realizado no mês de abril de 2019 e o lapso temporal compreendeu os anos de 2014 a 2018. Conforme já mencionado, o recorte temporal deve-se ao objetivo de mostrar o cenário atual das publicações que utilizam das TDIC como recursos didáticos para o alcance da AC no ensino das ciências e, principalmente, para discutir as potencialidades desse tipo de recurso nas propostas didáticas voltadas para a AC.

Na revisão sistemática, perspectiva metodológica que orienta este estudo, conforme já pontuamos, é imprescindível que todas as etapas sejam registradas, bem como os objetivos, os operadores booleanos utilizados nas buscas, critérios de inclusão e exclusão dos trabalhos (Ramos, Faria & Faria, 2014). O Quadro 1 apresenta o protocolo de ação definido para orientar as buscas pelas produções científicas discutidas neste artigo. Vale ressaltar que as palavras e buscas e o filtro após a apresentação dos primeiros resultados foram os mesmos para todas as bases, conforme descrito a seguir.

Quadro 1: Etapas seguidas no processo de revisão sistemática

Objetivo/Recorte	<i>Identificar estudos que tratem da Alfabetização Científica e da Tecnologia no Ensino de Ciências.</i>
Equações de Pesquisa	<i>Palavras-chave: “alfabetização científica”, tecnologia</i>
Âmbito da Pesquisa	<i>RCAAP, SciELO, Portal de Periódicos da CAPES, Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES</i>
Crítérios de Inclusão	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Artigos publicados em revistas científicas, e conforme disponibilidade na base de dados, somente periódicos revisados por pares.</i> - <i>Artigos que apresentam “Alfabetização Científica” nas palavras-chave ou título.</i> - <i>Somente dissertações de mestrado (para o caso de bancos de dados que apresentam teses e dissertações).</i> - <i>Apenas trabalhos publicados no lapso temporal de 2014 a 2018.</i>
Crítérios de Exclusão	<p><i>Trabalhos cujos enfoques se voltem:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>à discussão a respeito da AC na formação inicial ou continuada de professores;</i> - <i>à relação entre AC e ambiente informal ou não-formal de ensino.</i> - <i>que não abordem a AC.</i>
Crítérios de Validade Metodológica	<i>Replicação do processo de busca e conferência dos resultados por outro investigador.</i>
Resultados	<i>Descrição da pesquisa e registro dos passos.</i>
Tratamento de Dados	<i>Filtragem, análise crítica dos resultados com auxílio do Software Nvivo para construção de nuvens de palavras.</i>

Fonte: Autoria Própria. Adaptado de Ramos, Faria e Faria (2014).

Os critérios de inclusão e exclusão justificam-se pelos interesses específicos da investigação mais ampla à qual esta revisão está associada. Já a qualidade dos estudos incluídos está presumida pela qualidade das bases de dados nas quais as buscas foram realizadas bem como pelo critério de inclusão que buscou somente estudos (no caso de artigos) publicados em periódicos revisados por pares. No caso das dissertações, a

qualidade estaria verificada pela própria aprovação do texto por comissões examinadoras qualificadas nos Programas de Pós-Graduação. Cabe ressaltar que a escolha por apenas dissertações no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES ocorreu em função do nível da pesquisa mais ampla na qual se encaixa esta revisão.

Em todas as bases de dados consultadas, foi utilizado o mecanismo de “busca avançada” com os descritores: alfabetização científica e tecnologia. Em um primeiro momento, o filtro aplicado foi somente o lapso temporal (2014 a 2018). Destacamos também que inúmeros trabalhos foram alcançados na busca pela expressão “alfabetização científica”, porém, quando associamos a AC à tecnologia, pelo uso do operador booleano “e/and”, os resultados diminuíram significativamente. A quantidade total de trabalhos resultante das buscas nas quatro bases de dados consultadas foi de 120 estudos.

A partir desse quantitativo, a filtragem seguinte foi realizada pela leitura dos resumos dos trabalhos levando em consideração os critérios de inclusão e exclusão já determinados no protocolo de etapas da revisão. Resultaram desse processo 19 trabalhos, distribuídos da seguinte forma nas bases consultadas: RCAAP (15), SciELO (2), Portal de Periódicos da CAPES (3), Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES (3). A redução significativa indica a incipiência de pesquisas que articulem as tecnologias digitais às propostas de AC na educação básica (níveis fundamental e médio). Informamos, ainda, que a somatória apresentada neste artigo considera apenas 11 estudos do RCAAP por haver estudos em duplicidade na própria base de dados, bem como em outras bases pesquisadas.

Como passo seguinte para a construção do corpus de análise desta revisão, seguimos as proposições de Yin (2016) para análise qualitativa de dados. O autor propõe que a etapa analítica se estruture por cinco fases, em um ciclo sequencial, mas “[...] que tende a ocorrer de maneira não linear”. As fases são: “(1) compilar, (2) decompor, (3) recompor, (4) interpretar e (5) concluir” (YIN, 2016, p. 158). Assim, após a compilação dos estudos selecionados por base de dados, na fase de decomposição, cada um dos 11 estudos foi lido buscando os seguintes elementos: objetivos, metodologia da pesquisa, contexto de investigação, resultados e contribuições. Na fase seguinte, a recomposição ocorreu buscando semelhanças e diferenças entre os dados decompostos. O reagrupamento se deu, então, pela construção de novos conjuntos – não mais associados às bases de busca, mas conforme temáticas ou abordagens emergentes.

Na próxima seção apresentamos as discussões conforme as interpretações realizadas considerando-se esses últimos agrupamentos, constituídos por três blocos: o primeiro bloco (composto por 12 estudos) discorre sobre os trabalhos que utilizam as TDIC no desenvolvimento de AC na educação básica; o segundo agrupa 3 estudos que apresentam intervenções pedagógicas que almejam a AC para o ensino superior e técnico; o terceiro bloco (composto por 4 estudos) apresenta, por meio de estudos teóricos, a discussão sobre AC na formação do cidadão a partir da contextualização e das habilidades investigativas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, apresentamos os resultados da revisão de literatura conforme os agrupamentos já especificados anteriormente. Antes de tratar de cada agrupamento em particular, apresentamos, na Figura 1, um fluxograma geral do processo metodológico até a definição dos agrupamentos finais discutidos neste ponto do texto.

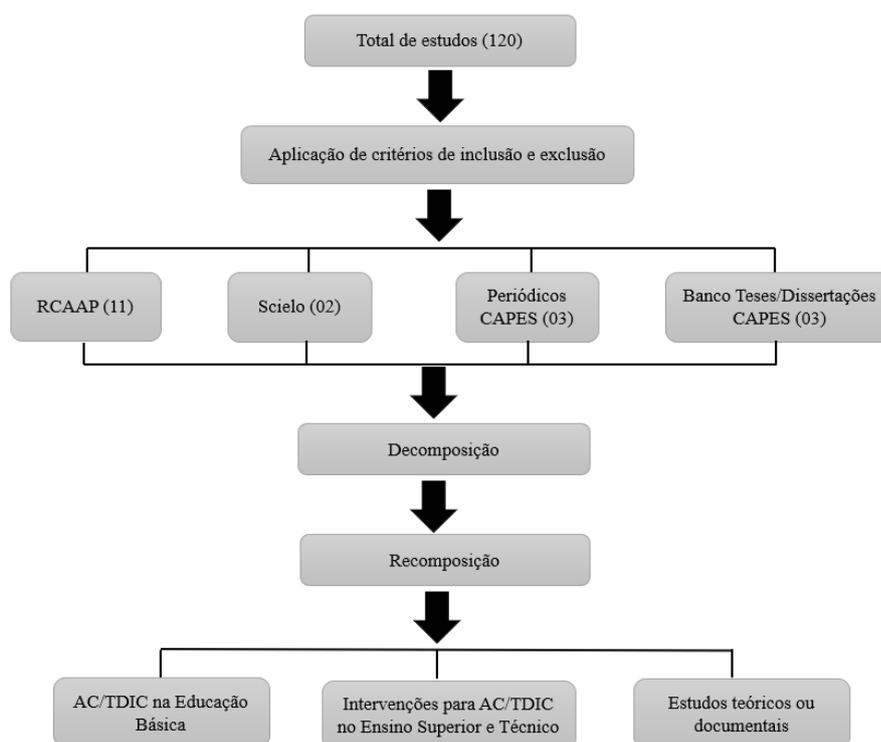


Figura 1: Fluxograma Geral
Fonte: autoria própria.

TDIC e AC na Educação Básica

Iniciamos as discussões deste primeiro bloco com o estudo de Ribeiro e Genovese (2015), que analisaram uma proposta de Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) no contexto do Ensino Médio de uma escola pública de Goiânia, onde, a partir da perspectiva de ensino por pesquisa, os alunos realizaram um estudo sobre aparelhos tecnológicos na abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Foram construídos com os alunos diversos momentos de discussão e orientação nos horários de contraturno, além de um e-mail para que pudessem dialogar com o estagiário responsável pela orientação dos estudantes, esclarecer dúvidas, fazer questionamentos, dar sugestões e opiniões. Ao final da pesquisa, os autores concluem que a utilização de uma mediação tecnológica, como o uso de e-mail, facilitou a comunicação com os alunos fora dos horários de aulas regulares – o que vai ao encontro dos apontamentos de Costa, Duqueviz e Pedroza (2015), que destacam o uso de novas tecnologias como provocadoras de mudanças na forma de interagir na sociedade, bem como no modo de colaborar e compartilhar informações. Nessa mesma linha de pensamento, Valente, Almeida e Geraldini (2017) acrescentam que as mudanças advindas da disseminação das práticas sociais mediatizadas pelas TDIC representam um grande desafio da educação em repensar novas propostas educativas. Entretanto, cabe salientar que o uso das tecnologias feito no estudo de Ribeiro e Genovese (2015) não apresenta indicativos de ter conseguido ultrapassar os limites do que Valente (2016) chama de “*software* de escritório” e, por isso, as TDIC podem não ter sido utilizadas no sentido de promover ações e aprendizagens mais críticas, mas apenas para facilitar e/ou agilizar processos de comunicação.

Por sua vez, o estudo de Rodrigues et al. (2015) apresenta uma proposta de debater entre alunos do 9º ano do Ensino Fundamental II, temas sociocientíficos relativos à indústria do Estado do Espírito Santo por meio de estratégias que incluíam visitas a indústrias locais com o objetivo de promover a AC a partir do projeto escolar “Quixaba” (Química na Indústria Capixaba). As aulas experimentais foram alternadas com as aulas destinadas à discussão, pesquisa, execução e apresentação do projeto. Uma das etapas do projeto ocorreu no laboratório de informática, quando os alunos foram orientados a investigar o tema sociocientífico escolhido, e finalizou com a apresentação do relatório desta etapa em forma de uma apresentação em *Microsoft Office Power Point*®. Na etapa após a visita *in loco* foi solicitado aos alunos que confeccionassem um documentário em curta-metragem no laboratório de informática da escola utilizando o software *Live Movie Maker*® a partir dos registros de fotografia, vídeos, entrevistas e observações realizadas

durante a visita. Os vídeos foram apresentados pelos grupos aos demais alunos, que puderam discutir a experiência vivida em cada ramo da indústria. Para a apresentação de seus trabalhos, todos os grupos utilizaram recursos tecnológicos, como *tablet* e *notebook*, de modo a aumentar a interatividade com os visitantes. Os autores ressaltam que os procedimentos de busca de informações auxiliaram na construção de argumentos que responderam aos questionamentos prévios, pois a todo tempo as questões eram repensadas e refeitas.

Outros estudos significativos nesta revisão de literatura também utilizam recursos das TDIC como *Microsoft Office Power Point®* para apresentação de trabalhos e a *internet* para busca de informações (Bernardinelli, 2014; Oliveira, 2015; Ramos, 2015; Teixeira, 2016; Miletto, 2017; Bosco 2018). Neves e Mercado (2019) ressaltam que as ferramentas de edição de fotos, vídeos, áudios e programas de *storytelling* disponibilizados no ambiente digital podem ser utilizadas para a produção dos conteúdos em ambientes imersivos online em que os alunos podem modificar e interagir com o ambiente simulado. Essas ferramentas disponíveis na *internet* permitem ao professor trabalhar a criatividade e análise crítica, e desenvolver nos alunos a capacidade de organização e a concepção de dados de conhecimento.

Nesse sentido, a partir de uma sequência didática (SD) planejada e aplicada na expectativa de fazer com que os alunos compreendessem os conhecimentos científicos a sua volta, Bosco (2018) procurou orientar os alunos a organizarem suas ideias e buscarem pesquisar em outras fontes além do material fornecido em um livro-base. Os estudantes utilizaram apresentação de *slides*, inclusive com fotos e gráficos para facilitar o entendimento dos demais colegas. Considerando os três eixos estruturantes e os indicadores da AC, Bosco (2018) considera que os resultados indicam que os alunos foram autores de suas próprias pesquisas, frente a uma problemática com caráter investigativo, possibilitando a seriação, organização e classificação das informações, seguindo um raciocínio lógico e proporcional.

Em seu estudo, Miletto (2017) relata que utilizou a Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR) para formação dos alunos enquanto sujeitos ecológicos, que os grupos, ao buscarem informações e material a respeito de cada temática abordada, utilizaram diferentes recursos tecnológicos como imagens e vídeos obtidos em *sites* de busca da *internet* e a confecção de um vídeo com montagens de imagens registradas no dia da saída a campo na comunidade. Os alunos decidiram finalizar a pesquisa com um seminário e usaram *slides* para sua apresentação.

Nesses dois últimos trabalhos mencionados – Bosco (2018) e Miletto (2017) –, é possível observar que as TDIC aparecem entre os recursos didáticos, porém sem qualquer destaque para sua relevância na aprendizagem. Percebe-se, ainda, que as ferramentas de interação e comunicação foram vistas apenas como recursos de apresentação. Tendo em vista que a forma com que se utiliza as TDIC é que as tornará um potencial no apoio às atividades pedagógicas, mesmo relatando a autoria dos alunos, os pesquisadores não parecem reconhecer, ou estimular, a potencialidade dos recursos tecnológicos utilizados pelos alunos.

Sobre essa questão, vale destacar, corroborando as ideias de Almeida (2004), que a tecnologia não promove novas práticas por si só, daí a importância do papel do professor para refletir e mediar sua utilização pedagógica e assim desenvolver práticas que possam ir ao encontro das necessidades dos alunos, aproximando-as dos conteúdos curriculares. A intervenção de um agente de aprendizagem é essencial para provocar a reflexão e a depuração do processo em desenvolvimento e propiciar a aprendizagem, seja ela mediatizada ou não pela tecnologia.

Em perspectiva semelhante à adotada no estudo de Miletto (2017), na intenção de trabalhar os conteúdos de Fissão e Fusão Nuclear pela ótica da AC, o estudo de Ramos (2015) destaca que para a realização dos trabalhos desde esse ponto de vista, os alunos terão, necessariamente, que realizar pesquisas em outras fontes de informação que transcendem o livro-texto. Na perspectiva da criticidade e da aproximação do aluno aos eventos complexos da natureza, o autor propôs mesclar aulas com explicações na lousa e aulas com experimentos. Para isso, empregou o simulador o *Phet*. Neste caso, o objetivo era que os alunos vissem e reproduzissem os fenômenos virtualizados. Ramos (2015) reconhece que a prática de simuladores virtuais permite a experimentação em caso de não haver um laboratório devidamente montado, além de poupar tempo do professor em montar os experimentos no laboratório, visto que os simuladores estão prontos para uso na *internet*. Gregório, Oliveira, Matos (2016) corroboram as ideias de Ramos (2015) e acrescentam que o ensino de conteúdos abstratos exige metodologias de ensino diferenciadas, e os simuladores virtuais são ferramentas que quando associadas às metodologias de ensino eficientes, tais como o ensino investigativo, podem sanar as dificuldades que os processos de ensino e aprendizagem de conteúdos abstratos apresentam, além disso, nesse contexto o aluno passa de um simples receptor e torna-se agente, devendo agir, refletir, discutir, relatar e não simplesmente manipular ou observar.

O estudo de Oliveira (2015), por sua vez, considerou a utilização de diferentes estratégias didáticas nas aulas de Química, entre elas: experimentação, vídeos, trabalhos acadêmicos e notícias da *internet*. Para a autora, o aluno, ao ter contato com uma variedade de textos científicos, desde reportagens de mídia impressa até produções disponibilizadas na *web*, aumenta sua capacidade de interpretação da realidade em direção a sua ACT. O estudo aponta que ao trabalhar textos de diferentes *sites* da *internet* foi possível que os alunos evidenciassem elementos distintos na forma de noticiar a mesma informação, e que isto é fundamental para que os estudantes analisem os fatos e consigam se posicionar diante deles com mais clareza.

Nessa perspectiva, Rojo (2013) traz à tona que vivemos a era dos multiletramentos, por isso é preciso enxergar o estudante em sala de aula como um construtor-colaborador de criações ligadas às múltiplas linguagens. Para tanto, é preciso tratar da hipertextualidade e das relações entre diversas linguagens que compõem um texto. Dessa forma, a hipermídia, que naturalmente apresenta características investigativas, junto com um roteiro estruturado, pode apresentar-se como estratégia metodológica de muitas potencialidades (Gregório, Oliveira & Matos, 2016). Assim, é possível que as TDIC venham a ser instrumentos mediadores da aprendizagem.

Também destacando o uso dos recursos tecnológicos numa proposta de AC, o estudo de Bernerdinelli (2014) trabalhou com alunos da educação básica o recurso didático e tecnológico *WebQuest*, a fim de identificar as percepções dos estudantes quanto à temática nanotecnologia, a apropriação dos conteúdos de química relacionados à temática e a aceitação do recurso didático proposto. O estudo aponta que o recurso *WebQuest* se mostrou eficaz para o processo da AC desde que orientado para este fim, assim proporcionando uma aprendizagem ativa e possibilitando que o aluno transformasse as informações em conhecimentos mais complexos.

Na perspectiva do estudo de Bernerdinelli (2014), ressaltamos o conceito de ensino híbrido, que segundo Valente (2015) é uma abordagem pedagógica que combina atividades presenciais e atividades realizadas por meio das TDIC. Para esse autor, a sala de aula passou a ser o lugar de aprender ativamente, realizando atividades de resolução de problemas ou projetos, discussões, laboratórios, entre outros, com o apoio do professor e colaborativamente com os colegas.

Nesse contexto, o trabalho de Teixeira (2016) busca aproximar os alunos de um caso distante em termos de localização territorial, como a construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, mas, ao mesmo tempo, próximo por também serem consumidores de energia elétrica. O estudo utilizou uma SD com documentários e reportagens de TV e *sites* afins para possibilitar o contato dos alunos com a temática da geração de energia elétrica. A aproximação com o tema forneceu informações, fatos e elementos para que os alunos se colocassem em situação de tomar decisões frente a problemas com questões sociais e ambientais originários do desenvolvimento científico e tecnológico.

Em seu trabalho, buscando analisar as contribuições da unidade didática “Vida Saudável” para a ACT de alunos do Ensino Médio, Pflanzler (2017) ressalta a falta de recursos digitais e tecnológicos como um fator limitante no processo de ACT. O autor aponta que a inexistência de um laboratório de informática com acesso à *internet* e o acesso limitado às informações científicas impedem que os estudantes tenham acesso constante às informações de fontes confiáveis. No seu caso específico do estudo, os equipamentos tecnológicos para subsidiar as aulas na escola eram apenas as ‘televisões *pen drive*’ disponíveis nas salas e pelas quais era possível que vídeos e documentários fossem exibidos aos alunos para compor as discussões e a organização dos conhecimentos.

O autor ressalta que pelo fato de a Ciência estar disseminada em diferentes espaços, é possível se aproveitar o máximo dos recursos de reportagens e documentários que trazem informações científicas discutidas por especialistas e, por esse motivo, os vídeos traziam um roteiro com questionamentos para que os estudantes tivessem a atenção nos pontos principais que seriam discutidos após a exibição (Pflanzler, 2017). O uso de vídeos e filmes pode contribuir para tecer relações entre teoria e prática potencializando a ampliação de conhecimentos e integrando as múltiplas linguagens, de forma a incrementar os modos de ensinar e aprender na sociedade contemporânea.

Também nessa direção, o artigo de Maciel (2016) buscou analisar as potencialidades e limitações do estudo sobre plantas medicinais a partir de abordagem interdisciplinar e contextual com alunos das séries iniciais da educação básica, e os recursos didáticos usados no processo de iniciação à AC foram dois vídeos infantis para melhor ilustrar e auxiliar a compreensão do assunto. Como resultados, o autor destaca a construção de conhecimentos contextualizados com a vida dos alunos e aplicáveis a situações do cotidiano,

além da conscientização de ações responsáveis e indícios do entendimento das relações Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e suas implicações por meio das análises e reflexões acerca das novas informações.

Pelos estudos de Pflanzler (2017) e Maciel (2016) parece claro que, por meio do envolvimento ativo dos alunos na construção do conhecimento e sua bagagem de experiências pessoais, a contextualização desempenha um papel importante no processo de aprendizagem e aproxima os alunos das séries iniciais de assuntos complexos; entretanto, essa iniciativa requer planejamento com recursos didáticos dinâmicos que se aproximem da realidade desses alunos, como pode ser o caso dos filmes.

No mesmo sentido, apresentamos o estudo de Santos e Silva (2017), que investigou as potencialidades do filme de ficção *Avatar* para o desenvolvimento de currículos com a perspectiva da abordagem CTSA e que estão voltados para a AC dos alunos da educação básica. A partir dos recursos metodológicos da ‘etnografia de tela’, os autores concluíram que é possível problematizar, por meio das cenas do filme de ficção, questões relacionadas à origem da vida, sustentabilidade, fenômenos físicos, fauna e flora, teoria da evolução das espécies, aspectos culturais, éticos e religiosos fundamentais para se alcançar a AC.

Desde outro ponto de vista, o estudo de Zanotto (2015) verificou as contribuições da utilização dos saberes populares, sob um enfoque CTS e ACT, na construção de conceitos científicos para o ensino de Química a partir de um programa de computador. Entre as atividades propostas na SD foi solicitado aos alunos que completassem um mapa conceitual, e foi reforçada pelo professor a utilização do programa “*CmapTools*” na confecção do mapa apresentado, para que os discentes pudessem explorar os recursos tecnológicos como coadjuvantes do processo de aprendizagem. Como atividade final, após os alunos levantarem mitos populares, o professor solicitou que construíssem um infográfico (que alia textos e imagens). Para a elaboração desse infográfico os alunos realizaram várias pesquisas na *internet* e em livros.

O autor apresenta limitações de ordem tecnológica para seu estudo: a estrutura presente no laboratório de informática da escola em que se desenvolveu a pesquisa por muitas vezes não era eficaz; houve dias em que a *internet* não acessava ou estava muito lenta, dificultando as pesquisas. Além disso, alguns alunos não apresentavam maturidade suficiente para utilizar a *internet* com a finalidade de pesquisa, pois ficavam navegando em outros *sites*. Nessa direção, vale aqui ressaltar, a partir de Almeida e Valente (2016), o modelo *Four in Balance*, que mostra que para que a tecnologia tenha impacto positivo na educação é preciso contemplar, de forma equilibrada, quatro dimensões: visão, formação de professores e gestores, recursos educacionais digitais e infraestrutura.

A partir dos trabalhos analisados nesse primeiro bloco, é possível observar que a AC – que vem promover a articulação dos conceitos científicos para ampliar a capacidade de ler, escrever e interagir com uma nova linguagem científica de mundo (Chassot, 2016; Sasseron & Carvalho, 2011) – e os enfoques CTS e CTSA – que possuem fortes vínculos com uma formação científica e tecnológica para a cidadania e estão relacionados com a função social da ciência (Santos, 2007; Luz, Araújo-Queiroz & Prudêncio, 2019) –, apesar de serem enfatizados de formas diferentes, são conceitos e abordagens que estão imbricados.

Além disso, na intenção de observar as potencialidades das TDIC para o trabalho com a AC no contexto da educação básica, foi possível perceber que alguns estudos notam o potencial da tecnologia após o seu uso, entretanto, outros profissionais ainda não as reconhecem ou não as utilizam, mesmo porque não é uma garantia de que utilizando tais ferramentas nas aulas obtenham sucesso. A ideia não é que as tecnologias sejam usadas em todas as aulas, mas que possam ser usadas como ferramentas cognitivas auxiliares para apoiar a prática quando o professor entender que podem ser úteis, diante das possibilidades de integração e autonomia dos alunos e da contextualização do conteúdo escolar, como prevê a AC.

Intervenções para AC no ensino superior e técnico

Entre os trabalhos selecionados para este bloco, um se refere ao estudo da AC no ensino técnico (Trindade-Calzado, 2016) e dois se referem ao ensino superior (Martins Neto, 2016; Sostisso, 2014). O trabalho de Trindade-Calzado (2016), desenvolvido com alunos de um curso técnico de química tem como objetivo analisar as possibilidades do enfoque CTS a partir da temática “Impacto Ambiental da Atividade Industrial” no âmbito da disciplina de Análise Ambiental. Para tanto, Trindade-Calzado (2016) desenvolveu uma SD com 10 aulas, cada uma delas abordando um tema. Em relação ao emprego das TDIC no processo da AC, o autor pouco utilizou deste recurso, visto que, entre as dez aulas, apenas três delas usaram vídeos para discussão e aproximação dos estudantes em direção ao tema proposto. Em duas das dez aulas ministradas para o estudo, foram utilizadas reportagens publicadas em *sites*, porém, o contato com as notícias foi a partir da impressão de material entregue aos alunos para a problematização. O fato de as reportagens poderem ser acessadas no ambiente virtual e conterem *hiperlinks* permitiria aos alunos buscarem mais informações e

enriquecerem a leitura, além de exercitarem a criticidade diante da questão e os letramentos múltiplos (Rojo, 2013) exigidos para acesso e navegação em plataformas digitais de notícias – o que poderia ampliar as potencialidades das TDIC como “ferramentas cognitivas” (Jonassen, 2007) capazes de promover aprendizagens mais significativas. Afinal, a leitura online, seja navegando por hipertextos ou interagindo via telecomunicação móvel, cria novas possibilidades de reflexão, expressão e comunicação (Almeida & Valente, 2012). Da forma como foi desenvolvida a pesquisa, os resultados permitiram perceber que os temas articulados com uma temática central possibilitaram estruturar uma conexão e aproximar o estudante da realidade de sua futura atuação profissional. Entretanto, não permite vislumbrar claramente o papel das TDIC nos processos de ensino e de aprendizagem.

Apesar de o estudo de Sostisso (2014) destacar o uso de novas tecnologias na resolução de situação-problema envolvendo um processo de modelação matemática, a pesquisadora não chamou a atenção para a potencialidade do uso dos recursos tecnológicos ao identificar a alfabetização e a competência científica de um grupo de estudantes de Licenciatura em Matemática. Por outro lado, a autora reconhece que os estudantes mostraram carências em algumas competências requeridas, tais como, formular hipóteses, solucionar as situações-problema e validar soluções, e justifica que isso pode ser atribuído à estrutura educacional vigente, em que as aulas não passam de transposições de conteúdos, exposição de exercícios e teoremas com demonstrações destituídas de significados ou objetivos. Nesse caso, os recursos tecnológicos poderiam vir como auxiliares nesse processo, no qual a configuração audiovisual e também as imagens adequadas ao problema proposto poderiam contextualizar e ilustrar os conceitos trabalhados, levando o processo ensino e aprendizagem para além do conteúdo em si.

Em outro estudo direcionado ao ensino superior, Martins Neto (2016) abarca o conceito de Alfabetização Visual e Científica (AVC) e as relações existentes entre Ciências, Arte, Tecnologia e Sociedade (CATS) no intuito de propor a leitura e a análise de representações astronômicas que não apenas propiciem conhecimentos prontos, mas permitam fazer conexões entre diferentes áreas do conhecimento. A pesquisadora contou com discentes dos cursos de Licenciatura em Artes Visuais e em Física e PIBIDIANOS dos grupos Artes Visuais e Interdisciplinar para comporem o público-alvo da pesquisa. O estudo se desenvolveu em oficinas com a leitura de oito imagens de representações do universo em diferentes culturas e finalizou com a produção de uma obra pelos alunos em que pudessem representar a sua concepção de mundo ou fazer uma analogia entre os conteúdos estudados. A tecnologia digital foi utilizada para a seleção das imagens que se encontravam em *sites* ou livros *online* em formato PDF usadas nas oficinas. Para a confecção da obra de arte pelos licenciandos a oficina final deixou a critério deles a escolha da técnica e do material a serem utilizados. Entretanto, foram disponibilizados pela professora apenas materiais para desenho em papel. O estudo concluiu que o aprendizado a partir do Método de Leitura de Imagem ocasionou uma modificação no comportamento dos estudantes resultando na produção de novos conhecimentos. A proposta das oficinas resultou em um produto educacional na forma de um material didático.

Diante dos estudos que compõem o segundo bloco e levando em consideração que as TDIC ocupam um espaço cada vez maior em nossa cultura com diversas possibilidades de aplicação nos ambientes educacional e profissional, é importante destacar que a inserção das ferramentas tecnológicas na formação discente pode favorecer os processos de ensino e aprendizagem, bem como preparar mais adequadamente os discentes para o mundo tecnológico em que estão inseridos. Sua relevância também está em contribuir para ampliar a compreensão sobre a temática e contribuir para uma prática pedagógica colaborativa, que atue numa perspectiva em que ocorra uma exploração efetiva e criativa dos recursos midiáticos. Entretanto, percebe-se que embora possuam um vasto potencial educativo, às vezes são subutilizadas, ignorando-se seu aspecto instrutivo.

Estudos teóricos e documentais

Entre os artigos agrupados neste terceiro bloco, Marchesan e Kuhn (2016), por meio de um ensaio bibliográfico, discutem a ACT na formação do cidadão, ressaltam um descompasso entre as práticas educativas e as transformações que vêm ocorrendo na sociedade. Os autores sugerem um ensino que proporcione a formação de cidadãos que pensam, tomam decisões, proponham alternativas e sejam capazes de perceber os lados positivo e negativo da Ciência e da Tecnologia, longe da supervalorização da ciência e da tecnologia na escola e na sociedade. Os autores ainda ressaltam que essas transformações merecem ser refletidas pela escola, visto que implicam diretamente na AC dos sujeitos, e torna-se fundamental superar o descompasso e o distanciamento entre o ensino e a vida dos alunos.

Nesse sentido, diante da ideia de aproximar os conteúdos curriculares do cotidiano do aluno, cabe ressaltar as ideias de Lorenzetti e Delizoicov (2001) quando referem-se ao ensino centrado na memorização de conceitos como um verdadeiro descompasso entre ciência e tecnologia e a vida das pessoas, tornando o ensino memorístico, a-histórico e acrítico, que não exige aprofundamento significativo, indo na contramão de uma educação articulada com o seu tempo e que faça sentido para a vida das pessoas.

Pereira e Moreira (2018), por sua vez, revelam divergências também entre as habilidades e competências pertinentes à AC presentes na matriz de referência do novo Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) para a área de Ciências da Natureza e o que de fato foi avaliado nos itens de Química dessa avaliação no período 2009-2015. Os autores encontraram que 17,4% das competências e habilidades correspondem a proposições da AC constantes na categoria teórica “Termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais”; com relação à segunda categoria teórica, “Natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos”, suas proposições estão contempladas em 17,4% das competências e habilidades; por fim, 65,2% das competências e habilidades correspondem a proposições da AC pertencentes à categoria “Ciência tecnologia, sociedade e meio ambiente”. Em contrapartida, ao obter uma visão geral da distribuição dos itens de Química nas oito provas do ENEM analisadas, os autores indicam que 86,6% de todos os itens de Química contemplam as proposições referentes à categoria teórica “Termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais”, enquanto que 13,4% contemplam as proposições referentes à categoria teórica “Ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente” e 0% para a categoria teórica “Natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos”.

Diante dos resultados, fica explícito que as proposições da AC mais enfatizadas na matriz não correspondem àquelas mais avaliadas. Vale aqui ressaltar que o elemento central na formação dos estudantes, defendido pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Fundamental, é o acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história promovendo o letramento científico por meio de processos investigativos.

Ainda a respeito das habilidades investigativas dos estudantes, o estudo de Pontalti (2018) indica que os livros didáticos podem contribuir para o desenvolvimento dessa prática. O autor analisou as atividades que são propostas em livros didáticos de Ciências da Natureza do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), de 2016, buscando contribuições para o desenvolvimento de habilidades investigativas nos anos iniciais da educação básica. Em um dos livros analisados, Pontalti (2018) observou que fazer busca em várias fontes é uma atividade que desenvolve a habilidade investigativa avançada do estudante, além de indicar autonomia por parte do aluno. Entre as várias fontes pode estar a *internet*, e por esse motivo é fundamental que o professor oriente os alunos quanto as diferentes fontes de informações e canais de comunicação. Entretanto, os alunos devem ser capazes de escolher a fonte consultada, assim como determinar quais palavras-chave irão auxiliá-lo na pesquisa. Conforme o autor, é de suma importância que além das buscas o estudante possa conhecer as diferentes formas de registro dessas informações.

A respeito desse estudo e considerando as atividades propostas nos livros didáticos de Ciências, é importante lembrar que o livro didático destinado ao Ensino de Ciências Naturais nos anos iniciais da escolarização, segundo o PNLD (2016), deve considerar propostas de uso de laboratórios virtuais, simuladores, vídeos, filmes e demais tecnologias da informação e comunicação (Brasil, 2014). Apesar dessa gama mais ampla de possibilidades, o livro didático ainda é o principal aliado das SD, inclusive nas propostas que almejam alcançar a AC dos alunos, porém, este pode caminhar junto com outros recursos didáticos que venham acrescentar neste processo de cidadania crítica e ativa.

Por sua vez, o estudo de Almeida e Pimenta (2014) buscou compreender a contribuição das tendências pedagógicas da Educação Matemática para a CTS e verificou quais dessas tendências são mais ressaltadas e quais contribuem para a alfabetização e o letramento científico dos estudantes. *Devido aos avanços da globalização nos últimos anos, oriundos de novas tecnologias, os autores puderam observar um grande distanciamento entre a realidade vivida pelos alunos e os conteúdos existentes nos currículos escolares.* Ademais, os autores reconhecem que na medida em que proporcionamos a oportunidade dos alunos vivenciarem a matemática como uma ciência concreta viva que pode contribuir em situações diversas do dia a dia, na convivência familiar, cultural e econômica, a matemática passará a ter outro significado para o cotidiano dos alunos e dos membros da comunidade que esperam que seus filhos e filhas aprendam com os conteúdos matemáticos trabalhados na escola.

Os desafios nesse contexto são as oportunidades a serem criadas no ambiente escolar para autonomia no processo de *construção do conhecimento* dos aprendizes, para que sejam capazes de interpretar, relacionar e contextualizar as informações, vinculando o conhecimento à sua origem e à sua aplicação, numa tentativa de aproximar escola e comunidade. Dito isso, a tecnologia é hoje presença ubíqua na vida da maioria das

peças de modo que, muitas vezes, não conseguimos nos ver separados dela. Dessa forma, diante da interação que o ambiente digital oferece ao ensino, é possível que o professor possa usar do computador e outros aparatos tecnológicos na construção do conhecimento, bem como, para integrar e tirar proveito das tecnologias no desenvolvimento dos conteúdos de forma contextualizada (Almeida & Valente, 2016).

Visão geral dos estudos

Dentre as 19 publicações significativas para o recorte desta revisão de literatura, 16 delas contemplam o ensino por meio da contextualização a partir de uma abordagem CTS ou CTSA. Dessa forma, a utilização de situações problematizadoras no Ensino de Ciências é apontada como um caminho para a contextualização e a reorganização do currículo escolar. Tal observação nos apresenta, mais uma vez, a aproximação entre os enfoques CTS/CTSA e a AC nas intervenções pedagógicas, ratificando que as abordagens possuem fortes vínculos com uma formação científica e tecnológica para a cidadania.

Muitos dos estudos desta revisão argumentam em favor da incorporação da investigação na educação básica (Bosco, 2018; Pontalti, 2018; Maciel, 2016; Teixeira, 2016; Almeida & Pimenta, 2014), no ensino superior (Martins Neto, 2016; Sostisso, 2014) e no ensino técnico (Trindade-Calzado, 2016). No entanto, está dispersa na literatura a relação entre o Ensino de Ciências a partir da AC e a potencialidade das TDIC em mediatizar os processos de ensino e de aprendizagem de forma a criar novos cenários de aprendizagem para a promoção da AC.

As pesquisas desta revisão que abordam o uso das TDIC no Ensino de Ciências consideram, como ponto de partida, que o desenvolvimento científico e tecnológico permitiu uma alteração qualitativa na relação CTSA (Bernardinelli, 2014; Marchesan & Kuhn, 2016; Teixeira, 2016; Trindade-Calzado, 2016; Miletto, 2017). Entretanto, observamos, de um lado, níveis espetaculares de desenvolvimento científico e tecnológico em grandes áreas do conhecimento, e por outro lado, nos deparamos com a insistência de propostas curriculares distantes da realidade que não prendem a atenção dos alunos para o interesse pela ciência e não os fazem reflexivos diante das transformações oriundas da expansão da ciência e da tecnologia (Vieira et al., 2010).

Vários estudos indicam que o trabalho pela perspectiva da AC pede que o currículo de ciências reflita as necessidades do mundo real dos alunos, a fim de que eles possam participar ativamente de debates e tomadas de decisões relacionadas à ciência e tecnologia (Bernardinelli, 2014; Oliveira, 2015; Ribeiro & Genovese, 2015; Zanotto, 2015; Marchesan & Kuhn, 2016; Teixeira, 2016; Trindade-Calzado, 2016; Pflanzler, 2017). Dessa forma, a reconstrução do Ensino de Ciências na escola deve estar baseada na investigação, na experimentação e na argumentação, visto que, atendendo às características da investigação científica, é possível permitir a autonomia e a reflexão dos estudantes (Bernardinelli, 2014; Oliveira, 2015; Maciel, 2016; Teixeira, 2016; Miletto, 2017; Pflanzler, 2017; Bosco, 2018; Pontalti, 2018) na intenção de fazer com que a turma se engaje nas discussões pela busca de resolução de um problema; além de exercitar práticas e raciocínios de comparação, análise e avaliação bastante utilizadas na prática científica.

No conjunto dos estudos aqui apresentados que propõem uma sequência didática para alcançar a AC em diferentes níveis de ensino, é possível perceber que as investigações percorrem caminhos distintos, como podemos observar na Tabela 1, a seguir.

Tabela 1: Abordagens Teórico-metodológicas articuladas à AC.

BERNERDINELLI (2014)	SOSTISSO (2014)	OLIVEIRA (2015)	RAMOS (2015)	RIBEIRO, GENOVESE (2015)	RODRIGUES ET AL. (2015)	ZANOTTO (2015)	MACIEL (2016)	MARTINS NETO (2016)	TEIXEIRA (2016)	TRINDADE-GALZADO (2016)	MILETTO (2017)	PFLANZLER (2017)	BOSCO (2018)	Autores
														Abordagens Teórico-metodológicas
X		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	Enfoque CTS ou CTSA
							X	X					X	Interdisciplinaridade
											X			Ilha Interdisciplinar de Racionalidade

		X						X			X		Três Momentos de Delizoicov
								X					Teoria do Agir Comunicativo de Habermas
					X								Pedagogia de Projetos
X	X	X		X			X	X				X	Ensino por Investigação
			X										Mesclando experimentação e simuladores
							X						Leitura e análise de representações

Fonte: Dados da Pesquisa.

Essa diversidade de abordagens teórico-metodológicas articuladas à AC pode ser uma resposta aos métodos tradicionais de ensino que não privilegiam a autoria, a autonomia ou a dinamicidade nos processos de ensino e de aprendizagem em contextos escolares. Outro elemento que merece destaque é o fato de que quase todos os estudos com perspectivas aplicadas trazem as abordagens CTS e CTSA como associadas à AC. Da mesma forma, o ensino por investigação figura nos estudos aplicados desta revisão como componente importante para a AC em diferentes níveis de ensino.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados desta revisão sistemática de literatura, que teve como foco estudos contemporâneos sobre as possibilidades de articulação entre alfabetização científica (AC) e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) na educação em ciências, foi possível compreender de que forma as pesquisas científicas têm se dedicado à compreensão e/ou implementação dos processos de AC.

Apenas uma pequena parte dos trabalhos reconhece claramente e discute a potencialidade das TDIC para alcançar a AC dos estudantes, porém, grande parte dos estudos justifica o uso dos recursos tecnológicos como meios mais atraentes e otimizadores das atividades envolvendo a AC. Com efeito, a variedade de métodos explorados e instrumentos indica que não há uma única forma para se abordar a AC durante a prática de ensino. Dessa forma, o objetivo de cada aula ou SD exigirá uma metodologia própria e instrumentos para alcançá-lo.

Outro aspecto relevante recai sobre o fato de que os estudos aplicados se dedicam mais à discussão voltada às práticas de ensino do que à compreensão dos efeitos dessas práticas na aprendizagem dos discentes. Além disso, evidenciam-se nos estudos as articulações teóricas entre AC, ACT e CTS. Essas articulações ficam visíveis tanto pelos referenciais teóricos adotados quanto pela interseção de conceitos utilizados pelos autores para fundamentar suas práticas e/ou as análises dos estudos.

Sobre os conceitos de CTS/CTSA, cabe ressaltar que os dois conceitos não são sinônimos, entretanto, Luz, Araújo-Queiroz e Prudêncio (2019) consideram que ainda não existe um consenso na área quanto à compreensão dos pressupostos e das características presentes na perspectiva CTSA em comparação à perspectiva CTS. Nesse sentido, alguns autores têm utilizado CTSA para destacar o compromisso com questões socioambientais do movimento inicial de CTS (Pedretti & Nazir, 2011), salientando que as discussões sobre CTS nem sempre tomam um rumo no qual, necessariamente, as questões ambientais sejam consideradas ou priorizadas. Cabe salientar que as abordagens CTS e CTSA não são foco desta revisão, mas ganharam certo destaque neste artigo em função da articulação com a AC, presente em vários dos estudos aqui contemplados.

Cabe delinear alguns *limites* deste estudo: a) o *lapseo temporal abarcado*; b) a limitação das bases de dados pesquisadas. Estudos com recortes temporais mais amplos e incluindo outras bases de dados podem ampliar o panorama traçado por esta revisão.

Finalmente, salientamos que, ainda que tenha limitações, esta revisão reforça que há poucos trabalhos associando de forma clara e intencional AC e TDIC. Por esse ângulo, do ponto de vista teórico-metodológico, este estudo aponta uma lacuna e pode contribuir para que se desenvolvam novas pesquisas que associem as TDIC ao processo de construção da AC buscando reflexões e soluções para a educação em ciências no contexto contemporâneo fortemente perpassado pela cultura digital.

REFERÊNCIAS

- Almeida, M. E. B. (2004). *Inclusão digital do professor: formação e prática pedagógica*. Articulação.
- Almeida, M. E. B. & Valente, J. A. (2012). Integração Currículo e Tecnologias e a Produção de Narrativas Digitais. *Currículo sem Fronteiras*, 12(3), 57-82. <http://www.curriculosemfronteiras.org/vol12iss3articles/almeida-valente.pdf>.
- Almeida, M. E. B. & Valente, J. A. (2016). *Políticas de tecnologia na educação brasileira: histórico, lições aprendidas e recomendações*. São Paulo: Centro de Inovação para a Educação Brasileira – CIEB Estudos. <http://cieb.net.br/wp-content/uploads/2019/04/CIEB-Estudos-4-Políticas-de-Tecnologia-na-Educação-Brasileira-v.-22dez2016.pdf>.
- Almeida; V. H. & Pimenta, A. C. (2014). Tendências da educação matemática e suas relações com a CTS. *Estudos*, 41(1), 151-163. <http://seer.pucgoias.edu.br/index.php/estudos/article/download/3374/1960>.
- Bernardinelli, S. (2014). *Nanotecnologia Verde em uma perspectiva CTS.A: análise de uma proposta didática WebQuest para a Alfabetização Científica na Educação Básica*. [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos]. Repositório Institucional da UFSCar. <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/6599/6289.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Bosco, E. M. R. (2018). *Alfabetização científica no ensino médio por meio do ensino por investigação*. [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Goiás]. Repositório da Universidade Federal de Goiás. <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/9306/5/Disserta%0c3%a7%0c3%a3o%20-%20Elis%20Marina%20Ribeiro%20Bosco%20-%202018.pdf>.
- BRASIL, Ministério da Educação. (2014). *Edital de Convocação 02/2014 – CGPLI*. Convocação para o processo de inscrição e avaliação de obras didáticas para o PNLD 2016. <https://docplayer.com.br/18696183-Edital-de-convocacao-02-2014-cgpli.html>.
- Brito, R. L. G. L. De.; Saul, A. M.; Alves, D. R. M. (Orgs.) (2014). *Paulo Freire: contribuições para o ensino, a pesquisa e a gestão da educação*. Letra Capital.
- Carvalho, G. S. (2009). *Literacia científica: conceitos e dimensões*. In: Azevedo, F. & Sardinha, M.G. (Coord.) Modelos e práticas em literacia. Lisboa: Lidel, 179-194. http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/9695/1/LIDEL_Literacia%20cientifica.pdf.
- Chassot, A. (2003). Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, (22), 89-100. <http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n22/n22a09.pdf>.
- Chassot, A. (2016). *Alfabetização científica: Questões e desafios para a Educação* (7ª ed.). Editora UNIJUÍ.
- Costa, S. R. S., Duqueviz, B. C. & Pedroza, R. L. S. (2015). Tecnologias Digitais como instrumentos mediadores da aprendizagem dos nativos digitais. *Psicologia Escolar e Educacional*, 19(3), 603–610. <http://www.scielo.br/pdf/pee/v19n3/2175-3539-pee-19-03-00603.pdf>.
- Cunha, A. N.; Silva, C. L. O.; Ferreira, L. G. (2017). Contos digitais como prática educacional no ensino de Literatura. *Processos de Ensino e Aprendizagem* 2(2), 56-68. <https://revistadocentes.seduc.ce.gov.br/index.php/revistadocentes/article/view/44/26>.
- Freire, P. (1996). *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa*. Paz e Terra.
- Gregório, E. A., Oliveira, L. G. & Matos, S. A. (2016). Uso de simuladores como ferramenta no ensino de conceitos abstratos de Biologia: uma proposição investigativa para o ensino de síntese proteica. *Experiências em ensino de Ciências*, 11(1), 101-125. https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID303/v11_n1_a2016.pdf.
- Guanilo, M. C. D. T. U., Takahashi, R. F. & Bertolozzi, M. R. (2011). Revisão sistemática: noções gerais. *Revista da Escola de Enfermagem*, 45(5), 1200-1266. <http://www.scielo.br/pdf/reeusp/v45n5/v45n5a33.pdf>.
- Jonassen, D. (2007). *Computadores, ferramentas cognitivas: desenvolver o pensamento crítico nas escolas*. Editora Porto.
- Kenski, V. M. (2008). Educação e comunicação: interconexões e convergências. *Educação & Sociedade* 29(104), 647-665. <http://www.scielo.br/pdf/es/v29n104/a0229104.pdf>.
- Lorenzetti, L. & Delizoicov, D. (2001). Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, 3(1), 37-50. <http://www.scielo.br/pdf/epec/v3n1/1983-2117-epec-3-01-00045.pdf>.

Luz, R., Araújo-Queiroz, M. B. A. & Prudêncio, C. A. V. (2019). CTS ou CTSA: o que (não) dizem as pesquisas sobre educação ambiental e meio ambiente?. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 12(1), 31-54. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/19825153.2019v12n1p31>.

Maciel, F. R. (2016). *Uma proposta didática sobre plantas Medicinais nos anos iniciais do Ensino Fundamental na perspectiva ciência-tecnologia-Sociedade*. [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos]. Repositório Institucional da UFSCar. <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/8060/DissFRM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Marchesan, M. R. & Kuhn, M. C. (2016). Alfabetização científica e tecnológica na formação do cidadão. *Revista Thema*, 13(3), 118-129. <http://www.univates.br/revistas/index.php/signos/article/view/1375/1234>.

Martins Neto, L. E. (2016). *Alfabetização visual e científica: aproximação a partir da leitura de imagens de temas da astronomia*. [Dissertação de Mestrado, Universidade Tecnológica Federal do Paraná]. Repositório Institucional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1965/1/PG_PPGECT_M_Martins_Neto%2C%20Luzita_Erichsen_2016.pdf.

Miletto, M. F. (2017). *Química no Ensino Fundamental: investigando questões ambientais em uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade*. [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pampa]. Repositório Institucional da Unipampa. <http://dspace.unipampa.edu.br:8080/jspui/bitstream/ri/1839/1/Disserta%0c3%a7%0c3%a3oMileneMiletto.pdf>.

Neves, N. P. S. & Mercado, L. P. L. (2019). Uso da aprendizagem por simulação no ensino do jornalismo de dados. *Comunicologia*, 12(1), 129-147. <https://portalrevistas.ucb.br/index.php/RCEUCB/article/view/9964/6265>.

Oliveira, S. (2015). *Limites e potencialidades do enfoque CTS no ensino de química utilizando a temática qualidade do ar interior*. [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná]. AcervoDigital UFPR. <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/37957/R%020-%20D%020-%20SILVANEY%20DE%20OLIVEIRA.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.

Pedretti, E. & Nazir, J. (2011). Currents in STSE Education: mapping a complex field, 40 years on. *Science Education*, 95(4), 601-626. https://www.researchgate.net/publication/229885212_Currents_in_STSE_Education_Mapping_a_Complex_Field_40_Years_On.

Pereira, R. E. S. & Moreira, L. M. (2018). Caracterizando os itens de química do novo ENEM na perspectiva da alfabetização científica. *Ciência & Educação*, 24(2), 467-480. <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v24n2/1516-7313-ciedu-24-02-0467.pdf>.

Pflanzer, R. (2017). *Contribuições da temática vida saudável para o processo de alfabetização científica e tecnológica*. [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná]. ABRAPEC - Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1570-1.pdf>.

Pontalti, L. C. (2018). *A natureza da ciência nas ciências da natureza: contribuições dos livros didáticos dos anos iniciais no desenvolvimento de habilidades investigativas*. [Dissertação de Mestrado]. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Ramos, A., Faria, P. M., Faria, Á. (2014). Revisão sistemática de literatura: contributo para a inovação na investigação em Ciências da Educação. *Revista Diálogo Educacional*, 14(41), 17-36. <https://www.redalyc.org/pdf/1891/189130424002.pdf>.

Ramos, S. J. M. (2015). *Alfabetização científica no ensino de fissão e fusão nuclear para o Ensino Médio*. [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Fluminense]. Portal – IdUFF. <https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/4434/1/Suami%20Jo%0c3%a3o%20Martins%20Ramos%20-%20Disserta%0c3%a7%0c3%a3o%20Final.pdf>.

Ribeiro, T. V. & Genovese, L. G. R. (2015). O emergir da perspectiva de Ensino por Pesquisa de Núcleos Integrados no contexto da implementação de uma proposta CTSA no Ensino Médio. *Ciência & Educação*, 21(1), 1-29. <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v21n1/1516-7313-ciedu-21-01-0001.pdf>.

Rodrigues, A. (2017). *Narrativas digitais, autoria e currículo na formação de professores mediada pelas tecnologias: uma narrativa-tese*. [Tese de Doutorado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo]. Repertório PUCSP. <https://tede2.pucsp.br/bitstream/handle/20196/2/Alessandra%20Rodrigues.pdf>.

Rodrigues, L. N. et al. (2015). Educação Química no Projeto Escolar “Quixaba”: alfabetização científica com enfoque CTSA no ensino fundamental a partir de temas sociocientíficos. *Orbital: The Electronic Journal of Chemistry*, 7(1), 59-80. <https://pdfs.semanticscholar.org/6146/2d2985db697fee0c809e9a30ae24591ba5eb.pdf>.

Rojo, R. (2013). *Escol@ conectada: os multiletramentos e a escola*. Parábola.

Rothier, E. T. (2007). Revisão sistemática X revisão narrativa. *Acta Paulista de Enfermagem*, 20(2), 5-6. <http://www.scielo.br/pdf/apc/v20n2/a01v20n2.pdf>.

Sampaio, R.F & Mancini, M.C. (2007). Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 11(1), 83-89. <http://www.scielo.br/pdf/rbfis/v11n1/12.pdf>.

Sancho, J. M. (2019). De la tecnología para aplicar a la tecnología para pensar: implicaciones para la docencia y la investigación. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa* 1(18), 9-22. <https://relatec.unex.es/article/view/3392/2340>.

Santos, W. J. & Silva, I. P. (2017). Potencialidades do filme de ficção Avatar para a alfabetização científica dos sujeitos no contexto da educação básica. *Revista de Educação em Ciências e Matemática*, 13(28), 51-63. <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/5290/4615>.

Santos, W. L. P. (2007). Contextualização no Ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, 1, 1-12. <http://files.gpecea-usp.webnode.com.br/200000358-0e00c0e7d9/AULA%206-%20TEXT0%2014-%20CONTEXTUALIZACAO%20NO%20ENSINO%20DE%20CIENCIAS%20POR%20MEI.pdf>.

Sasseron, L. H. & Carvalho, A. M. P. (2011). Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 16(1), 59-77. https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/844768/mod_resource/content/1/SASSERON_CARVALHO_AC_uma_revis%C3%A3o_bibliogr%C3%A1fica.pdf.

Sostisso, A. F. *Modelação matemática: competência científica de uma licenciatura em matemática*. [Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul]. Biblioteca Digital de Teses e Dissertações PUCRS.

Streck, D.; Redin, E.; Zitkoski, J. J. (org.) (2015). *Dicionário Paulo Freire*. CEAAL.

Teixeira, A. M. (2016). *Questões sociocientíficas na sala de aula de ciências no ensino fundamental na perspectiva do agir comunicativo*. [Dissertação de Mestrado, Universidade Tecnológica Federal do Paraná]. Repositório Institucional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Trindade-Calzado, G. (2016) *Enfoque CTS no ensino técnico em química integrado: possibilidades do uso da temática impacto ambiental da atividade industrial na disciplina de análise ambiental*. [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná]. AcervoDigital da UFPR.

Valente, J. A. (2015). O ensino híbrido veio para ficar. In: Bacich, L., Tanzi Neto, A. & Trevisani, F. M. (orgs.). *Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação*. Penso.

Valente, J. A. (2016). Integração do pensamento computacional no currículo da educação básica: diferentes estratégias usadas e questões de formação de professores e avaliação do aluno. *e-Curriculum*, 4(3), 864-897. <https://revistas.pucsp.br/curriculum/article/view/29051/20655>.

Valente, J. A., Almeida, M. E. B. & Geraldini, A. F. S. (2017). Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino. *Revista Diálogo Educacional*, 17(52), 455-478.

Vieira-Pinto, Á. (2005). *O conceito de tecnologia*. Contraponto.

Vieira, F. L. et al. (2010). Causa do desinteresse e desmotivação dos alunos nas aulas de Biologia. *Universitas. Humanas*, 7(1), 95-109. <https://www.researchgate.net/publication/259358993>.

Yin, R. K. (2016). *Pesquisa qualitativa no início ao fim*. Penso.

Zanotto, R. L. (2015). *Saberes populares: recurso para o ensino de conceitos químicos num enfoque CTS*. [Dissertação de Mestrado, Universidade Tecnológica Federal do Paraná]. Educadores- Dia a Dia Educação.