

Ensaio

Educação Química e tecnologias digitais: abordagens críticas em direção à formação para a cidadania

Chemistry Education and digital Technologies: critical approaches towards training for citizenship.

Educación Química e tecnologias digitais: enfoques críticos hacia la formación para la ciudadanía.

Dayse Pereira Barbosa Souza¹, Jaciara de Sá Carvalho²

Universidade Estácio de Sá (UNESA), Rio de Janeiro-RJ, Brasil

Resumo

A sociedade brasileira tem convivido com a disseminação de informações falsas e de discursos antidemocráticos promovida por meio de tecnologias digitais. A valorização da ciência e de preceitos da Constituição brasileira ganham relevância no início desta década. Para a área educacional, destaca-se o artigo 205 no qual um dos objetivos da educação nacional é a formação para a cidadania. Muitos são os caminhos teóricos e práticos para sua realização. Este ensaio considera que a formação para a cidadania pode ser entendida como processo permanente de desenvolvimento da criticidade sobre as realidades a fim de atuarem nela para transformá-las, em direção a condições mais dignas para todos e o planeta. Essa formação envolve o ensino das ciências em diálogo com os cotidianos e a desnaturalização da presença das tecnologias digitais. Compreender que tecnologias são processos e produtos humanos, que

¹Doutora em Educação pelo Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estácio de Sá, na linha de pesquisa TICPE (2022). Mestrado em Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2005), com ênfase em Química Bioinorgânica. Possui graduação em Licenciatura em Química pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (2003). Professora de Química do ensino médio, no Polo Educacional SESC, no Rio de Janeiro. Participante do grupo de pesquisa Conexões: Estudos e Pesquisas em Educação e Tecnologia -CEPETec o qual dedicam-se a identificar e problematizar "conexões" entre concepções/práticas/discursos da/sobre/entre Educação e Tecnologia, sem desconsiderar outras áreas e temas. Os estudos e pesquisas fundamentam-se em abordagens críticas que permitam tornar visíveis inter-relações pouco exploradas e apresentar perspectivas e proposições.

²Professora e coordenadora adjunta do Programa de Pós-Graduação em Educação da UNESA. É doutora e mestre em Educação pela USP, especialista em Gestão de Processos de Comunicação/ Educomunicação (ECA/USP), bacharel em Comunicação (PUC-SP), com diploma, ainda, em Magistério (nível técnico). Coordena o Grupo (registrado no CNPq) Conexões: Estudos e Pesquisas em Educação e Tecnologia (CEPETec) e integra o grupo Discursos da Educação e Tecnologia DEdTec (PUC-Rio). Participa do Fórum de Coordenadores de Programas de Pós-Graduação em Educação (FORPREd), da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação (ANPEd), onde também atua como avaliadora Ad-hoc. Foi editora-responsável pela Revista Educação e Cultura Contemporânea (2019-2021), avaliada como Qualis A2, e integrou o Fórum de Editores de Periódicos da Área de Educação (FEPAE). Colabora com o Instituto Paulo Freire, onde coordenou o setor de Educação a Distância e a constituição de redes on-line (2009-2012). Trabalhou no Centro de Estudos e Pesquisas em Educação, Cultura e Ação Comunitária (Cenpec) entre 2004 e 2008. Foi professora na Educação Infantil, no Ensino Fundamental I e educadora de crianças abrigadas pela Secretaria de Desenvolvimento Social do Estado de SP. Tem passagem por veículos da grande imprensa (Folha de S. Paulo e rádios). Suas pesquisas investigam relações entre educação e tecnologias, sob abordagens críticas, como a de Paulo Freire.

carregam em si valores e intencionalidades, faria parte de uma formação para a cidadania em tempos de reafirmação do pensamento científico e o compromisso ético com a produção, análise e compartilhamento de informações. No âmbito da educação formal, cada área do conhecimento, em suas especificidades e particularidades, integra essa formação. No caso deste ensaio, busca-se oferecer subsídios teóricos para Educação Química em articulação com uma abordagem crítica frente às tecnologias. Assim, apresenta-se uma costura conceitual sobre tecnologia e ensino de química com vistas à formação para cidadania como formação crítica e ativa em sociedade.

Abstract

Brazilian society has lived with the dissemination of false information and anti-democratic speeches promoted through digital technologies. The appreciation of science and the precepts of the Brazilian Constitution gained relevance at the beginning of this decade. For the educational area, article 205 stands out, in which one of the objectives of national education is training for citizenship. There are many theoretical and practical paths to achieving this. This essay considers that citizenship training can be understood as a permanent process of developing criticality about realities in order to act on them to transform them, towards more dignified conditions for everyone and the planet. This training involves the teaching of science in dialogue with everyday life and the denaturalization of the presence of digital technologies. Understanding that technologies are human processes and products, which carry values and intentions, would be part of training for citizenship in times of reaffirmation of scientific thinking and the ethical commitment to the production, analysis and sharing of information. Within the scope of formal education, each area of knowledge, in its specificities and particularities, integrates this training. In the case of this essay, the aim is to offer theoretical support for Chemical Education in conjunction with a critical approach to technologies. Thus, a conceptual fusion of technology and chemistry teaching is presented with a view to training for citizenship as a critical and active formation in society.

Resumen

La sociedad brasileña ha vivido con la difusión de información falsa y discursos antidemocráticos promovidos a través de tecnologías digitales. La valoración de la ciencia y los preceptos de la Constitución brasileña cobraron relevancia a principios de esta década. Para el área educativa destaca el artículo 205, en el que uno de los objetivos de la educación nacional es la formación para la ciudadanía. Hay muchos caminos teóricos y prácticos para lograrlo. Este ensayo considera que la formación ciudadana puede entenderse como un proceso permanente de desarrollar una criticidad sobre las realidades para actuar sobre ellas para transformarlas, hacia condiciones más dignas para todos y el planeta. Esta formación implica la enseñanza de la ciencia en diálogo con la vida cotidiana y la desnaturalización de la presencia de las tecnologías digitales. Comprender que las tecnologías son procesos y productos humanos, que conllevan valores e intenciones, sería parte de la formación para la ciudadanía en tiempos de reafirmación del pensamiento científico y del compromiso ético con la producción, análisis e intercambio de información. Dentro del ámbito de la educación formal, cada área del conocimiento, en sus especificidades y particularidades, integra esta formación. En el caso de este ensayo, el objetivo es ofrecer soporte teórico a la Educación Química en conjunto con un enfoque crítico de las tecnologías. Así, se presenta una fusión conceptual de la enseñanza de la tecnología y la química con miras a la formación para la ciudadanía como formación crítica y activa en la sociedad.

Palavras-chave: Educação química, Tecnologias digitais, Formação para cidadania.



Keywords: Chemistry education, Digital technologies, Training for citizenship.

Palabras clave: Educación química, Tecnologías digitales, Formación para la ciudadanía.

1. Introdução

Os últimos anos têm sido difíceis para educadores comprometidos com a democracia e a justiça social, frente à tentativa de golpe de Estado em 2023 e a contínua disseminação de informações falsas e ideias antidemocráticas promovida por tecnologias digitais. A valorização da ciência e de preceitos da Constituição brasileira, também conhecida como Cidadã (BRASIL, 1988), ganha, portanto, relevância no início desta década. Para a área educacional, destaca-se o artigo 205 no qual um dos objetivos da educação nacional é a formação para a cidadania, horizonte a ser mais fortemente perseguido na atualidade.

Pode-se compreender a formação para a cidadania como aprendizagem de direitos e deveres, como vivência de experiências democráticas, entre outras práticas e teorias há muito registradas pela literatura do tema (GADOTTI, 2008; PARO, 2000). Sem desconsiderá-las, este trabalho parte do entendimento de que a formação para a cidadania pode ser entendida como processo permanente de desenvolvimento da criticidade pelos sujeitos sobre as realidades nas quais estão imersos, a fim de atuarem para transformá-las em direção a condições mais dignas para todos e o planeta (FREIRE, 1979, 1987). Na escola, entende-se que essa formação também implicaria na promoção da criatividade para a resolução de problemas, baseada na curiosidade e no desenvolvimento do espírito crítico durante o ensino das ciências (CHASSOT, 2004; 2017) e na desnaturalização da presença das tecnologias digitais nas práticas cotidianas e escolares (SELWYN, 2017a, 2017b). Compreender que tecnologias são produtos humanos e carregam em si valores e intencionalidades, mesmo quando usadas em ambiente escolar, faria parte de uma formação para a cidadania em tempos reafirmação do pensamento científico e a partir do compromisso ético com a produção, análise e compartilhamento de informações (SILVA; CARVALHO, 2023). A tecnologia não pode ser reduzida à sua instrumentalidade, já que seu uso e/ou mediação está comprometida com determinados valores e interesses que contribuem com as formas de comunicação e interação para o convívio social, seja nos espaços de trabalho, no pessoal ou vida cultural. Nesta forma, pode fomentar uma educação emancipadora baseada na curiosidade, nas atitudes investigativa, crítica e dialógica, segundo uma proposta de ensino e aprendizagem considerando a elaboração e uso de argumentos que cooperam com resoluções criativas para questões reais ou fictícias. Assim, se a ciência e a tecnologia estiverem à serviço de uma educação libertadora e humanizadora há a possibilidade de não serem estas excludentes uma da outra e colaborarem para práticas e atitudes que promovam valores democráticos (SALDANHA, 2024).

No âmbito da educação formal, cada área do conhecimento, em suas especificidades e particularidades, pode contribuir de forma própria para a formação de pessoas críticas e atuantes na vida pública. Destaca-se, então, o papel da ciência associada à tecnologia, considerando aspectos multidisciplinares, sociais, políticos, históricos, econômicos e éticos muito distante de uma concepção de ciência pura e neutra (CHASSOT, 2017).

Considerando essas linhas introdutórias, este ensaio oferece subsídios teóricos para educação Química, e considera que, na atualidade, seria imprescindível sua articulação com uma abordagem crítica frente às tecnologias, considerando a expansão de sua presença no ensino e na aprendizagem, assim como no fazer, compreender e imaginários permeados por linhas digitais. Assim, o artigo apresenta uma costura conceitual sobre tecnologia e ensino de química com vistas à formação para cidadania como formação crítica e ativa em sociedade. A tecitura é composta por uma discussão que interlaça tecnologia e educação, seguida pela apresentação de uma educação química contextualizada, reflexiva e ativa que pretende aproximar os conhecimentos específicos das diferentes realidades; ao final, considerações em direção à formação para a cidadania.

2. Tecnologia e tecnologia educacional: faces da mesma moeda

Toda atividade humana, em qualquer período histórico, está associada a diferentes formas de tecnologia que se apresentam desde os recursos – instrumentais, mecânicos, de produção ou de educação – até a organização de pensamento humano, que segue pensamentos sistematizados (CUPANI, 2016). A palavra tecnologia “sempre se referiu a processos e práticas para se fazer as coisas, compreender as coisas ou criar conhecimento” (SELWYN, 2017a, p.17). Nesse sentido, a tecnologia depende do contexto e circunstâncias sociais e não somente dos artefatos e ferramentas. Considera-se então, a tecnologia também como cultura compartilhada pelas pessoas. Com a expansão de tecnologias digitais nas práticas humanas seria necessário ressaltar a não neutralidade da tecnologia.

Nesse contexto, mais do que nunca, mostra-se fundamental a reflexão crítica sobre o que estamos a testemunhar e vivenciar [...]. Como estudiosos e docentes, não nos parece em nada *sensata* a tão propalada ideia da *neutralidade* da tecnologia: a noção de que artefatos são desencarnados, destituídos de intencionalidades, meras “ferramentas” moldáveis a novas situações de acordo com os propósitos específicos de quem as utiliza (FERREIRA; CARVALHO; LEMGRUBER, 2019, p.4).

A tecnologia pode ser compreendida, então, por diferentes perspectivas, não sendo possível uma única definição. Essa pode ser caracterizada ou definida de forma instrumental, como regra e como sistema, como propõe Dusek (2009). Compreender a tecnologia em sua forma “instrumental” seria considerá-la como máquina ou ferramenta. A tecnologia comportamental não usa ferramenta ou máquina, mas manipula ou orienta o comportamento e as escolhas dos outros sujeitos dentro de um grande sistema, como as propagandas. Porém, quando a tecnologia é caracterizada como “regra”, são os padrões sistematicamente construídos que, como na ciência, têm maior importância e não as máquinas físicas (DUSEK, 2009).

Na contemporaneidade, informações digitais - considerando “digital” como dados descontínuos – proliferam devido à fácil capacidade de armazenamento, distribuição e manipulação. Quando associadas a um *hardware* (aparelhos e consoles) e a um *software* (serviços e aplicativos) podem ser chamadas de tecnologias digitais (SELWYN, 2017a). Segundo Ruderger (2016), as formas de interação e comunicação da sociedade a partir

das Tecnologias Digitais (TD) podem ser analisadas sob os pontos de vista dos “tecnófilos” (as TD superam qualquer dificuldade), dos “conservadores midiáticos” (intensificam impactos negativos na sociedade) e dos “cibercriticistas” (críticos, questionam as relações entre a tecnologia e os processos sociais) - uma postura questionadora das TDIC (Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação) com sua potente captura, produção e compartilhamento de dados, que provoca a transformação do conhecimento, da cultura e das relações humanas. Apresenta-se como uma dessas consequências das transformações uma relação cada vez mais intensa entre tecnologia e educação. A recente intensificação do uso de recursos de Inteligência Artificial (IA), para a geração de diferentes formas de linguagem (textos, imagens, sons e vídeos) pode ser apontado como exemplo dessa aproximação entre tecnologia e educação. A ambivalência desses recursos, ora vistos como milagres ora como catástrofe, deve despertar ainda uma postura curiosa e crítica. Além dos valores e interesses deve-se problematizar a intencionalidade pedagógica do uso desses recursos, diante dos desafios educacionais nacionais existentes.

A escola, a partir de um recorte histórico poderia ser considerada uma tecnologia, enquanto um “dispositivo/ferramenta” que produz algo. Nessa analogia de Sibilía (2012), a escola seria uma máquina, em que as peças podem não se ajustar perfeitamente e precisam de manutenção e modernização, ou seja, de adequação às características de cada época com ritmo e estrutura peculiares. A matéria-prima a ser transformada/moldada seriam os aprendizes, para que sejam produzidos sujeitos eficientes de alta performance e desempenho dentro de um projeto mercadológico. Sob os moldes empresariais, estudantes e docentes precisariam desenvolver novas competências e habilidades para se tornarem distintos e singulares na concorrência com os demais, na busca pelo sucesso imediato e pela satisfação espontânea. A reflexão de Sibilía (2012) remete aos sujeitos aprendentes de Ball (2013) que se dedicam à procura incessante por oportunidades de desenvolvimento individual. Em sua crítica à aprendizagem ao longo da vida, o pesquisador sugere, no contexto escolar, que os aprendizes passam de matéria-prima a produto – mas não final, pois não há um término – pela ação dos operários que fazem as máquinas funcionarem, os professores. Considera-se que não há uma neutralidade do objeto – seja a escola, sejam recursos de IA, ou outras tecnologias – mas, do contexto que o produz, assim como suas vantagens, limitações e seu uso mais adequado. Diante do cenário que se descreve, são os interesses mercantilistas, sem a preocupação com a educação, que ganham destaque.

Frente aos ambientes hiperestimulantes das hipermídias, o docente encontra o desafio de planejar e agir de forma que aproxime o cotidiano escolar e as decisões de currículo às percepções dos estudantes cada vez mais construídas a partir de uma grande diversidade de estímulos. As TD já participam do cotidiano escolar. No entanto, ainda é preciso planejar o melhor uso desses recursos, formalizando a intencionalidade de sua aplicação. São as relações entre as práticas docentes e discentes associadas entre si e com o mundo que dão origem a um sentido para “educação” como um conjunto de processos e práticas que envolve não somente a fase de escolarização como qualquer formação que considera os espaços informais e diferentes fases da vida. Na contramão do ideário de mercado, pode promover processos de emancipação individuais não só em busca de autonomia social e intelectual, mas de múltiplas autonomias (BIESTA, 2013). Por tanto, são processos que envolvem dimensões cívicas, cognitivas,

relacionais e emocionais a partir de práticas pedagógicas que possam estimular valores, empatia e respeito em busca de uma educação para a prática da cidadania.

As práticas docentes são direcionadas por decisões políticas e técnicas sobre a escolha “do que”, “como” e, “quando” ensinar e aprender (WERLE, 1996) em todos os níveis e modalidades de ensino. O trabalho docente assume uma nova configuração influenciada pelo crescente processo de ensino e aprendizagem com Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) que não deveria ter suas intenções distanciadas daquelas para uma formação que pretende a participação ativa em sociedade. A esse respeito, Barreto visualiza duas tendências:

(1) a produção de alternativas de apropriação que as inscrevam no trabalho docente, no sentido de agregar novas possibilidades às práticas desenvolvidas; e (2) a promoção de diversas formas de substituição tecnológica, apontando para a expropriação do trabalho do docente, na medida do deslocamento do professor para a posição de quem executa tarefas bastante específicas, ainda que relacionadas à docência (BARRETO, 2017, p. 126).

Diante de qualquer um desses posicionamentos, o professor e demais atores da escola estão imersos num contexto socioeconômico que os impelem a atuar de forma que o estudante se mantenha engajado e produtivo. Mas, seria importante que possa também dar robustez às novas experiências, promover o entusiasmo e a curiosidade dos estudantes nas diferentes fases da vida, e que possa garantir espaços de encontros e diálogos para a produção de questionamentos. Ou seja, o profissional docente ser capaz de proporcionar diferentes oportunidades de aprendizagem aos estudantes, sendo cada vez mais, mediadas por tecnologias numa possível configuração híbrida de educação (MARTINS; CARVALHO, 2023). Assim, com os conhecimentos específicos da área e/ou disciplina de atuação, os pedagógicos e aqueles tecnológicos podem estar entrelaçados em práticas multidisciplinares que contribuam para experiências de aprendizagem que consideram as mais diferentes realidades.

A partir de uma abordagem crítica das TDIC, tanto pelos docentes quanto pelos discentes, o principal objetivo não deve a tecnologia em si, mas como fará parte “nas práticas e atividades que os rodeiam, nos significados que as pessoas lhe atribuem e nas relações sociais e estruturas às quais as tecnologias se ligam” (SELWYN, 2017b, p. 3). Aspectos sociais, culturais, econômicos e políticos da sociedade interferem e modificam o entendimento do que é a tecnologia educacional, a qual não se refere apenas aos instrumentos (máquinas e ferramentas) aplicados em diferentes contextos educacionais (incluindo as concepções sobre educação). Selwyn (2017b, p. 39) a partir de categorias propostas por Lievrouw e Livingstone (2002), sugere compreender “tecnologia educacional”, nos seguintes termos:

- * Artefatos e aparelhos: as tecnologias em si e como são projetadas e construídas antes de atingirem contextos educacionais;
- * Atividades e práticas: o que as pessoas fazem com as tecnologias em contextos educacionais e com propósitos educacionais (incluindo questões de interação, organização, identidade e práticas culturais humanas);

- * Contexto: os arranjos sociais e formas organizacionais que cercam o uso de tecnologias em contextos educacionais (incluindo instituições, estruturas sociais e culturas).

Longe de serem compreendidas como ferramentas neutras, capazes de resolverem problemas educacionais e sem quaisquer vínculos com os contextos social e econômico, tecnologias educacionais reverberam valores e interesses hegemônicos, posicionadas a partir de uma percepção de mundo com o senso comum de uma determinada classe. Essas tecnologias devem ser entrelaçadas com ideologias dominantes contemporâneas, como o liberalismo, o neoliberalismo e o “novo” capitalismo, exigindo dos indivíduos habilidades para o trabalho associadas a “multitarefa, autonomia, criatividade, “inovação” e formas de trabalho cooperativas e em rede, bem como à maleabilidade das práticas de trabalho”. Todas essas habilidades se apoiam no fato de que as tecnologias educacionais promovem “transformação” e “mudança”, motivadas pela valoração de um tipo de educação que pretende legitimar os interesses ideológicos dominantes, segundo Selwyn (2017b, p. 32).

Quando Selwyn (2017b) examina as tecnologias educacionais como um “projeto positivo”, propõe temas para reflexão sobre crenças e valores que estão no discurso e na prática educacional, tais como:

- * A aprendizagem baseada no estudante: concebe as TDIC como meio de acesso a conhecimentos e experiências diferentes daquelas vivenciadas em seu cotidiano, considerando a aprendizagem colaborativa por interação com outros sujeitos;
- * As eficiências da Educação: associada a interesses econômicos da educação relacionados a eficiência e a eficácia organizacional, rentabilidade e mercantilização da educação;
- * O comunitarismo: TDIC como meio de organizar a prática e oferta educativa
- * Anti-institucionalismo: TDIC como resistência aos interesses hegemônicos e ao “modelo bancário” de educação, a favor do estímulo ao crescimento individual com debates abertos, experimentação e compartilhamento de conhecimento;
- * Tecno-fundamentalismo: encantamento com a tecnologia e desejo de se beneficiar do progresso tecnológico, com a melhoria da qualidade de vida, das relações sociais e a educação a partir do uso das ferramentas que tornam tudo possível.

Observa-se que a tecnologia educacional acomoda todas essas tessituras, pois seu uso obedece a diferentes valores e interesses compondo “a base para a Educação formal e informal, especialmente em relação aos modos pelos quais nos comunicamos e interagimos, acessamos informações e geramos conhecimento” (SELWYN, 2017b, p.15).

Seriam seis os desafios para a década de 2020 no que diz respeito à pesquisa e à prática com a tecnologia educacional a partir de abordagens críticas: 1) novas formas de inserção/exclusão; 2) economia de plataforma; 3) divisões de aprendizagens entre humanos e máquinas; 3) atores da indústria de TI (Tecnologia da Informação) como força educacional líder; 5) refazer a imagem de formas da *EdTech* (*Education Technology*)

uma era de mudanças climáticas; 6) encontrar alternativas econômicas solidárias, tecnologia de convívio e *designer* respeitoso, segundo Selwyn *et al* (2020b, tradução nossa). Os autores também chamam a atenção por meio de suas propostas para as áreas híbridas de debate e investigação, apostando na (re)invenção da educação digital por meio da interdisciplinaridade para melhor identificar e compreender questões mais amplas.

Dessa forma, questiona-se a perpetuação de desvantagens, desigualdades e injustiças existentes na sociedade, as quais são refletidas no campo educacional, sustentando estruturas de produção e poder. Para Selwyn e Jandric (2020a), apesar da vivência global de uma pandemia, a experiência do ensino remoto não foi homogênea, seja quando comparamos as comunidades, as escolas ou até mesmo dentro de uma mesma turma. As desigualdades digitais estão arraigadas na sociedade, são importantes e estão relacionadas às condições sociais, à raça, à localização geográfica, às necessidades especiais e ao gênero. As tecnologias e a educação podem ser considerados como produtoras e reprodutoras das relações sociais e dos interesses aos quais elas servem. Reconhecem-se, portanto, as relações de poder, controle, conflito e resistência, reafirmando-se que ideologias estariam presentes no uso das TD na educação para uma “logística eficiente da oferta educacional; para a lucratividade e comodificação da educação, para a competitividade econômica dos países e eficiência da produção de trabalho e conhecimento” (SELWYN, 2017a, p.94). Portanto, destaca-se que a experiência de ensino e de aprendizagem *online* e/ou do *e-learning* não é habitual e homogênea.

As pesquisas sobre o uso das TDIC nas diferentes etapas da educação básica, em sua maioria considerando perspectivas instrumentais e “solucionistas”, dedicam-se à testagem ou ao desenvolvimento de competências para o uso dos recursos digitais para a formação de meros usuários. Logo, a ideia de alfabetização tecnológica pode abranger a capacidade de usar, gerenciar, avaliar e entender a tecnologia de forma analítica e crítica considerando contextos ideológico e político. Portanto, reconhece-se, como parte das ações docentes, a necessidade de problematizar sobre as transições da sociedade como consequências do desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia de acordo com as abordagens CTS/CTSA. A ampliação desse debate inclui a avaliação e a compreensão de valores e ideologias que influenciem comportamentos, relações sociais, instituições políticas públicas e até tomadas de decisão que podem impactar, positiva ou negativamente, o futuro da sociedade. Assim, considera-se que a tecnologia seja moldada pelos contextos sociais, nos quais é planejada, produzida e compartilhada demonstrando a sua não neutralidade, ao mesmo passo que também demonstra sua força modeladora das relações sociais, de trabalho e na educação. Estimular os questionamentos sobre os fundamentos das tecnologias suas implicações sociais, políticas e econômicas pode contribuir para uma avaliação mais crítica, quase cética, sobre os impactos na contemporaneidade considerando seus desafios e possíveis benefícios. Essa abordagem está baseada em conceitos multifacetados que relacionam diferentes conhecimentos para além do senso comum, como um recurso para a alfabetização científica que possam contribuir para a divulgação da ciência. Espera-se que a partir da ampliação desse debate, sobe e com a inserção/agregação da tecnologia na educação, os estudantes de todas as etapas da escolarização, possam identificar novas possibilidades de compreensão de suas realidades, de participação ativa em

sociedade e sua emancipação, para além das solicitações do mercado quanto às forças de trabalho (VENKO, 2023)

Em síntese, abordagens críticas da educação e tecnologia, próximas às práticas pedagógicas para uma formação para a cidadania, se comprometem a pensar em “como as coisas podem ser diferentes” e oportunizar ações de ruptura e mudança, como também de resistência àquilo que está posto. Em outras palavras, transformam a crítica e o conhecimento em produção de estratégias alternativas e esforços para práticas (SELWYN *et al*, 2020b) coerentes com a justiça social e a democracia.

3. Educação Química e Tecnologias Digitais

Quando se trata de um conhecimento de uma área ou disciplina específica, como é o caso da Química, a apropriação da tecnologia exige um planejamento cuidadoso. A Química é uma ciência que trata de vivências e experiências, que são explicadas por um mundo micro, teórico e matemático. Para ser entendida, faz-se necessária a identificação, compreensão e aplicação de símbolos específicos. Ou seja, é um processo árduo que exige ainda muitas simplificações (SÁ, 2016).

As dificuldades da aprendizagem em Química, segundo descrito por Wartha (2017) e por Gilbert (2009), estão geralmente associadas ao entendimento, interpretação e utilização das representações dos conceitos químicos. Para esses autores, para melhor compreensão e aplicação desses conceitos devem estar envolvidos três níveis de representação – macroscópico ou fenomenológico, submicroscópico ou teórico-conceitual e simbólico ou representacional - que podem estar atribuídos:

- * à ausência de experimentos, o que reduz a experiência com o nível macro (fenomenológico) de representação;
- * às incertezas do nível sub-microscópico, principalmente sobre a natureza particulada da matéria e a incapacidade de visualizar entidades representadas;
- * a dificuldade de uso e compreensão das convenções usadas no nível simbólico para as representações;
- * a dificuldade de compreender qual dos níveis de representação melhor se aplica para a explicação de um fenômeno de interesse.

Nesse sentido, para entender fenômenos químicos, seria necessário criar um modelo mental que articule dados reais e representativos. A Química, a partir de suas representações, é considerada uma linguagem com muitos detalhes e níveis de abstração e complexidades diferentes. Sem a etapa de observação do que é real, concreto e próximo da vivência do estudante, haveria pouco significado para os níveis do simbólico e do sub-microscópico. O equilíbrio sobre a necessidade de cada um dos níveis de representação é uma escolha do professor frente aos seus objetivos quanto à compreensão da Química. Compreendê-la é permitir que o estudante possa ampliar seu repertório e sua percepção crítica do mundo. Para isso, espera-se que o ensino de Química possa ser integrado à realidade do aprendiz e instrumentador para a vida e/ou trabalho (CHASSOT, 1993).

A construção dessa modelagem mental tão rebuscada a partir de uma linguagem simbólica específica é o que desafia e possibilita a apropriação das tecnologias digitais

na educação Química. Nesse sentido, considera-se as tecnologias digitais como recursos a serem agregados às atividades pedagógicas de forma intencional e que possam contribuir para os processos de ensino e de aprendizagem. Mas, espera-se que não sejam o objetivo final das ações docentes.

A escolha dos conteúdos que atendam a expectativa de melhor percepção da realidade não é uma tarefa fácil. No cotidiano escolar, às vezes é mais simples “transferir” dos livros-texto ou de pacotes estruturados compartilhados impressos ou eletronicamente, promovendo uma universalização e massificação do ensino de Química (CHASSOT, 1993), sendo essa escolha um contraponto importante para como ensinar Química. Segundo Chassot (1993), para fazer “Educação através da Química” é preciso que: o ensino esteja vinculado à realidade tanto do aprendiz quanto do docente; sejam usados dados reais e concretos com linguagem clara; os modelos sejam compreendidos como incertezas; os dados históricos contribuam para o entendimento das abordagens; os estudantes sejam atuantes e protagonistas nas atividades e de seus processos de aprendizagem, ou seja, que se tornem agentes de transformação no mundo em que vivemos.

Em busca da Educação através da Química, as questões do milênio passado de Chassot (1993), quanto ao ensino dessa disciplina a partir de três premissas, ainda seriam pertinentes: Por que ensinar Química? O que ensinar em Química? Como ensinar Química? As exigências por novas propostas de ensino, em um mundo em transformações tão rápidas, demonstram uma possibilidade cada vez mais urgente de que os professores de Química considerem quais conteúdos são relevantes para as questões sociais e como promover a responsabilidade social e a autonomia através da Química. Os conhecimentos químicos não estão desconectados das realidades humanas, seja nos contextos social, político, filosófico, histórico, econômico e até religioso. Tais conhecimentos contribuem para uma formação para a cidadania, quando o ensino de Química promove a aprendizagem de informações fundamentais que permitam ao aluno, a partir de reflexões sobre consequências, tomar decisões com consciência. Enfatiza-se aqui a relevância da articulação entre ciência, tecnologia e a sociedade de forma contextualizada e não dogmática.

Desenvolver a criticidade dos estudantes contribui para a participação do indivíduo não somente no futuro social e político do país, mas também no seu envolvimento em movimentos sociais e da vida comunitária em que os interesses públicos, relacionados ao bem-estar coletivo, e os interesses privados, associados à autonomia do indivíduo, convergem (PELLENZ, 2015). Trata-se, então, de um indivíduo mais consciente e crítico de sua realidade a partir de contribuições de uma “educação problematizadora, de caráter autenticamente reflexivo, [que] implica num constante ato de desvelamento da realidade” (FREIRE, 1987, p. 40).

Assim, “a função do ensino de Química deve ser a de desenvolver a capacidade de tomada de decisão” (SANTOS, 1996, p.29), de discussão e de julgamento das mais distintas situações pelos estudantes. É uma educação que não se minimiza à transmissão e reprodução de conteúdo, mas que estimula o debate sobre valores e reflexões sobre a condição humana (SANTOS, 2011).

Mas há características dessa disciplina que a tornam desafiadora como, por exemplo, a compreensão de seus símbolos, “que não conseguimos desvencilhar de nossos ancestrais alquimistas. Eles tinham suas razões; precisavam, através da

linguagem cifrada, guardar seus segredos” (CHASSOT, 2004, p. 152). Para a química, o grande desafio é a ausência de curiosidade científica. Os estudantes de diferentes níveis de escolarização não se entusiasmam em responder ou propor hipóteses para eventos até considerados simples, como pontua Chassot (2004).

Sob a perspectiva deste ensaio, o ensino de Química, pensado inicialmente para o ensino médio, uma etapa importante da educação básica, pode promover a curiosidade do estudante e ampliar sua percepção de mundo. E, assim, poderá auxiliar na promoção da consciência do estudante sobre a realidade na qual está inserido. Dessa forma, é importante que os temas, os assuntos ou conteúdos específicos da Química emergjam de questões que façam parte da realidade e dos contextos juvenis e que possam aflorar também de cenários culturais além dos sociais e econômicos ou do mundo do trabalho.

De acordo com Chassot (2004) e com o ideário de uma educação crítica em Química, influenciada e inspirada por Paulo Freire (1987), apontam-se tendências para as decisões e escolhas sobre “o porquê” de se ensinar Química e “o quê” se deve ter como temas a serem explorados e discutidos durante as aulas. A tríade questionadora proposta por Chassot (1993) também desafia os docentes, em especial no contexto pandêmico vivenciado nos anos 2020-2021, a refletir e propor ações pedagógicas para como ensinar a Química que desperte a curiosidade e faça sentido para o estudante, engajando-o socialmente. Para isso, espera-se promover uma Educação Química contextualizada, de acordo com a realidade estudantil, considerando que os aspectos sociais influenciam e serão influenciados pelo desenvolvimento científico-tecnológico. No entanto as práticas docentes em química já experimentavam alguns recursos, dentre eles aqueles que envolvem tecnologias digitais (PAULETTI, 2013; XAVIER, 2019; DELAMUTA, 2021) e as práticas laboratoriais em busca de promover a curiosidade dos estudantes.

A área de Química carrega em sua essência as transformações e as preocupações das quais dependem a humanidade: a energia, a poluição, os recursos naturais, a saúde e a população. Por isso, torna-se importante para o cidadão não só conhecer como utilizar materiais e substâncias no seu dia a dia, mas como se posicionar criticamente com relação aos efeitos ambientais da Química e as necessidades da sociedade atual (SANTOS e SCHNETZLER, 1996, 2000).

No entanto, ainda são poucos estudantes que sejam conscientes da enorme contribuição da química à vida moderna. Talvez, esta seja uma consequência de um ensino sobre classificações, nomenclaturas e conceitos que estão desvinculados da realidade, que em nada contribuem para a formação de um cidadão e para o seu exercício consciente da cidadania. Santos (2011, p. 305) aponta de forma bastante assertiva que “sem uma análise crítica de suas implicações sociais, certamente pouco contribui para a formação de cidadãos informados que façam com que a Química transforme o contexto global de dominação da sociedade moderna”.

Percebe-se que, assim como o ensino de ciências, o ensino de química não pode ser desencarnado, como se a química fosse pura e neutra. O ensino de química deve refletir a realidade, seguindo concepções que destaquem seu papel social considerando as contextualizações social, política, filosófica, histórica, econômica e culturais. Desta forma, a Educação em Química contribui e facilita o entendimento do mundo através do letramento científico (CHASSOT, 2017).

Para uma formação para a cidadania, onde cidadãs e cidadãos saibam refletir o

mundo e sejam capazes de transformá-lo em um lugar mais justo, é preciso, segundo Chassot (2017, p. 110), tornar o ensino, especialmente o de Química, “menos asséptico, menos dogmático, menos abstrato, menos a-histórico e menos ferreteador na avaliação”. Um ensino embebido na realidade de um mundo desorganizado e poluído, o qual é menos asséptico, pois está contaminado pelas impurezas. Deve ser o ensino das incertezas, menos dogmático, demonstrado pelos modelos e aproximações que generalizam. Não há uma realidade exata e sim uma realidade provável. Trata-se de um ensino que tenha como instrumento de leitura a Ciência e/ou a Química que promovam o desenvolvimento de uma visão crítica sobre a compreensão das rápidas transformações do mundo. Assim, a educação dessa ciência torna-se menos abstrata e mais real através do entendimento de sua linguagem e simbologia, mais compreensíveis com o passar dos tempos, que também auxiliam na percepção de mundo. Trata-se da construção dos conhecimentos a partir da história da humanidade, que é a própria história da Química, do processo de construção desse conhecimento como mais importante do que um produto final (CHASSOT, 2017).

Todos esses fatores estão presentes em um ensino que procura ser menos domesticador, que discuta as relações entre conhecimento e poder, que demonstre como nem a Química, nem a Ciência, são puras e neutras. Esta é uma abordagem que ressignifica a função social do ensino de Química e de Ciências numa perspectiva humanista para o desenvolvimento de atitudes e valores, como proposto por Paulo Freire quando “ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo, os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo” (FREIRE, 1987, p. 68).

A educação não pode estar associada unicamente à repetição, já que constitui um instrumento de libertação e de superação de situações existenciais. A educação precisa ser problematizadora, provocadora da reflexão sobre a realidade desvelada. Logo, são focos de discussão os aspectos tecnológicos, econômicos, ambientais, políticos, éticos e sociais a partir da contextualização de diferentes temas que sejam relevantes para a comunidade local. Desta forma, o(a) estudante identifica-se com questões que são relevantes para ele(a) e se torna cada vez mais engajado(a) em seu processo de aprendizagem.

Para que os aspectos sociais da química sejam melhor explorados durante as aulas, Santos e Mortimer destacam a contextualização do ensino de ciências, relacionado ao cotidiano, considerando que

[...] a contextualização aborda a ciência em seu contexto social com as suas inter-relações econômicas, ambientais, culturais etc, o ensino de Ciências do cotidiano trata dos conceitos científicos relacionados aos fenômenos do cotidiano. No segundo caso, a abordagem contínua centrada nos conceitos científicos e não necessariamente são explicitadas as relações entre a ciência e a tecnologia, bem como o desenvolvimento de atitudes e valores em relação à ciência e suas implicações na sociedade. (SANTOS; MORTIMER, 1999, p. 6)

Esta diferenciação permitiria a incorporação de questões consideradas importantes para a formação para a cidadania durante as aulas, com o objetivo de ir além da relação entre o conhecimento químico e os fatos do cotidiano, embora este sendo desenvolvido com criticidade também possa ser compreendida como formação para a

cidadania. Para isto, é preciso que sejam discutidas estratégias de ensino que permitam a problematização das ideias dos(as) estudantes durante as aulas de química. Entende-se esta problematização não como uma substituição de ideias ou concepções prévias, próprias do saber cotidiano pelo saber científico, mas sim com uma convivência entre as ideias construídas durante o processo de ensino-aprendizagem com aquelas anteriores.

Do ponto de vista docente, há a expectativa de correlacionar os conhecimentos pedagógicos, específicos da área e os tecnológicos, considerando como funcionam sua teoria e prática. Os desafios relacionados a construção de novos conhecimentos não são uma novidade na educação nacional. Neste cenário destacam-se: a estrutura física e tecnológica escolar e da comunidade; conhecer os aprendentes e suas realidades; ampliação de repertórios considerando a multiplicidade de conhecimentos e culturas. Trata-se de provocar a curiosidade dos estudantes e o desenvolvimento de seu pensamento crítico, considerando componentes históricos, culturais econômicos e sociais. Para o processo de ensino e aprendizagem fator curiosidade é um dos pontos de partida para o entendimento de um tema abordado em uma notícia de jornal e quais são os interesses envolvidos e apresentados apenas nas entrelinhas como soluções fantásticas sem a preocupação com os desdobramentos ambientais ou sociais, por exemplo. A multiplicidade de conhecimentos contribui para a construção de outros novos com o professor desempenhando a função de mediador ou orientador. O exercício de mediação, com ação inter- e multidisciplinar, iniciado na formação acadêmica, que é permanente e contínuo na prática diária da ação pedagógica dedicada à formação para a cidadania. Tais competências, não abarcam somente o domínio dos recursos tecnológicos, mas a capacidade de utilizar as TDIC de maneira reflexiva, crítica, criativa e responsável. Reitera-se que a construção de resoluções criativas não depende apenas de saber usar o recurso digital, mas do entendimento de como esse funciona, comunica e representa diferentes questões reais ou fictícias. Dessa maneira, pretende-se promover a curiosidade ingênua em científica, que auxilie na tomada de decisão para resolução de problemas reais.

4. Considerações finais

O conceito de tecnologia tem sido discutido ao longo da história, já que está relacionado às formas de produção humana. Ela pode se apresentar como recursos ou até como a organização do pensamento humano, que segue processos sistematizados (DUSEK, 2009). Seria mais adequado pensar as tecnologias, segundo Dusek (2009) e Selwyn (2017a), relacionando-as com o cenário histórico-social em que são planejadas, produzidas e utilizadas. Assim, expõe-se que as tecnologias não são neutras, pois encarnam valores, de acordo com Feenberg (2019), com os ideais mercantis que promovem o controle, eficiência e recurso. São relações sociais e de poder que estão expressas em outras relações, como aquelas de trabalho, da educação e do meio ambiente. São amparadas pela eficiência da tecnologia que impõe disciplina, vigilância e padronização.

A partir de uma abordagem crítica sobre tecnologia, como oposição à visão instrumentalista e solucionista, seria possível repensar os recursos digitais a serem agregados às práticas educacionais considerando sua politicidade. Perspectiva

semelhante para uma educação em química pode contribuir para a ampliação da compreensão da sociedade contemporânea e de suas características de consumo de produtos e bens materiais e imateriais. Como em uma trama de saberes, os temas químicos, emergidos do cotidiano estudantil, podem auxiliar a promoção da curiosidade, da criticidade e da criatividade na tomada de decisões que simbolizam a participação ativa dos estudantes em sociedade e sua formação para a cidadania.

Se pensarmos a Educação em Química e as tecnologias digitais como produtos intermediários, não findados, de um processo complexo, com muitas variáveis envolvidas, talvez possamos compreender seu mecanismo de reação. E, quem sabe propor novos caminhos que potencializam a reação em direção à formação para a cidadania. Trata-se de uma reação com uma etapa lenta, o que não significa perdas no processo ou sua inviabilidade. A interação entre os reagentes, a formação crítica e as TDIC dependem de condições específicas compostas por elementos históricos, culturais, econômicos, sociais, éticos e tecnológicos. São meios reacionais, virtuais ou reais, que revelam vantagens e desafios inspirados nas realidades das disputas de poder, que também são mediadas pelas tecnologias. Assim, problematizar o papel das tecnologias pode contribuir para a compreensão sobre a intensificação e/ou modificação das diferentes relações de poder, sociais e de trabalho.

A Educação Química que promove a formação para a cidadania na atualidade pressupõe criticidade, estímulo à curiosidade e à criatividade. A interação entre esses componentes e reagentes principais poderia ser catalisada por uma formação docente comprometida com a democracia e a participação ativa em sociedade. Esse processo é dinâmico e pode ser infinito, alimentado pelos contextos do cotidiano, estimulando atitudes críticas de estudantes e professores. Poderia representar um movimento de reflexão sobre o fazer diário docente, como uma atitude de resistência às inserções das TDIC na educação a partir de uma perspectiva meramente instrumental.

Referências

Ball, Stephen. Aprendizagem ao longo da vida, subjetividade e a sociedade totalmente pedagogizada. **Educação**, Porto Alegre, v. 36, n. 2, p. 144-155, 2013.

Barreto, Raquel Goulart. **Formação de professores a distância: políticas e práticas**. P. 137-150. In GATTI, Bernardete Angelina. Por uma política nacional de formação de professores. São Paulo: Editora Unesp Digital, 2017.

Biesta, Gert. **Para além da aprendizagem: educação democrática para um futuro humano**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2013.

Brasil. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf Acesso em 23/fevereiro/2023.

Chassot, Attico. **Catalisando transformações na educação**. Ijuí: Ed. Unijuí, 1993.

Chassot, Attico. **Para que(m) é útil o ensino?** Canoas: Ed. ULBRA, 2004.

Chassot, Attico. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação.** Ijuí: Ed. UIJUÍ, 2017.

Cupani, Alberto. **Filosofia da tecnologia:** um convite. Florianópolis: Editora da UFSC, 2016.

Delamuta, Beatriz Haas; NETO, João Coelho; JUNIOR, Sidney Lopes Sanchez; ASSAI, Natany Dayani de Souza. O uso de aplicativos para o ensino de Química: uma revisão sistemática de literatura. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, Brasil, v. 7, p. e145621, 2021. DOI: 10.31417/educitec.v7.1456. Disponível em: <https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/1456>. Acesso em: 22 jul. 2021.

Dusek, Val. **Filosofia da tecnologia.** São Paulo: Ed. Loyola, 2009.

Feenberg, Andrew. **Entre a razão e a experiência:** ensaios sobre a tecnologia e modernidade. Portugal: Inovatec, 2019.

Ferreira, Giselle M. Santos; CARVALHO, Jaciara De Sá; LEMGRUBER, Márcio. S. Tecnologias digitais na educação: a máquina, o humano e os espaços de resistência. **Revista Educação e Cultura Contemporânea**, v. 16, p. 01-10, 2019. Disponível em: <http://periodicos.estacio.br/index.php/reeduc/article/view/6386/47965981>. Acesso em 02 set. 2021.

Freire, Paulo. **Conscientização:** teoria e prática da libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire. São Paulo: Cortez & Moraes, 1979.

Freire, Paulo. **Pedagogia do oprimido.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

Gadotti, Moacir. **Escola cidadã.** São Paulo: Cortez, 2008.

Gilbert, John K.; TREAGUST, David F. Introduction: macro, submicro and symbolic representations and the relationship between them: key models in Chemical Education. **Models and modelling in Science Education:** multiple representations in Chemical Education, v. 4, p. 1-8, 2009.

Martins, Wanessa Renault; CARVALHO, Jaciara de Sá. Ensino híbrido em regulamentações da Educação Superior e na literatura acadêmica: ausência e polissemia. **Revista Brasileira de Política e Administração da Educação**, [S. l.], v. 38, n. 00, 2023. DOI: 10.21573/vol38n002022.123913. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/index.php/rbpae/article/view/123913>. Acesso em: 23 fev. 2023.

Paro, Vitor Henrique. Educação para a democracia: o elemento que falta na discussão

da qualidade do ensino. **Revista Portuguesa de Educação**, 2000, v. 13, n.1, pp. 23-38. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/374/37413103.pdf> Acesso em: 01 março 2023.

Pauletti, Fabiana; CATELLI, Francisco. Tecnologias digitais: possibilidades renovadas de representação da Química abstrata. **Acta Scientiae**, v.15, n.2, p.383-396, maio/ago. 2013 Disponível em: <http://posgrad.ulbra.br/periodicos/index.php/acta/article/view/329/678> Acesso em: 22 Julho 2021.

Pellenz, Mayara; DE BASTIANI, Ana Cristina Bacega; SANTOS, Daniela. A (re)significação da cidadania na contemporaneidade. **Athenas**, v. 1, ano. IV, p. 01-28, jan./out. 2015. Disponível em: www.fdcl.com.br/revista. Acesso em: 23 abr. 2020.

Sá, Lucas Vivas de. **O uso das TD no ensino de Química: uma análise dos trabalhos presentes na QNEsc à luz da teoria de atividade**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Instituto de Filosofia, Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2016.

Saldanha, Luis Cláudio Dallier. Educação em direitos humanos, linguagens e tecnologia. **Revista Interação**, v. 15, n. 2, p. 1-13, 2024.

Santos, Wildson Luiz Pereira dos. A Química e a formação para a cidadania. **Educação Química**, v. 22, n. 4, p. 300-305, 2011.

Santos, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Função social: o que significa ensino de química para formar o cidadão? **QNEsc** n. 4, p. 28-34, 1996.

Selwyn, Neil. O que queremos dizer com “educação” e “tecnologia”? 47p. 2017a. Disponível em: https://ticpe.files.wordpress.com/2016/12/neil_selwyn_keyquestions_cap1_trad_pt_final1.pdf. >Acesso em: 05 maio 2018.

Selwyn, Neil. Educação e tecnologia: questões críticas. 2017b. Disponível em: <https://ticpe.files.wordpress.com/2017/04/ebook-ticpe-2017.pdf>. Acesso em: 10 maio 2018.

Selwyn, Neil; JANDRIC, Petar. Vida pós-digital na era da Covid-19: perturbando o que vemos como possível. **Postdigit Sci Educ** 2, 989–1005 (2020a). <https://doi.org/10.1007/s42438-020-00166-9>.

Selwyn, Neil; HILLMAN, Thomas; EYNON, Rebecca; FERREIRA, Giselle; KNOX, Jeremy; MACGILCHRIST, Felicitas; SANCHO-GIL, Juana M. (2020b) O que vem por aí para Ed-Tech? Esperanças e preocupações críticas para a década de 2020, **Aprendizagem, Mídia e Tecnologia**, 45: 1, 1-6, DOI: 10.1080 / 17439884.2020.1694945 Disponível em: <https://www.tandfonline.com/action/showCitFormats?doi=10.1080%2F17439884.2020.1694945>



694945 Acesso em: 22 jan. 2021.

Sibilia, Paula. **Redes ou paredes**: a escola em tempos de dispersão. Rio de Janeiro: Contraponto, 2012.

Silva, Roberto Cardoso Freire da; CARVALHO, Jaciara de Sá. Algoritmos e Fake News: **e-Curriculum**, São Paulo, v. 20, n. 4, p. 1826-1847, out. 2022. Disponível em <http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-38762022000401826&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 23 fev. 2023. Epub 30-Jan-2023. <https://doi.org/10.23925/1809-3876.2022v20i4p1826-1847>.

Venco, Selma. Borghi.; SEKI, Allan. Kenji. Política Nacional de Educação Digital: uma análise de seus rebatimentos na educação pública brasileira. **Germinal: marxismo e educação em debate**, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 448–471, 2023. DOI: 10.9771/gmed.v15i2.54144. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/revistagerminal/article/view/54144>.

Wartha, Edson José; REZENDE, Daisy de Brito. As representações no ensino de química na perspectiva da semiótica pierceana. **Educação Química em ponto de vista**. v. 1, n. 1, p. 181-202, 2017.

Werle, Flávia Obino Correa. Educação básica: a dimensão do legal e do concreto. In: Streck, Danilo Romeu. (Org.). **Educação básica e o básico na educação**. São Leopoldo: Ed. Sulina, 1996, p. 68-90.

Xavier, Antônio Roberto; FIALHO, Lia Machado Fiuza; LIMA, Valdeci Ferreira. Tecnologias digitais e o ensino de Química: o uso de softwares livres como ferramentas metodológicas. **Foro de Educación**, 17(27), 289-308, 2019. doi: <http://dx.doi.org/10.14516/fde.617>