

## O processo de instrumentalização no ensino de Ciências: uma revisão sobre o uso das tecnologias digitais

### The instrumentalization process in Science education: a review on the use of digital technologies

### El proceso de instrumentalización en la educación Científica: una revisión sobre el uso de tecnologías digitales

Lopes, David Santana; Alves, David Santana Lopes Lynn Rosalina Gama; Lira-da-Silva, Rejâne Maria

 David Santana Lopes

acdc.santana@gmail.com

Universidade Federal da Bahia, Brasil

 David Santana Lopes Lynn Rosalina Gama Alves

lynnavalves@gmail.com

Universidade Federal da Bahia, Brasil

 Rejâne Maria Lira-da-Silva

rejanelirar2@gmail.com

Universidade Federal da Bahia, Brasil

#### Revista de Ensino de Ciências e Matemática

Universidade Cruzeiro do Sul, Brasil

ISSN-e: 2179-426X

Periodicidade: Trimestral

vol. 12, núm. 3, 2021

rencima@cruzeirodosul.edu.br

Recepção: 12 Fevereiro 2021

Aprovação: 06 Abril 2021

Publicado: 24 Maio 2021

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/509/5092220029/index.html>

DOI: <https://doi.org/10.26843/rencima.v12n3a28>

Una nueva publicación de artículo publicado en REnciMa, de iniciativa de sus autores o de terceros, queda sujeta a la expresa mención de la precedencia de su publicación en este periódico, citándose el volumen, la edición y fecha de esa publicación



Este trabalho está sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-NãoComercial-Compartilhamento Pela Mesma Licença.

**Resumo:** A instrumentalização das tecnologias digitais nas Ciências da Natureza é uma característica comum a esse campo do saber. Nesse sentido, o presente estudo se propôs a analisar de que forma tais tecnologias vêm sendo consideradas em diferentes espaços vinculados ao Ensino de Ciências. Para isso, foi realizada uma revisão sistemática dos trabalhos presentes nos anais das últimas cinco edições do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) à luz dos princípios da Análise Crítica do Discurso. Com base nos 83 trabalhos selecionados, foi possível identificar um perfil utilitarista no que tange à imersão das tecnologias digitais em experiências de ensino de Química, Biologia e Física, enquanto que no campo interdisciplinar tais experiências se mostraram ainda mais instrumentais frente a uma faixa etária estudantil mais restrita, como é o caso do Ensino Fundamental II. Foi perceptível ainda a dispersão das tecnologias digitais em meio à abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), fato que vem diluindo as singularidades culturais e sociopolíticas dos artefatos tecnológicos. Compreende-se, portanto, que tais artefatos podem oferecer condições para que o corpo docente e estudantil visualize os conteúdos não só de forma funcional, mas os próprios potenciais transformadores que as tecnologias digitais podem proporcionar.

**Palavras-chave:** Instrumentalização, Tecnologia Digital, Ensino de Ciências, Mídias Digitais, Produções Audiovisuais.

**Abstract:** The instrumentalization of digital technologies in the Sciences of Nature is a characteristic common to this field. In this sense, the present study proposed to analyze how such technologies have been considered in different spaces linked to Science Teaching. For this, systematic review of the works present in the annals of the last five editions of the National Research Meeting in Science Education was carried out in the light of the principles of Critical Discourse Analysis. Based on the 83 selected works, it was possible to identify a utilitarian profile regarding the immersion of digital technologies in teaching experiences in Chemistry, Biology and Physics, while

in the interdisciplinary field such experiences proved to be even more instrumental in the face of a student age group more restricted, as is the case of Elementary Education II. It was also noticeable the dispersion of digital technologies with the CTSA approach, a fact that has been diluting the cultural and socio-political singularities of technological artifacts. It is understood, therefore, that such artifacts can offer conditions for the faculty and student body to view the contents not only in a functional way, but also the potential transformers that digital technologies can provide.

**Keywords:** Instrumentalization, Digital Technology, Science Teaching, Digital Media, Audiovisual Productions.

**Resumen:** La instrumentalización de las tecnologías digitales en las Ciencias de la Naturaleza es una característica común a este campo. El presente estudio se propuso analizar cómo se han considerado tales tecnologías en diferentes espacios vinculados a la Docencia de las Ciencias. Para ello, se realizó una revisión sistemática de los trabajos presentes en los anales de las últimas cinco ediciones del Encuentro Nacional de Investigación en Educación Científica a la luz de los principios del Análisis Crítico del Discurso. Con los 83 trabajos seleccionados, fue posible identificar un perfil utilitario en cuanto a la inmersión de las tecnologías digitales en las experiencias en Química, Biología, y Física, mientras en el campo interdisciplinario tales experiencias resultaron ser aún más instrumentales a un alumno. grupo de edad más restringido, como es el caso de Educación Primaria II. También se notó la dispersión de las tecnologías digitales en medio del enfoque de CTSA, hecho que ha ido diluyendo las singularidades culturales y sociopolíticas de los artefactos tecnológicos. Se entiende, por tanto, que tales artefactos pueden ofrecer condiciones para que el cuerpo docente y estudiantil vean los contenidos no solo de manera funcional, sino también los potenciales transformadores que las tecnologías digitales pueden brindar.

**Palabras clave:** Instrumentalización, Tecnología Digitale, Enseñanza de las Ciencias, Medios Digitales, Producciones Audiovisuales.

## PERSPECTIVAS INTRODUTÓRIAS

As interlocuções existentes entre as tecnologias e as transversalidades presentes no campo da Educação remontam trajetórias nem sempre consonantes. Como mencionado pelo filósofo Eduardo Chaves (CHAVES, 1999, p. 1), “há muitas formas de compreender a tecnologia” e, por vezes, as diversas esferas da sociedade a tratam de formas divergentes. A evolução das tecnologias não ocorreu (e não ocorre) simultaneamente às mudanças paradigmáticas educacionais, ocasionando a ainda majoritária instrumentalização das mesmas nos espaços de ensino, processo que segundo Klein et al. (2020) possui a:

única finalidade de desenvolver nos alunos, as melhores condições de aprendizado e conhecimento, assimilação do conteúdo de forma mais clara, objetiva e consistente [...] otimizando os processos educativos para melhorar a aprendizagem através das mudanças, as quais consistem em um desafio para a educação até os dias atuais (KLEIN et al., 2020, p. 279).

Comum ainda na literatura contemporânea, o processo da instrumentalização, perspectiva explicitada pelos autores acima, chama a atenção para uma visão unitária e descontextualizada acerca das tecnologias vinculadas à noção ontológica de dependência e, para muitos, de soberania da Ciência sobre as tecnologias. A instrumentalização das tecnologias, compreendidas neste estudo como reflexos dos avanços das forças produtivas da sociedade, inclusive em torno dos meios digitais (TELES, CALDAS, 2019), é fator intrínseco aos processos de ensino adotados em diferentes áreas do saber.

No que tange, especificamente, ao Ensino de Ciências, a imagem da busca incessante da *operacionalização* das tecnologias está ligada ao cerne das práticas em sala de aula, sendo pauta de pesquisa em espaços acadêmicos através de artigos, resoluções e atos normativos. Para Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018, p. 27) a relação com as tecnologias “ainda é pouco acessível à maioria das pessoas escolarizadas, e por isso, passíveis de uso e compreensão acríticos ou ingênuos; ou seja, é um processo de produção que [ainda] precisa, por essa maioria, ser [mais] apropriado e entendido”.

Essa apropriação sinalizada anteriormente é, por vezes, confundida com a idealização de levar o *letramento digital* para aqueles que não o possuem, esvaziando assim todas as tramas sociopolíticas, culturais, econômicas e filosóficas que circundam o diálogo entre as tecnologias e a humanidade (AZEVEDO, et al., 2018), relegando esse processo *inclusivo* das tecnologias em ações pontuais, deslocadas de um planejamento de ensino mais amplo. Tal abrangência é mitigada perante os obstáculos referentes ao entendimento estabelecido sobre as tecnologias, seja através do papel dos sujeitos dos espaços de ensino como por aqueles externos aos muros dessas instituições.

Compreendendo a complexidade do tema e das variadas formas de interpretação sobre o que representam as tecnologias digitais para a esfera do ensino, esta pesquisa parte da Tese de Doutorado *Interfaces Entre as Produções Audiovisuais do Streaming e os Potenciais Comunicativos de Licenciandos das Ciências da Natureza*, conduzida no Programa de Pós-graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências (PPGEFHC/UFBA/UEFS), campo que ainda reluta para a incorporação das tecnologias enquanto parte da Cultura (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018). Para isso, delimita-se como objetivo para o presente estudo analisar de que forma tais artefatos digitais vêm sendo considerados em diferentes espaços vinculados ao Ensino de Ciências.

Como percurso metodológico foi realizada uma investigação em torno das perspectivas adotadas por professores e estudantes a partir da seleção de trabalhos presentes nos Anais das últimas cinco edições (entre 2011 e 2019) do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), evento de grande relevância nas Ciências da Natureza por agregar, desde 1997, discussões de diferentes eixos temáticos relacionados à área. Essa Revisão Sistemática segue as etapas propostas por Yin (2016) quanto à definição dos critérios de inclusão, exclusão, delimitação temporal e das categorias de seleção dos trabalhos. Para o processamento e interpretação do corpus selecionado, o linguista Norman Fairclough (FAIRCLOUGH, 2016), um dos criadores da Análise Crítica do Discurso (ACD) foi adotado como teórico principal nesta produção.

Com base nesses pressupostos, as *próximas seções* apresentarão o próprio corpus de análise, além de questões históricas que vêm marcando a associação entre o Ensino de Ciências e as Tecnologias, sobretudo àquelas imersas à era digital. Em complemento, o processo de instrumentalização perante a sua intra e inter-relação com os seus *usuários humanos* é apresentado sob a ótica de uma abordagem comum à Educação Matemática, a Gênese Instrumental (RABARDEL, 1995). Por fim, após tecer um breve diálogo sobre as potencialidades dos artefatos audiovisuais, esta produção acadêmica caminhará para as considerações finais, ratificando as características e os impactos da interação entre as Tecnologias Digitais no Ensino de Ciências através de práticas instrumentalizadas.

## ENLACES ENTRE TECNOLOGIAS DIGITAIS E O PROCESSO DE ENSINO

Normalmente, a denominação *Tecnologias da Educação* é estabelecida após a obra do psicólogo norte-americano Frederic Skinner em a *Máquina de Ensinar* (SKINNER, 1972). Além de ser considerado um dos expoentes do Behaviorismo, teoria da aprendizagem baseada na relação entre estímulos e reforços representados no comportamento do indivíduo em questão, é também atribuído a ele o posto de criador da primeira máquina de ensino. Todavia, foi a criação do psicólogo Sidney Pressey, em 1924, que foi capaz de tentar automatizar inicialmente o processo educacional (PETRINA, 2004), tendo como foco a avaliação através de testes com respostas instantâneas pelos estudantes interatores.

Décadas depois, o livro *Tecnologia do Ensino* (1972) é lançado por Skinner juntamente com a sua máquina educacional. Nesta obra, o autor afirma em seus escritos que desconhecia o invento de Pressey, inserindo seu invento em torno dos preceitos do Behaviorismo quanto à busca pela *modelagem da aprendizagem estudantil*. Em complemento, ele apontava ainda que partir de uma instrução programada, “[...] a simples operação da máquina deveria provavelmente ser suficientemente reforçadora para manter o aluno ocupado por um período razoável todos os dias” (SKINNER, 1972, p. 22, grifo nosso). Essa afirmação já expõe sentidos à instrumentalização do ensino por priorizar a permanência do estudante em uma prática formativa e ignorar o próprio percurso em torno da experiência Humano/Máquina.

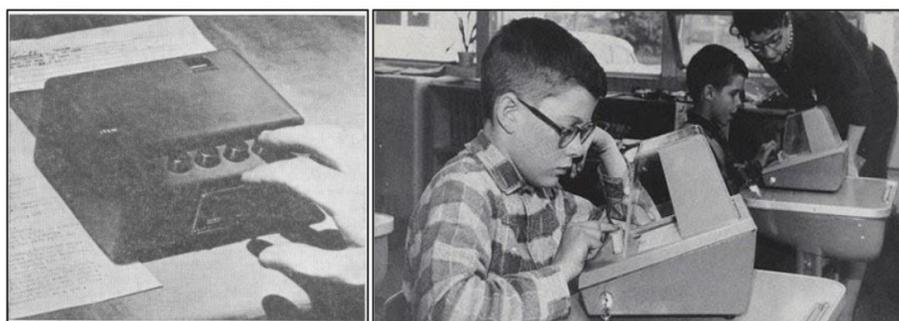


FIGURA 1

As máquinas de ensino de Pressey (esq.) e Skinner (dir.)

Máquinas de Pressey ([www.ufrgs.br](http://www.ufrgs.br)) e Skinner ([www.psicoeu.com.br](http://www.psicoeu.com.br))

A evolução e o impacto desses artefatos tecnológicos no âmbito da educação se afluem para o surgimento das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC). Entretanto, partindo de uma premissa instrumental presente na literatura, Bruzzi (2016, 477) aponta que já existiam, desde 1650, “aparatos como o *Horn-Book* (tratava-se de uma madeira com impressos), utilizado para alfabetização de crianças e textos religiosos”, reiterando a perspectiva no qual as tecnologias vão além da concepção contemporânea.

Tais melhoramentos podem ser presenciados atualmente através das Tecnologias Digitais, consideradas como tecnologias *Over-the-Top* (YAMAMOTO, 2018), ou seja, de alto potencial de distribuição de conteúdo pela internet. Na Cultura Digital (LE MOS, 2020), as tecnologias adaptadas para os ambientes de ensino ganham novos contornos em relação às premissas iniciais de Pressey e Skinner, já que atualmente a proximidade de acesso às informações e as diferentes formas de consumi-las garantem uma interação Humano/Máquina totalmente diferente.

No Ensino de Ciências, de acordo com Santos e Zanotello (2019), as tecnologias digitais precisam privilegiar práticas investigativas, ou seja, a interação do estudante com tais artefatos tecnológicos não deve se limitar a uma simples interpretação daquilo que está expresso em suas interfaces. Explora-se aqui a necessidade de estimular uma visão crítica e aguçada de cada sujeito escolar, tanto no que se refere às potencialidades das tecnologias digitais no processo de ensino/aprendizagem, como também dos possíveis

riscos tanto à privacidade dos mesmos e à dispersão de informações/notícias falsas imersas, inclusive, no cerne do negacionismo científico (QUANDT, 2019).

O processo de mediação de um(a) professor(a) com as tecnologias digitais, precisa, portanto, observar como os atuais espaços de ensino ultrapassam a própria percepção de sala de aula. Distante das incertezas e incoerências do duvidoso Ensino Remoto (BRASIL, 2020), experienciado durante a Pandemia pela COVID-19 no Brasil, as tecnologias contemporâneas criam redes de conexão simultâneas com Plataformas Digitais, imersas em valores e tramas que orbitam os artefatos digitais, montados em controvérsias filosóficas e éticas (D'ANDRÉA, 2018) diante da interação com os seus usuários.

Nesse sentido, jogos eletrônicos, Plataformas de *Streaming* e até o *Google Classroom*, podem ser sim meros suportes, partindo apenas do uso dessas mídias. Contudo, ao analisarmos as informações e mensagens que consolidam essas arquiteturas digitais, a interação, principalmente de estudantes, faz com que essas mídias deixem de possuir a objetividade comum presente nas clássicas máquinas de ensinar do século passado e passem a adquirir um caráter (trans)formador de identidades e valores, mesmo sendo essa uma comparação essencialmente anacrônica.

## O ENSINO DAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E A GÊNESE INSTRUMENTAL

As interfaces entre as Tecnologias Digitais e o processo de ensino das Ciências da Natureza, considerado como um campo interdisciplinar repleto de temáticas abstratas (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018), precisa extrapolar o que é “visível na grade curricular, sendo flexível com o tempo, incrementando os espaços e tempos de aprendizagem” (PAVAN; SCHEIFELE, 2016). Portanto, pouca relevância terá, por exemplo, o uso de produções audiovisuais em sala de aula sem que pelo menos compreenda-se de que forma as informações contidas nessas mídias se *inserem nas discussões prévias e como permanecerá sendo importante nas intervenções futuras*. Decifrar esse *fluxo* de ações é essencial na mediação do ensino por tecnologias digitais.

Na literatura, diversas abordagens teóricas exploram essa interação entre o sujeito interator e o artefato, aqui considerado como a *ferramenta* de ensino. Esse diálogo é o objeto de estudo da Gênese Instrumental, perspectiva do psicólogo Pierre Rabardel, que descreve tal processo como a transformação de um artefato humano, constituído de elementos culturais e filosóficos, em um instrumento passível de ser aplicado em um contexto pré-determinado, simplesmente por conta dos interesses imediatos do sujeito em relação ao objeto em questão (NOTARE; BASSO, 2017). Esse processo de *transformação* na área de ensino se concretiza quando um artefato tecnológico, como um jogo, passa a ser inserido em sala de aula sem estabelecer uma reflexão prévia do mesmo e dos motivos que levaram ao seu uso, isolando-o apenas à sua mera operacionalização.

De forma geral, o processo da Gênese Instrumental (Figura 2) pode ser dividido em duas etapas: instrumentalização e instrumentação. De acordo com Notare e Basso (2017, p. 2), a instrumentalização seria o *reconhecimento* por parte do sujeito das “potencialidades e limitações do artefato”, ou seja, neste momento o sujeito interator observa apenas o objeto estabelecendo as suas possíveis *utilidades*. Por outro lado, a instrumentação seria a delimitação dos usos desse objeto focando na sua adoção imediata, seguindo um objetivo específico e satisfatório para a prática ou intervenção esperada pelo próprio interator.

No esquema abaixo (Figura 2), é possível perceber que o processo da Gênese Instrumental não ignora as possibilidades contidas nos artefatos pedagógicos, como os digitais. Contudo, ao embuti-los em alguns fragmentos práticos presentes em um plano de aula, uma parcela significativa da liberdade criativa e do alcance simbólico do estudante, acabam por ser limitados drasticamente no objetivo de implementar um momento de prática já pré-designada durante o próprio planejamento docente.

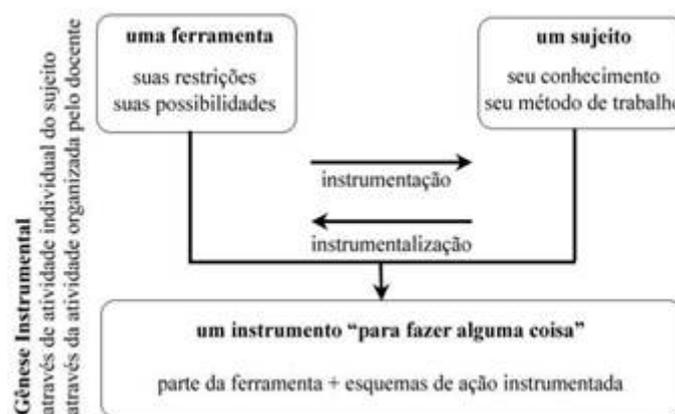


FIGURA 2  
Esquema teórico da Gênese Instrumental  
Extraído de Notare e Basso (2017, p. 2)

Portanto, diante dos pressupostos apresentados e de suas características instrumentais, necessita-se então compreender de que maneira é possível enaltecer as tramas (riscos e possibilidades) que constituem as tecnologias digitais em espaços de ensino frente aos seus interatores (professores e estudantes)? Como induzir uma imersão orgânica de artefatos digitais nos planejamentos de professores na área do Ensino de Ciências? E, principalmente, como desviar as expectativas de uma idealização pelo letramento digital docente em paralelo ao processo de instrumentalização? Tais questionamentos vêm acumulando *pistas* na literatura quanto às possibilidades de valorização do alcance pedagógico presente nos artefatos tecnológicos contemporâneos.

## PERCURSO METODOLÓGICO

O presente estudo possui natureza qualitativa, do tipo empírico, e se baseia nos pressupostos contidos na obra de Yin (2016). O autor estabelece as principais métricas de pesquisa desde a problematização até a delimitação do objeto de estudo. É através desse aporte metodológico que esta pesquisa se orienta quanto à compreensão de “como as pessoas lidam com seus ambientes do mundo real [...] e estudar a vida cotidiana de muitos tipos diferentes de pessoas e o que elas pensam, em muitas circunstâncias diferentes” (YIN, 2016, p. 3, livre tradução), pautando-se, neste caso, em analisar de que forma os artefatos digitais vêm sendo considerados em espaços vinculados ao Ensino de Ciências.

Para contemplar o objetivo desta pesquisa foi implementada uma Revisão Sistemática (Figura 3) dos trabalhos presentes nos Anais das últimas cinco edições (2011; 2013; 2015; 2017; 2019) do ENPEC, um dos maiores eventos científicos vinculados à área do Ensino de Ciências no Brasil e que reúne diversos pesquisadores(as) nacionais e internacionais. De forma geral, uma revisão sistemática prevê um levantamento de dados seguindo critérios uniformes de pesquisa e seleção do corpus a ser analisado. Neste artigo foram seguidas as etapas de compilação, desmontagem, remontagem, interpretação e conclusão de Yin (2016) para o gerenciamento dos trabalhos selecionados.

Para a realização das três primeiras etapas, foram definidos alguns critérios e categorias de investigação. Primeiramente, por se tratar de um evento científico bianual, foi definida a última década como delimitação temporal do estudo, justificada tanto no contexto de viabilidade de análise como também pelo processo de intensificação de pesquisas acerca de artefatos digitais neste período, marcado pela chegada das Plataformas de *Streaming* no Brasil (como a Netflix em 2011), da maior dependência da juventude com aparelhos móveis (SCHNEIDER; SANTOS; SANTOS, 2020), além de resoluções do Conselho Nacional de Educação (CNE), como a Resolução nº 55, de 19 de outubro de 2011, que ampliou os investimentos em Ciências e Tecnologia nos Institutos Federais.

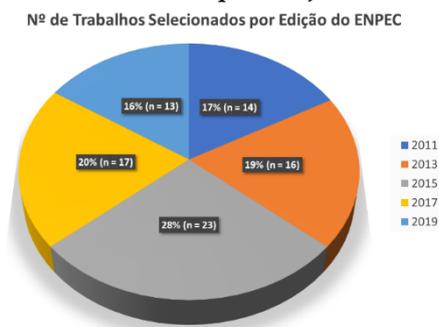
Em seguida, dentre os critérios de inclusão estabelecidos para a seleção dos trabalhos, estão: a) trabalhos presentes nos Anais das últimas cinco edições do ENPEC (2011; 2013; 2015; 2017; 2019); b) serem trabalhos vinculados ao processo de ensino nos campos da Química, Biologia e Física ou de caráter Interdisciplinar e c) que envolvam relatos de *práticas de ensino* mediadas por tecnologias. Por outro lado, os critérios de exclusão se remetem a todos os trabalhos que não se enquadrem nos pontos sinalizados anteriormente, inclusive suprimindo estudos que estejam unicamente inserindo as tecnologias em experiências vinculadas à formação inicial ou continuada de professores.

Por fim, como aporte teórico para análise do corpus selecionado e produção das informações de pesquisa, os princípios da Análise Crítica do Discurso (ACD) de Fairclough (2016) foram adotados neste estudo. De forma geral, o linguista britânico define três etapas de análise: a) práticas discursivas (macroanálise), presentes nos relatos contidos nos trabalhos selecionados; b) práticas textuais (microanálise), valorizando os sentidos implícitos e explícitos na escrita dessas obras, além da c) prática social, referindo-se ao que transcende às informações presentes no próprio texto, analisando até mesmo os interesses e tramas sociopolíticas que gerenciam, inclusive, as tecnologias digitais.

### SISTEMATIZAÇÃO DAS INFORMAÇÕES PRODUZIDAS

A revisão sistemática realizada totalizou um corpus final de 83 trabalhos acadêmicos (Gráfico 1) após o refinamento implementado através dos critérios de inclusão e exclusão, sendo n=14 (2011); n=16 (2013); n=23 (2015); n=17 (2017) e n=13 (2019), configurando-se como uma variação negativa entre as extremidades temporais. No que tange ao nível acadêmico dos estudos selecionados foi possível identificar trabalhos de diferentes esferas, como da Iniciação à Docência e Científica, além de estudos derivados da Pós-Graduação. Essa variedade ratifica a relevância do evento para a área do Ensino de Ciências ao refletir as tendências de pesquisas desenvolvidas em diferentes estágios acadêmicos.

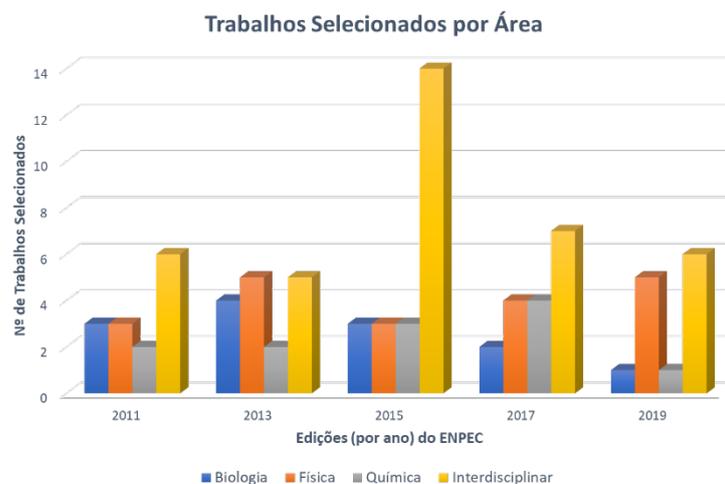
GRÁFICO1  
Número de trabalhos selecionados por edição no ENPEC (2011-2019)



Elaborado pelos Autores

A edição de 2015 apresentou o maior número de trabalhos selecionados (Gráfico 2). Nessa edição o número de estudos de caráter interdisciplinar (n=14) foi superior perante, inclusive, a totalidade de trabalhos combinados de Química, Biologia e Física. É importante ressaltar que nesse período foi lançada a Resolução n. 2, de 01 de julho de 2015 (BRASIL, 2015), que trouxe “diversas alterações nas estruturas das licenciaturas [incluindo] referências à interdisciplinaridade, colocando-a como um dos fatores de suma importância na formação de um professor” (LOPES; ALMEIDA, 2019, p. 142) na contemporaneidade.

GRÁFICO 2  
Número de trabalhos selecionados em cada edição do ENPEC (2011-2019) por área do saber



Elaborado pelos Autores

No que se refere às demais edições é possível estabelecer algumas observações quanto ao número de trabalhos e as temáticas correlacionadas a eles. Primeiramente, a terminologia *Tecnologias Digitais* da Informação e Comunicação começou a ser introduzida nos trabalhos apenas em 2013, principalmente com a popularização dos smartphones ou com o surgimento de tecnologias voltadas para nichos privilegiados, como as *lousas digitais*. Em seguida, em 2017, os trabalhos selecionados apresentaram discussões mais fundamentadas sobre as finalidades das tecnologias digitais no contexto educacional como um todo, explorando questões que vão além da prática e a viabilidade de *adoção* em aula.

Para finalizar, a edição de 2019 do ENPEC trouxe um considerável aumento de trabalhos vinculados à abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), acentuando produções com essa agenda de pesquisa e reduzindo, por vezes, os artefatos digitais ao papel de coadjuvante nas práticas e etapas metodológicas de cada estudo quando em comparação com as edições anteriores do evento analisadas nesta revisão.

## CRITÉRIOS DE ANÁLISE DO CORPUS SELECIONADO

Realizadas as ponderações estatísticas, configura-se como imprescindível também implementar uma análise voltada às práticas discursivas do corpus selecionado (Tabela 1). Seguindo os critérios de análise estabelecidos por Fairclough (2016), o tópico *Análise geral do corpus selecionado propõe uma macroanálise* dos trabalhos ao apontar as tendências teórico-práticas, ou seja, os padrões identificados quanto à compreensão sobre de que forma as tecnologias digitais foram empregadas nas produções analisadas.

Em seguida, o tópico *Interfaces do corpus selecionado por área* passa a contemplar o parâmetro da *microanálise* (FAIRCLOUGH, 2016) ao observar os enlaces (similaridades e dissonâncias) quanto aos 83 trabalhos selecionados, articulando as experiências específicas da Química, Biologia, Física e a junção dessas em um perfil Interdisciplinar. Ainda nesta segunda parte da análise, foram apresentadas as influências dos aportes teóricos orientadores adotados nos trabalhos, como as abordagens CTSA e da Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática (STEAM em inglês), além de uma listagem das tecnologias digitais utilizadas nas experiências de pesquisa de cada área.

No último tópico, os 18 trabalhos que adotam as mídias audiovisuais em suas intervenções passam a ser analisados de forma mais aprofundada, graças ao número significativo de trabalhos em torno desses artefatos, além de implantarem abordagens para além do perfil instrumental. Esse tópico expandiu também a discussão

apresentando comparações com outros trabalhos presentes na literatura que dialogam com experiências práticas no Ensino das Ciências da Natureza mediadas por produções audiovisuais.

**TABELA 1**  
Listagem de trabalhos<sup>[1]</sup> selecionados nos Anais do ENPEC por ano e área do saber

Área do Saber	Trabalhos Selecionados (Autor, Ano)
Química (n=12)	Santos; Field's; Benite (2011); Vieira; Meirelles; Rodrigues (2011); Bertoldo et al. (2013); Amorim; Silva (2013); Resende; Neves; Tavares (2015); Silva et al. (2015); Vezú; Cirino (2015); Junior; Cirino (2017); Mossi; Júnior; Chagas (2017); Silva; Silveira; Queiroz (2017); Filho (2017); Izarias et al. (2019);
Biologia (n=13)	Koscianski; Carletto; Zanotto (2011); Vieira; Allain (2011); Silva; Picoli; Galembeck (2011); Oliveira; Macias; Rodriguez (2013); Rehem et al. (2013); Gomes; Messeder (2013); Santos; Costa; Chaves (2013); Persich et al. (2015); Bastos et al. (2015); Santos; Pasini; Rudek (2015); Mourão; Gobara (2017); Guimarães; Filho (2017); Matta et al. (2019).
Física (n=20)	Martins; Garcia (2011); Vidmar et al. (2011); Santos (2011); Vidmar et al. (2013); Polonine; Ambrózio; Coelho (2013); Bulegon; Cristofio; Pretto (2013); Pastorio; Alves; Sauerwein (2013); Silva; Barreto (2013); Casonatto; Bulegon (2015); Kornowski; Santos (2015); Lima; Ferreira (2015); Martins; Fernandes; Gomes (2017); Gonçalves; Oliveira; Vettori (2017); Nunes; Sá (2017); Freitas; Neto (2017); Habermann; Coelho (2019); Penha (2019); Oliveira; Peixoto (2019); Araújo et al. (2019); Vargas; Lopes (2019);
Interdisciplinar (n=38)	Affonso; Yonezawa (2011); Diana; Amaral (2011); Carrera; Arroio (2011); Lara et al. (2011); Marinho; Giannella; Struchiner (2011); Fogaça; Giordan (2011); Neto; Nunes (2013); Ciannella; Giannella; Struchiner (2013); Camilo; Nunes (2013); Luna; Ferreira (2013); Guimarães; Gonçalves (2013); Almeida; Neto (2015); Ciannella; Struchiner (2015); Freitas; Kalhil (2015); Filho et al. (2015); Mello; Neto (2015); Medina; Braga; Rego (2015); Souza et al. (2015); Dias; Frenedo (2015); Lopes et al. (2015); Araujo et al. (2015); Almeida et al. (2015); Flôres; Silva; Ghedin (2015); Santos; Cleophas (2015); Rosalen (2015); Silva; Cruz (2017); Pedreira; Daniel; Santos (2017); Carolei; Bruno; Cunha-Rocha (2017); Almeida; Nicácio; Correia (2017); Sobreira; Viveiro; d'Abreu (2017); Zanotello; Esturari; Santos (2017); Souza et al. (2017); Merlo; Resstel; Sondermann (2019); Oliveira; Jardim (2019); Monteiro; Gobara (2019); Fernandes; Lima (2019); Martins; Lopes (2019); Possas et al. (2019).

Elaborado pelos Autores

## ANÁLISE GERAL DO CORPUS SELECIONADO

Com base no corpus selecionado foi possível identificar alguns padrões (macroanálise) presentes simultaneamente nos trabalhos de cada área do saber. A primeira tendência observada foi a inserção predominante das tecnologias digitais para práticas pontuais de ensino, ou seja, ações isoladas e, por vezes, adotadas apenas para contemplar uma etapa da pesquisa. Neste contexto, o uso frequente de jogos digitais,

softwares educacionais ou comerciais em intervenções destituídas de uma articulação em torno de um planejamento de ensino maior, deslocam tais tecnologias para um espaço, como já discutido, de simplificação, colocando-as como objetos meramente de suporte.

Outro ponto comum observado foi a repetição de estudos com o intuito de avaliar a eficácia de Sequências Didáticas (SD) que adotam as tecnologias digitais. Consideradas como um conjunto de intervenções e atividades orientadas em torno de um eixo temático comum (BASTOS et al., 2017), as SD foram adotadas sem a devida atenção às variantes contextuais de ensino e como as tecnologias tomam formas distintas de acordo com o público que elas estejam interagindo. Dois exemplos são os trabalhos de Diana e Amaral (2011) sobre o uso da *informática educativa como apoio ao ensino de ciências* e de Araújo et al. (2019) acerca do *uso de um aparato pessoal de interação digital como ferramenta didática em aulas de Física*. Ambas as produções, separadas por 8 anos, convergem sobre o uso da tecnologia como um *apoio* ou *auxílio* para a prática de ensino, esvaziando as ramificações sociais, políticas e culturais que tais tecnologias possuem (HUI, 2020).

É importante compreender ainda o lugar de importância das sequências didáticas, principalmente no que tange ao trato de temáticas complexas ao extrapolar práticas essencialmente conteudísticas (UGALDE; ROWEDER, 2020). Contudo, pensar a prática de ensino juntamente com ações mediadas por tecnologias digitais necessita de um planejamento em sua totalidade (ao longo de um semestre ou ano letivo, por exemplo), ressaltando aqui, mais uma vez, a questão de uma inserção orgânica que reflita as reais necessidades dos discentes quanto a relevância das tecnologias nos espaços de ensino, distanciando-se assim do ingênuo fascínio presente na dualidade *aplicação e eficácia*.

Por fim, cabe destacar também a influência da abordagem CTSA presente no processo de mediação com as tecnologias digitais nos trabalhos verificados majoritariamente na edição de 2019. Essa perspectiva tem como premissa valorizar práticas integradoras com foco, inclusive, na adição de Questões Sociocientíficas (QSC), valendo-se de preceitos tanto inter como transdisciplinares (CONRADO; NUNES-NETO, 2018). Entretanto, tratando-se de uma abordagem que tenta articular quatro áreas distintas, por vezes os artefatos tecnológicos ficam imersos na própria estratégia de ensino em questão, ou seja, diferente de ser usada como apoio *pedagógico*, aqui a tecnologia é diluída em sala de aula como mais uma peça do quebra-cabeça em torno das dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais que sustentam um ensino baseado na CTSA.

Um ponto ainda de destaque é a exclusão, por parte da organização do ENPEC, da categoria de submissão de trabalhos *Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação* (TDIC) em troca da categoria voltada exclusivamente para produções vinculadas ao CTSA. Assim, todos os estudos sobre a relação ensino e tecnologia foram dispersados em outras linhas de pesquisa, sugerindo, portanto, o entendimento de que as tecnologias são apenas adereços que compõem abordagens ou métodos de ensino vistos como mais complexos.

É importante ressaltar que os autores da presente produção acadêmica não culpabilizam a abordagem CTSA ou qualquer outro movimento voltado para a valorização de um ensino crítico e atento às demandas sociocientíficas. Porém, as tecnologias digitais possuem os seus próprios questionamentos complexos perante a atual sociedade cada vez mais plataformizada, portanto como *usá-las* para “promover problemáticas reais [...] que sejam familiares aos alunos” (RIBEIRO; COLHERINHAS; GENOVESE, 2016, p. 38) sem ignorar o fato de não serem dependentes de discussões que envolvam necessariamente as Ciências? Ou sem ignorar as suas repercussões intrínsecas aos usuários humanos?

No que tange à literatura, estudos como de Binatto (2015, p. 16, grifo nosso) já afirmavam que a abordagem CTSA precisa imergir em “discussões que favoreçam uma visão realista da C&T como produto social, fruto da construção humana e, portanto, permeada por valores e contextualizada historicamente”. Essa afirmação corrobora com o posicionamento dos autores do presente estudo ao acreditarem que as tecnologias precisam reproduzir em práticas de ensino, inclusive em torno da abordagem CTSA, que enalteçam todo o conjunto de significados e características do próprio artefato tecnológico.

Por fim, outra perspectiva cada vez mais frequente e que também segue a premissa da abordagem CTSA é o movimento STEAM, que articula diferentes áreas a partir de um método não apenas educacional como também profissionalizante. Foi possível identificar na última edição do ENPEC trabalhos como o de Penha (2019), *como inserir objetos e ferramentas tecnológicas em atividades de investigação: um estudo de caso sobre 'Oficinas de Robótica'*, que também restringem as tecnologias como instrumentos capazes de proporcionar experiências que abordem uma temática de interesse a partir de práticas de ensino consideradas de caráter investigativo.

## INTERFACES DO CORPUS SELECIONADO POR ÁREA

Mesmo que a revisão sistemática tenha apresentado tendências relevantes quanto ao corpus de análise como um todo, ainda assim foi possível apontar similaridades e dissonâncias (microanálises) quanto à forma de emprego das tecnologias digitais em cada uma das áreas que compõem as Ciências da Natureza. Primeiramente, no campo da Química, o total de 12 trabalhos selecionados podem ser divididos em duas categorias que analisam, ora a prática a partir do *uso* das tecnologias digitais em sala de aula, ora a *influência* das mesmas com os sujeitos que compõem os espaços de ensino.

Tais categorias referem-se diretamente aos distintos enfoques dados ao papel dos artefatos tecnológicos adotados nas pesquisas. Ambas tratam as tecnologias como instrumentos, mas enquanto a primeira (voltada especificamente ao uso) fixa a atenção na eficácia da prática de ensino em questão, os trabalhos da segunda categoria analisaram a influência, ou seja, o impacto que as práticas mediadas por tecnologias ocasionaram tanto para o ensino como também para a aprendizagem dos envolvidos.

No trabalho de Silva, Silveira e Queiroz (2017) essa situação é evidenciada. Nessa produção, pautada na produção/uso de vídeos para a resolução de estudos de caso, os autores deslocam a discussão da relação aplicação-eficácia e conteúdos apreendidos para investigar as possibilidades de desenvolver experiências de alfabetização midiática. Pelo menos aqui as tecnologias, mesmo que ainda sejam instrumentalizadas, não são apenas usadas para apresentar ou revisar um conteúdo de Química, mas para além disso, há um cuidado de aproveitar tal experiência prática para aproximar os estudantes de uma vindoura oportunidade de interação mais completa em torno da mídia digital adotada.

Essa discussão em torno das mídias digitais no campo da Química é algo corriqueiro desde o início da década passada. Muitas produções acadêmicas despontaram nesse período, como o estudo de Silva et al. (2019, p. 47), que reafirmam a importância dos professores “usufruírem de tecnologias e mídias digitais em sala de aula, [capazes] de divulgar suas experiências, compartilhando resultados e, se necessário, auxiliando no planejamento e execução de práticas empíricas”. Os autores ratificam que as tecnologias digitais necessitam estar presentes em todas as etapas produtivas de uma intervenção pedagógica. Seja ela uma aula ou sequência didática, o artefato tecnológico precisa fazer parte da reflexão sobre a própria prática, do *planejamento até a execução*.

Para os trabalhos vinculados à Biologia (13 trabalhos) e à Física (20 trabalhos) é possível perceber similaridades entre essas áreas. As produções analisadas de ambos os campos apresentaram o clássico formato de avaliar a prática de ensino a partir do uso pontual das mais variadas tecnologias digitais. Desde a utilização de jogos eletrônicos até aplicativos de celular, tais artefatos são considerados nas obras como *estratégias alternativas* às aulas tradicionais e, por vezes, desvinculando-se de objetivos educacionais ou servindo como revisão a conteúdos, como Eletrodinâmica e Bioquímica.

Em complemento, trabalhos como de Oliveira, Macias e Rodriguez (2013) e de Sobreira, Viveiro e D’Abreu (2017) nos campos da Biologia e da Física, respectivamente, buscaram a partir das tecnologias, ou melhor, das estratégias inovadoras (neste caso realidade aumentada e programação com arduino), elaborar uma prática de ensino pautada nos princípios, por vezes simplificados, da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (AUSUBEL, 1968). Essa situação é comum na literatura quando se atrela o uso de tecnologias,

digitais ou não, como uma tentativa de potencializar o processo de ensino em torno de aprendizagens ditas como inovadoras, significativas e transformadoras.

Acerca desse contexto, Atanzio e Leite (2018, p. 99) desenvolveram uma revisão quanto às TIC e a formação de professores das Ciências da Natureza no período de 2013-2016. Mesmo com um foco voltado à formação docente, portanto diferente do contexto da prática de ensino do presente estudo, os autores reiteraram que “as tecnologias possibilitam mudanças transformadoras no processo de ensino e aprendizagem, mas, mesmo os formadores de futuros professores, ainda encontram dificuldades para inseri-las”. Desta forma, seja na Biologia, Física, ou ainda na Química, as práticas mediadas por tecnologias digitais não devem ser tratadas como soluções transformadoras imediatas, mas paulatinas, respeitando o tempo dos formadores e também de seus aprendizes.

Um ponto ainda de destaque é o trabalho de Flôres, Silva e Ghedin (2015), o único de todo o corpus analisado que possui como foco um estudo acerca da forma como as tecnologias digitais participam do processo de ensino de estudantes com deficiência. Os autores se utilizaram de um Software *Boardmaker* como tecnologia assistiva para estudantes com baixa visão durante aulas de Biologia. Neste caso, o artefato digital funcionou como uma ferramenta de ensino, mas seu *status* ganhou outros contornos, uma vez que o mesmo foi criado para uma função educacional específica. Registra-se aqui a escassez de trabalhos relacionados à educação especial no âmbito das Ciências da Natureza, reafirmando uma lacuna persistente na literatura da área (SILVA; LOPES, 2020).

Por fim, no que tange aos trabalhos vinculados à área interdisciplinar das Ciências da Natureza, a maioria das produções não só seguem com as características instrumentais das suas subáreas, como intensifica a tendência do *uso de tecnologias digitais* como solução para *facilitar ou potencializar* a aprendizagem de variados conteúdos. O estudo de Bulegon, Cristofio e Pretto (2013), por exemplo, sugere o uso de softwares de simulação como recurso pedagógico inovador para o ensino de eletrodinâmica capaz de auxiliar na compreensão de estudantes do Ensino Fundamental.

Mais uma vez ressalta-se aqui que essa não é uma premissa incorreta, mas é preciso refletir sobre em qual contexto esse artefato é passível de uso? O que, para além do conteúdo de eletrodinâmica, os estudantes podem extrair da interação com softwares de simulação? Essas experiências pontuais podem ser replicadas ou se encerram em uma operacionalização específica para o referido estudo?

Esses questionamentos podem ser implementados também para a Química, Biologia e Física, entretanto, no âmbito interdisciplinar a necessidade de estabelecer as tecnologias digitais como partes integrantes do processo de ensino é ainda maior, principalmente diante das singularidades que envolvem os estudantes de níveis de ensino mais básicos, como o Ensino Fundamental I e II. Dessa forma, o trabalho de Carolei, Bruno e Cunha-Rocha (2017) expõe exatamente a importância de compreender as controvérsias entre as concepções das tecnologias digitais, no caso os jogos eletrônicos, como recursos ou estratégias pedagógicas mediadas pelos docentes nos diferentes espaços de ensino. Os autores afirmam ainda que a construção de conhecimento precisa:

superar os limites impostos por modelos conteudistas e comportamentais. Apesar do game, como ator não-humano, ter sua complexidade intrínseca (mecânica), a sua dinâmica só acontece na interação com os alunos/jogadores. Não basta jogar para aprender. Um aprendizado mais complexo vai além do isolamento e treinamento de habilidade (CAROLEI; BRUNO; CUNHA-ROCHA, 2017, p. 10, grifo nosso).

Com base na citação anterior, ratifica-se que não é suficiente para um processo de ensino planejado que as tecnologias sejam apenas ferramentas usadas aleatoriamente, ou seja, não basta jogar, assistir um filme ou interagir com algum software para que seja consumada e, principalmente, garantida a aprendizagem. Como indicado por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018), os protagonistas por detrás do Ensino de Ciências (professores, estudantes e pesquisadores) precisam flexibilizar os componentes da prática pedagógica de forma que as tecnologias contemporâneas, conteúdos e objetivos estejam alinhados, evitando verticalizações, como ocorre na instrumentalização.

Desta forma, a maior parte dos trabalhos analisados reforçam as características instrumentalizadoras das tecnologias digitais no escopo do Ensino das Ciências da Natureza. Contudo, uma parte das produções, voltadas para a mediação através de mídias audiovisuais, estabelecem um diálogo mais profícuo com esse campo do saber.

## OLHARES SOBRE OS ARTEFATOS AUDIOVISUAIS NO ENSINO DAS CIÊNCIAS DA NATUREZA.

Consideradas como algumas das bases do célere processo da Plataformização da Sociedade contemporânea (VAN DIJCK, 2018), as mídias audiovisuais se inserem como uma das ramificações das tecnologias digitais que mais despertam interesse do público consumidor nos últimos anos (HAYES, 2017). Essa situação se deve graças às facilidades de reprodução e compartilhamento de dados, principalmente após o advento das Plataformas de *Streaming*, espaços que vêm ressignificando o formato de interação com produções midiáticas, como os filmes, documentários, séries e a música.

Dentre os 83 trabalhos científicos analisados, foram identificadas 18 produções que buscavam implementar uma prática de ensino mediada pelas mídias audiovisuais. Diferente do que foi apontado nas seções anteriores, as produções analisadas passaram a considerar tais artefatos em parâmetros que superam, em alguns casos, o caráter instrumental. Trabalhos como o de Vargas e Lopes (2019), sobre as possibilidades pedagógicas em torno da narrativa seriada *Black Mirror* (Netflix, 2011-), trouxeram à tona discussões complexas sobre o material apresentado pela própria obra em questão, desenvolvendo práticas de ensino que valorizaram a diversidade de saberes e reflexões sociais em contraponto com abordagens focadas exclusivamente no conteúdo a ser extraído do que está sendo exibido.

Esse recorte realizado estabelece aproximações com outras produções disponíveis na literatura, como os artigos de Machado e Silveira (2020) e de Berk e Rocha (2019) que apresentam discussões mais amplas sobre a adoção de produções audiovisuais no campo do ensino. É válido ressaltar, inclusive, que o trabalho de Machado e Silveira (2020) enaltece o grande enfoque ofertado à abordagem CTSA em práticas de ensino de ciências associadas ao audiovisual, fato que corrobora com os resultados obtidos no presente estudo quando em comparação com as tecnologias digitais. Contudo, ambas as obras desenvolvem suas revisões enaltecendo justamente em suas discussões o perfil utilitarista e instrumental aqui criticado. Essa perspectiva é facilmente identificada, como no seguinte trecho das considerações finais de Berk e Rocha (2019):

Há uma demonstração do potencial dos recursos audiovisuais diante da diversidade de temas, o que representa uma ampla oportunidade para que os docentes se apropriem desse instrumento, enriquecendo sua prática docente e propiciando ao aluno uma nova vertente de compreensão dos conceitos trabalhados (BERK; ROCHA, 2019, p. 85, grifo nosso).

Independente da abordagem educacional adotada, as mídias audiovisuais reservam uma posição de destaque nas intervenções pedagógicas quando superados seus condicionamentos instrumentais e tornaram-se capazes de promover uma complementação simbólica (FREITAS; QUEIRÓS, LACERDA, 2018) daquilo que foi tratado anteriormente em sala de aula. O simbolismo e as narrativas presentes, por exemplo, em obras cinematográficas, traduzem o uso superficial e alegórico dessas mídias, no qual Maestrelli e Ferrari (2006, p. 36) já afirmavam há mais de uma década da necessidade de que “o aluno estabeleça relações, não só entre conhecimentos científicos específicos, mas também entre eles e fatores sociais derivados” dessas obras; ou seja, o processo de instrumentalização também afeta as potencialidades do que o audiovisual pode oferecer.

No corpus analisado, o trabalho de Mello e Neto (2015) é aquele que melhor sintetiza os princípios de uma mediação orgânica das mídias audiovisuais em meio ao Ensino de Ciências. Os autores articulam a linguagem cinematográfica com as possíveis (re)interpretações educacionais derivadas da interação do espectador, neste caso os estudantes, com uma mídia audiovisual *conduzida* pelo próprio docente. É esperado que a exibição deste artefato digital seja a segunda etapa de uma discussão mais ampla realizada com os estudantes, preparando o caminho para o momento de catarse no qual cada espectador consiga extrair da

mídia audiovisual informações que ultrapassem o *conteúdo* e alcance saberes de outras esferas sociais. Os autores ainda afirmam que:

uma unidade cinematográfica, é plástica, uma vez que representa de maneira unívoca a realidade, e maleável ao adquirir um sentido; e estabelece uma inter-relação dialética com o espectador. As expressões afetivas e intelectuais do espectador levam a uma atividade e transformação interna, de modo a construir seu significado (MELLO; NETO, 2015, p 4).

Com base nessa perspectiva é possível apontar que tais produções apresentam as potencialidades que ultrapassam o caráter instrumental que marcou a análise do corpus selecionado, enaltecendo os impactos positivos dessas mídias na própria edificação de cada indivíduo espectador. Um exemplo para este contexto é a produção de Amorim e Silva (2015) que buscou extrair da narrativa seriada *Sherlock Holmes* (BBC, 2010-2017) não apenas conteúdos de Química, mas a relação desses saberes identificados pelos estudantes com experiências do cotidiano retratadas em cada episódio da série.

Em complemento, as mídias audiovisuais podem ser estimuladas ainda como artefatos que passem a figurar em meio ao portfólio dos próprios discentes. De acordo com Junior e Francisco (2020, p. 840), ao invés de se restringir ao consumo de produções pré-concebidas, tais mídias podem ser elaboradas pelos estudantes como o “resultado da ação cognitiva e cultural em que mais importante que o produto (vídeo) é a relação dialética entre o produto e o processo de sua construção, isto é, entre a produção e a percepção do conhecimento”. Desta forma, o processo de experimentação assume um papel importante durante a mediação com as tecnologias digitais ao conceder ao estudante a autoria sobre os diferentes estágios de uma prática formativa em questão.

No campo do Ensino de Ciências, King (1999) afirma que o interesse pelo uso de artefatos baseados no uso de imagens surgiu nas primeiras décadas do Século XX nos Estados Unidos a partir dos primeiros projetores, como o episcópio. Rezende e Struchiner (2009, p. 47) afirmaram que “1913 é o ano em que o primeiro artigo foi publicado sobre este tema [uso do audiovisual] [...] sendo este artigo, escrito por Levier, consistia fundamentalmente em uma lista de escolas que tinham adquirido equipamento cinematográfico para aulas de ciências”. Compreende-se que mesmo diante de uma trajetória já centenária de estudos acerca das possibilidades de implementação das produções audiovisuais é possível perceber, em uma leitura cuidadosa da obra de King (1999), um direcionamento à adoção pontual daquilo que é *diretamente* visualizado em tela.

Entretanto, os benefícios dos artefatos audiovisuais no processo de ensino das Ciências da Natureza não se restringem ao papel de aditivo da exposição oral tradicional. Freitas, Queirós e Lacerda (2018, p. 597) vão além desta concepção apontando que tais artefatos digitais podem permitir “aos alunos utilizarem instrumentos científicos tecnológicos para melhor se expressarem, já que podem estabelecer um novo processo de comunicação, desenvolvido dentro de grupos sociais, locais, que focalizem a discussão expressa na própria obra”. Dessa maneira, conceitos, fórmulas, teorias e caracterizações do mundo científico podem dialogar com as narrativas que transbordam das telas e conduzem o espectador, neste caso os estudantes, a intercruzarem saberes mediados em sala com aqueles que só as construções simbólicas do audiovisual podem oferecer.

Portanto, independente da categoria audiovisual adotada e das possibilidades intertextuais presentes nesses artefatos tecnológicos, o processo de mediação em sala de aula precisa inserir os filmes, séries e vídeos das diferentes mídias digitais sem as amarras da instrumentalização, que podem transformar uma experiência educativa singular em uma completa alegoria, repleta de *novos utensílios pedagógicos*, como apresentado em diversos momentos pelos estudos identificados ao longo desta revisão sistemática.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Questões ligadas à formação inicial/continuada e a carência de infraestrutura capaz de oferecer, principalmente para instituições públicas, possibilidades de imersão orgânica das tecnologias

contemporâneas em suas práticas de ensino, são obstáculos já conhecidos na estrutura educacional de países com investimento reduzido na área, seja por limitações financeiras ou pelo desmanche de instâncias sociopolíticas locais. Contudo, mesmo que inseridos em espaços adequados para interações curriculares e pedagógicas pertinentes para o que tange às potencialidades dos artefatos tecnológicos, o processo de instrumentalização limita as contribuições que tais objetos poderiam ofertar para o ensino.

Esse processo é marca de uma perspectiva educacional utilitarista voltada ao *know-how* do interator (estudante e docente) perante as dificuldades de um ensino articulado com as tecnologias digitais e a par dos riscos, limitações e possibilidades múltiplas quando as mesmas são capazes de interagir com as subjetividades fluidas da sociedade contemporânea, incluso, obviamente, a juventude. As gerações z (entre 2000/10) e *alpha* (nascidos a partir de 2010), representam a vanguarda do corpo discente, tanto na Educação Básica como no Ensino Superior, que vivencia, como demonstrado nos resultados obtidos a partir dos 83 trabalhos científicos analisados na presente pesquisa, uma realidade ainda tímida quanto à interação Humano/Máquina dentro dos muros das instituições.

Essa interação, não se refere apenas ao mero uso de um notebook ou celular, pois a operacionalização dos artefatos tecnológicos, situação compreensível diante das circunstâncias limitadoras já citadas, ainda assim esvazia as tramas que sustentam essas interfaces digitais. É fundamental que seja compreendido que a concepção de interatividade permeada pela juventude contemporânea é baseada também em mudanças nos hábitos, no consumo, na edificação de identidades e, principalmente, na forma como essas últimas são externalizadas através das inúmeras redes sociais disponíveis.

Foi apresentada tanto uma base conceitual como histórico-filosófica capaz de embasar os resultados obtidos através da revisão sistemática realizada. É possível afirmar que a condução dos estudos em torno da relação entre as tecnologias contemporâneas, como as digitais, e o Ensino de Ciências ainda se mantêm enraizados em valores essencialmente instrumentais. Seja através de tecnologias como meros recursos laboratoriais em práticas experimentais de Química ou Biologia, seja através de atividades dentro do escopo do movimento STEAM na área da Física, é perceptível a valorização do utilitarismo e da tentativa de avaliação da eficácia desses artefatos ao invés de incluí-los como partes relevantes do próprio processo de ensino/aprendizagem em sala de aula.

Mesmo com os trabalhos imersos no campo integrativo e interdisciplinar do Ensino de Ciências, esses são ainda mais limitados pelo viés operacional por se tratar de grupos de estudantes inseridos majoritariamente no Ensino Fundamental II. Esse ponto mostra que tais tendências de operacionalização das tecnologias emergem desde as etapas mais básicas da educação no país. Contudo, as mídias audiovisuais, antes mesmo de sua intensificação através do *streaming*, já apresentavam experiências interessantes que tratavam tais tecnologias de forma mais orgânica na mediação em espaços formativos.

Por isso, seja nas Ciências da Natureza, que já possui seus entraves paradigmáticos e conceituais, ou nos demais campos do saber, os artefatos tecnológicos e suas mídias derivadas precisam ser entendidas como interfaces complexas, comuns ao cotidiano de uma parcela de estudantes como ao imaginário de muitos outros. As expectativas quanto à inserção desses artefatos digitais nos espaços de ensino/aprendizagem tornam ainda mais injusta a tarefa do docente que tanto é cobrado e se vê obrigado a buscar na literatura *inovações* idealizadas, muitas vezes, em sequências didáticas generalizadoras.

É necessário observar as tecnologias digitais como artefatos passíveis de oferecer gradualmente, dentro de um planejamento de uma práxis organizada, condições para que o corpo estudantil visualize não só de forma funcional os conteúdos de Química, Biologia e Física, como também os próprios potenciais transformadores que as tecnologias contemporâneas podem proporcionar, desde que em diálogo direto com a vida humana contemporânea e que estejam voltados para além dos muros dos espaços de ensino.

## REFERÊNCIAS

- AMORIM, Gustavo; SILVA, João. Há Química em Sherlock Holmes? Investigando a aprendizagem de alunos com o uso de cinema. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 9., 2013, Águas de Lindóia.
- ARAÚJO, Carla; JARDIM, Maria; GONÇALVES, Além; ALVES, Diego; BORGES, Katia; SANTOS, Ana. O uso de um “aparato pessoal de interação digital” como ferramenta didática em aulas de Física. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 12., 2019, Natal.
- ATANAZIO, Alessandra; LEITE, Álvaro. Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e a Formação de Professores: tendências de pesquisa. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 23, n. 2, 2018.
- AUSUBEL, David. *Educational Psychology: Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.
- AZEVEDO, Daniela; SILVEIRA, Aleph; LOPES, Carla; AMARAL, Ludmila; GOULART, Ilsa; MARTINS, Ronei. Letramento digital: uma reflexão sobre o mito dos “Nativos Digitais”. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 16, n. 2, p. 615-625, 2018.
- BASTOS, Mariana; SILVA-PIRES, Felipe; FREITAS, Carlos; TRAJANO, Valéria. A utilização de sequências didáticas em biologia: revisão de artigos publicados de 2000 a 2016. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 11., p. 1-11, 2017.
- BERK, Amanda; ROCHA, Marcelo. O uso de recursos audiovisuais no ensino de ciências: uma análise em periódicos da área. *Revista Contexto & Educação*, v. 34, n. 107, p. 72-87, 2019.
- BINATTO, Priscila. *Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na Formação Reflexiva de Futuros Professores de Biologia: possibilidades, desafios e contribuições*. 2015. 151f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Jequié, 2015.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução FNDE nº 55, de 19 de outubro de 2011. Estabelece os critérios e os procedimentos para a participação das Instituições Federais de Ensino Superior na implementação do Programa Disseminação de Tecnologias Educacionais. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, 21/10/2011, p. 1-3. Brasília, DF.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução n. 2, de 01 de julho de 2015. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior e para a formação continuada. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, 02/07/2015, p. 1-16. Brasília, DF.
- BRASIL. Ministério da Educação. Portaria n. 343, de 17 de março de 2020. Dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais enquanto durar a situação de pandemia do Novo Coronavírus - COVID-19. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, 18/03/2020, p. 39. Brasília, DF.
- BRUZZI, Demerval. Uso da tecnologia na educação, da história à realidade atual. *Revista Polyphonia*, v. 27, n. 1, p. 475-483, 2016.
- BULEGON, Ana; CRISTOFIO, Paulo; PRETTO, Valdir. O uso de uma simulação para auxiliar a compreensão de conceitos de eletrodinâmica nos anos iniciais do Ensino Fundamental. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 9., 2013, Águas de Lindóia.
- CAROLEI, Paula; BRUNO, Gabriel; CUNHA-ROCHA, Natália. Controvérsias entre recurso e estratégia pedagógica no discurso sobre a adoção de jogos eletrônicos no ensino de ciências. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 11., 2017, Florianópolis.
- CHAVES, Eduardo. Tecnologia na educação. *Encyclopaedia of Philosophy of Education*, Published eletronicly at, p. 14, 1999.
- CONRADO, Dália; NUNES-NETO, Nei. *Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas*. Salvador: Edufba, 2018.
- D’ANDRÉA, Carlos. Cartografando controvérsias com as plataformas digitais: apontamentos teórico-metodológicos. *Galáxia (São Paulo)*, n. 38, p. 28-39, 2018.
- DIANA, Juliana; AMARAL, Marília. A informática educativa como apoio ao ensino de ciências: uma abordagem com foco nos alunos. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8., 2011, Campinas.

- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José; PERNAMBUCO, Marta. Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2018.
- FAIRCLOUGH, Norman. Discurso e mudança social. Brasília: UnB, 2016.
- FLÔRES, Aparecida; SILVA, Josias; GHEDIN, Evandro. Software Boardmaker para o ensino de ciências de alunos com baixa visão. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 10., 2015, Águas de Lindóia.
- FREITAS, Victor; QUEIRÓS, Wellington; LACERDA, Níli. Audiovisuais como temática de pesquisa em periódicos brasileiros de educação em ciências. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 35, n. 2, p. 592-633, 2018.
- HAYES, Adam. The State of Video Marketing 2017. HUBSPOT, 2017.
- HUI, Yuk. Tecnodiversidade. São Paulo: Ubu Editora, 2020.
- JUNIOR, Wilmo; FRANCISCO, Welington. Vídeos amadores de experimentos produzidos por estudantes: possibilidades para avaliação da aprendizagem. Revista de Ensino de Ciências e Matemática v. 11, n.6, p. 838-855, 2020.
- KING, Kenneth. The Motion Picture in Science Education: One Hundred Percent Efficiency. Journal of Science Education and Technology, v. 8, p. 211-226, 1999.
- KLEIN, Danieli; CANEVESI, Fernanda; FEIX, Angela; GRESELE, Jizéli; WILHELM, Elizane. Tecnologia na Educação: evolução histórica e aplicação nos diferentes níveis de ensino. Revista da Educação da UNIPAR, v. 20, n. 2, 2020.
- LEMONS, André. Epistemologia da comunicação, neomaterialismo e cultura digital. Galáxia (São Paulo), n. 43, p. 54-66, 2020.
- LOPES, David; ALMEIDA, Rosiléia. Percepções sobre limites e possibilidades para adoção da interdisciplinaridade na formação de professores de ciências. Investigações em Ensino de Ciências, v. 24, n. 2, p. 137-162, 2019.
- MACHADO, Camila; SILVEIRA, Rosemari. Interfaces Entre Cinema, Ciência e Ensino: uma revisão sistemática de literatura. Pro-Posições, v. 31, p. 1-31, 2020.
- MAESTRELLI, Sylvia; FERRARI, Nadir. O óleo de Lorenzo: o uso do cinema para contextualizar o ensino de genética e discutir a construção do conhecimento científico. Genét. Escola, v. 1, n. 2, p. 35-39, 2006.
- MELLO, Rodrigo; NETO, Waldmir. Cinema e Educação: Diálogos entre a Linguagem Cinematográfica e o Ensino de Ciências. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 10., 2015, Águas de Lindóia.
- NOTARE, Márcia; BASSO, Marcus. Gênese Instrumental Pessoal e Conceitos Matemáticos em Processo de Criação com o GeoGebra. Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 15, n. 2, 2017.
- OLIVEIRA, Alline; MACIAS, Leila; RODRIGUEZ, Rita. A Aprendizagem Significativa da frutificação utilizando como recurso modelos tridimensionais construídos com a tecnologia da Realidade Aumentada. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 9., 2013, Águas de Lindóia.
- PAVAN, Gerson; SCHEIFELE, Alexandre. O Uso das Tecnologias no Ensino de Ciências. Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE. Cadernos PDE, v. 1, 2016.
- PENHA, Sidnei. Como inserir objetos e ferramentas tecnológicas em atividades de investigação: um estudo de caso sobre "Oficinas de Robótica". In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 12., 2019, Natal.
- PETRINA, Stephen. Sidney Pressey and the automation of education, 1924-1934. Technology and Culture, v. 45, n. 2, p. 305-330, 2004.
- QUANDT, Thorsten; FRISCHLICH, Lena; BOBERG, Svenja; SCHATTO - ECKRODT, Tim. Fake news. The international encyclopedia of Journalism Studies, p. 1-6, 2019.
- RABARDEL, Pierre. Les hommes et les Technologies: approche cognitive des instruments contemporains. Paris: Armand Colin, 1995.
- REZENDE, Luiz; STRUCHINER, Miriam. Uma Proposta Pedagógica para Produção e Utilização de Materiais Audiovisuais no Ensino de Ciências: análise de um vídeo sobre entomologia. Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 2, n. 1, p. 45-66, 2009.

- RIBEIRO, Thiago; COLHERINHAS, Guilherme; GENOVESE, Luiz. O Estudo de temas tecnológicos na educação CTSA: uma experiência de alfabetização científica e tecnológica no ensino médio. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 7, n. 1, p. 38-58, 2016.
- SANTOS, Verônica; ZANOTELLO, Marcelo. Ensino de Ciências e Recursos Tecnológicos nos Anos Iniciais da Educação Básica. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, p. 683-708, 2019.
- SCHNEIDER, Henrique; SANTOS, Jacques; SANTOS, Vinicius. *Cultura juvenil, dependência digital e contingência*. 2020.
- SILVA, Danyele; LOPES, David. Panorama da Literatura nas Ciências Naturais e na Biologia Acerca de Experiências Formativas Para a Inclusão de Estudantes com Deficiência Visual no Brasil. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 3, n. 2, p. 625-724, 2020.
- SILVA, Erasmo; SILVEIRA, Arieli; QUEIROZ, Saete. Resolução de um estudo de caso no formato de vídeos: possibilidades para a alfabetização midiática e informacional. In: *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 11., 2017, Florianópolis.
- SILVA, Maurício; ZOTTI, Katiele; REHFELDT, Márcia; MARCHI, Miriam. O uso de mídias digitais, associados ao ambiente virtual de ensino e de aprendizagem, no ensino de química: explorando a radioatividade por meio da educação a distância. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v.12, n. 2, p. 37-52, 2019.
- SKINNER, Frederic. *Tecnologia do Ensino*. São Paulo: Edusp, 1972.
- SOBREIRA, Elaine; VIVEIRO, Alessandra; D'ABREU, João. Programação com Arduino para estudo do tema energia nos anos iniciais do Ensino Fundamental. In: *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 11., 2017, Florianópolis.
- TELES, Nuno; CALDAS, José. Tecnologia e trabalho no século XXI: uma proposta de abordagem. *Cadernos do Observatório*, n. 12, p. 1-35, 2019.
- UGALDE, Maria; ROWEDER, Charlys. Sequência didática: uma proposta metodológica de ensino-aprendizagem. *Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico*, v. 6, p. 1-12, 2020.
- VAN DIJCK, José; POELL, Thomas; WAAL, Martijn. *The platform society: Public values in a connective world*. Londres: Oxford University Press, 2018.
- VARGAS, João; LOPES, Letícia. Possibilidades pedagógicas para o Ensino de Ciências: uma análise de Black Mirror. In: *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 12., 2019, Natal.
- YAMAMOTO, Daniel. *A Tributação dos Serviços Over-The-Top*. 69f. Monografia, Bacharelado em Direito, Faculdade de Direito da Universidade Federal do Paraná, 2018.
- YIN, Robert. *Pesquisa qualitativa do início ao fim*. Porto Alegre: Penso Editora, 2016.

## NOTAS

- [1] As referências completas do corpus analisado estão disponíveis em arquivo PDF a partir do link: [https://drive.google.com/file/d/1\\_8vgbEfWfCuzOoe-rk1KkCW617fv7EO9/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1_8vgbEfWfCuzOoe-rk1KkCW617fv7EO9/view?usp=sharing).

## LIGAÇÃO ALTERNATIVE

<https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/2911/1564> (pdf)