


## Letramento científico e literacia no ensino da física para a inclusão tecnológica

### Scientific literacy and literacy in physics teaching for technological inclusion

**Kleber Saldanha Siqueira**   
Universidade Federal de Alagoas  
kleber.siqueira@cedu.ufal.br

#### RESUMO

Diversas pesquisas relacionadas com o Ensino das Ciências buscam investigar o papel da Educação Científica na formação de sujeitos capazes de compreender e utilizar, de forma satisfatória, as principais tecnologias digitais de informação e comunicação, hoje imprescindíveis na sociedade informacional. Diante desta realidade, a inclusão destes sujeitos no mundo digital, reflete importantes prerrogativas educacionais abarcadas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) no tocante à instrumentalização digital na construção do conhecimento. Assim, considerando a importância do letramento científico e da literacia no processo de apropriação substantiva da Física na sociedade tecnológica, este artigo tem por objetivo refletir acerca deste fenômeno como elemento basilar na compreensão dos estudantes do Ensino Médio sobre as tecnologias empregadas nos setores de comunicação e informação, dado o impacto destes setores na vida cotidiana. Para isso, foi realizado um estudo bibliográfico de cunho narrativo, através dos principais repositórios acadêmicos de acesso livre, periódicos especializados, bancos de teses e dissertações, reunindo trabalhos publicados nas últimas duas décadas, permitindo analisar o impacto destas tecnologias de informação e comunicação na literacia e letramento científico destacando sua evolução ao longo do período analisado. Percebe-se que existe forte relação entre estes elementos e a utilização racional destas tecnologias e que a apropriação desses meios depende fortemente do domínio científico demonstrado pelo estudante.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sociedade; Ensino; Tecnologia; Ciências; Digitalização.

#### ABSTRACT

*Research related to Science Teaching seeks to investigate the role of Science Education in the formation of learners able to understand and use, in a satisfactory way, the main digital technologies of information and communication, today essential in the informational society. Faced with this reality, the inclusion of these subjects in the digital world reflects important educational prerogatives covered by the BNCC regarding to digital instrumentalization in the construction of knowledge. Thus, considering the importance of scientific literacy and literacy in the process of strong appropriation of Physics in the technological society, this article aims to reflect on this phenomenon as a basic element in the understanding of high school students about the technologies used in the sectors of communication and information, given the impact of these sectors on everyday life. For this, a bibliographic study based on narrative principles was carried out, through the main open access on academic repositories, specialized journals, banks of theses and dissertations, bringing together works published in the last two decades, allowing to analyze the impact of this information and communication technologies on literacy and scientific literacy highlighting its evolution over the studied period. It is noticed that there is a strong relationship between these elements and the rational use of these technologies and the appropriation of these means that it strongly depends on the scientific understanding demonstrated by the student.*

**KEYWORDS:** Society; Teaching; Technology; Sciences; Digitization.

## INTRODUÇÃO

Uma das funções da escolarização é tornar o estudante capaz de desenvolver habilidades e competências para o exercício social e intelectual, possibilitando o desenvolvimento cognitivo e a inserção no mundo tecnológico (GONÇALVES; FARIA FILHO, 2021). Nas últimas décadas, a tecnologia digital vem firmando-se como instrumento basilar nos inúmeros setores da sociedade, reconduzindo práticas e relações entre os sujeitos (CABRAL FILHO, 2006). Diante deste cenário, os setores de comunicação e informação absorveram de forma ampla as várias possibilidades tecnológicas proporcionadas pela física dos materiais semicondutores, pela eletrônica digital e, por conseguinte, pela microeletrônica, levando ao desenvolvimento dos dispositivos móveis de comunicação (NÉRIS JÚNIOR; FUCIDJI; GOMES, 2014).

Assim, atualmente, conhecer a física atrelada ao funcionamento destas tecnologias representa importante missão pedagógica no ensino da física, com o objetivo de fortalecer a educação para a ciência e para a tecnologia, e ao mesmo tempo formar cidadãos capazes de reconhecer os princípios físicos que explicam o funcionamento de dispositivos eletrônicos, conectando a ciência com o cotidiano (RIBEIRO, 2013). Conhecer os aspectos conceituais da física dos dispositivos semicondutores e seu impacto na sociedade, como também os princípios básicos da propagação de ondas eletromagnéticas e seus modernos desdobramentos, fruto de pesquisas contemporâneas, reflete a preocupação de formar usuários conscientes e transformadores na sociedade tecnológica (CATARINO; QUEIROZ; ARAÚJO, 2013).

Dessa forma, este artigo tem por objetivo refletir acerca do letramento científico e da literacia como elementos preponderantes para a educação tecnológica e utilização consciente das atuais tecnologias de informação e comunicação, presentes e indissociáveis no contexto social. Para isso, foi realizado um estudo bibliográfico qualitativo de caráter narrativo, reunindo pesquisas realizadas nas últimas duas décadas, disponíveis nos principais repositórios acadêmicos de acesso livre, permitindo visualizar a crescente evolução destas tecnologias nos vários setores da sociedade, ao mesmo tempo identificando a necessidade da literacia e do letramento científico para a inserção dos egressos do Ensino Médio na sociedade.

Este artigo encontra-se dividido em cinco seções, introduzindo inicialmente as motivações e objetivos que impulsionam esta pesquisa e o processo metodológico, na seção um, enfatizando os fundamentos da pesquisa bibliográfica narrativa. Na seção dois reunimos os aspectos pedagógicos do letramento científico, destacando sua importância no contexto escolar contemporâneo para a compreensão dos fenômenos naturais e dos processos tecnológicos. As relações entre sociedade e tecnologia são discutidas na seção três, destacando

a forte influência do desenvolvimento tecnológico científico nos valores e condutas da sociedade atual. A apropriação consciente da tecnologia é discutida na seção quatro, relacionando este uso com o letramento científico dos estudantes do Ensino Médio. Na seção cinco, são apresentadas as conclusões, baseadas nas reflexões desenvolvidas nas seções anteriores, permitindo novas discussões e pesquisas. O artigo finaliza com a lista de referências utilizadas na fundamentação deste trabalho. É importante frisar que esta pesquisa particulariza as tecnologias da informação e comunicação como elemento central de discussão, considerando a importância destas no contexto funcional e aplicabilidade na vida do cidadão moderno. Diferentes tecnologias impactam a sociedade atual, cada qual fundamentada em princípios, conceitos e leis físicas, no entanto, optou-se por esta delimitação, face à extensão do espectro tecnológico a ser abordado.

## **1. CARACTERIZAÇÃO METODOLÓGICA**

A construção racional do conhecimento requer método próprio, fundamentado em técnicas condizentes com o fazer científico. Para Barros e Lehfeld (2007):

[...] a ciência é um procedimento metódico, cujo objetivo é conhecer e interpretar a realidade, intervindo nela e tendo como diretriz problemas formulados que sustentem regras e ações adequadas à constituição do conhecimento (BARROS; LEHFELD, 2007, p. 67).

Diante disso, o ferramental científico deve ser congruente e estar alinhado com os propósitos delimitados pela pesquisa. Assim, neste artigo, a pesquisa bibliográfica qualitativa, de cunho narrativo, foi escolhida como método crítico-reflexivo para abordar os aspectos teóricos relacionados ao letramento digital como condição para a apropriação tecnológica.

De forma geral, a pesquisa bibliográfica qualitativa narrativa busca a compreensão e reflexão de determinado fenômeno por parte do pesquisador, que assume papel analítico diante dos dados coletados. Galvão e Pereira (2014, p. 183) já mencionavam as pesquisas bibliográficas narrativas na formulação do trabalho científico, destacando que “essas são amplas e trazem informações gerais sobre o tema em questão, sendo comuns em livros-texto”.

Assim, por meio dos referenciais bibliográficos reunidos, é possível abordar certo fenômeno, inédito, considerando pesquisas científicas afins, em curto espaço de tempo; dispensando a aplicação de ferramentas de coleta de dados, uma vez que os referenciais adotados já dispõem de resultados consolidados. A escolha deste método deve-se ao expressivo

número de pesquisas e trabalhos disponíveis nos principais portais de acesso livre, SciELO<sup>1</sup>, Periódicos CAPES<sup>2</sup>, Google Scholar<sup>3</sup> e Web of Science<sup>4</sup>, como também em periódicos e repositórios de teses, dissertações e monografias, de institutos e universidades federais, gerando ampla base de dados.

## 2. LETRAMENTO CIENTÍFICO E LITERACIA

O Ensino das ciências tem por premissa capacitar o estudante a compreender os fenômenos naturais sob os aspectos físico, químico e biológico, permitindo reconhecer estes fenômenos no nosso dia a dia ou em situações complexas do próprio universo (TEIXEIRA, 2019). Tal compreensão é importante para o sujeito, pois, por meio da apropriação correta dos conceitos e princípios das ciências da natureza, é possível interagir com as várias formas de tecnologia disponíveis nos diferentes cenários da nossa vida (SILVEIRA; BAZZO, 2009). A educação científica cumpre esta missão de capacitar o estudante a compreender o mundo ao seu entorno, sendo o letramento científico uma das habilidades desenvolvidas pelo Ensino das Ciências. Reconhecer o papel da ciência, seus métodos característicos e seus impactos na sociedade, representa o primeiro passo para a compreensão do fazer científico.

Nesse ponto, devemos diferenciar o letramento científico da alfabetização científica, destacando que a primeira, refere-se à apropriação consciente dos aspectos, conceitos e princípios das diferentes ciências na interpretação do mundo e seus fenômenos. Tal letramento tende a desenvolver-se por longo período, estando envolvido nos vários contextos da vida do sujeito. Para Muri (2017) apud Almeida, Guarda e Rocha (2021, p. 3) “o conceito de letramento é muito mais amplo do que a noção histórica de alfabetização, por ser sua aquisição algo que ocorre ao longo da vida em todas as situações de aprendizagem e em todos os espaços sociais”. A alfabetização remete ao processo anterior ao letramento, caracterizado pela apropriação das primeiras habilidades relacionadas à percepção científica, sendo o letramento a capacidade de identificar, interpretar e inter-relacionar conceitos, levando à explicação assertiva de determinado fenômeno.

A preocupação com um currículo escolar voltado para o letramento científico não é recente, remontando à década de 1960. Vieira (2007, p. 100) já pontuava tal preocupação,

---

<sup>1</sup> Disponível em: <https://www.scielo.br/>

<sup>2</sup> Disponível em: <https://www.periodicos.capes.gov.br/>

<sup>3</sup> Disponível em: <https://scholar.google.com/>

<sup>4</sup> Disponível em: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search>

resgatando as principais iniciativas educacionais norte americanas nesta época apresentando a definição de letramento, dada pela National Science Teachers Association of United States - NSTAUS, a qual, definiu que:

[...] um cidadão cientificamente literato, é aquele que usa os conceitos científicos, competências processuais e valores para tomar decisões do dia-a-dia, ao interagir com outras pessoas e com o seu ambiente [e que] compreende a inter-relação entre ciência, tecnologia e outras facetas da sociedade, incluindo o desenvolvimento social e económico (NSTAUS, 1971 apud VIEIRA, 2007, p. 100).

Acompanhando este movimento, a literacia científica, consiste na capacidade do sujeito selecionar, ler e compreender textos de divulgação científica, resgatando os conceitos físicos, químicos e biológicos por trás do texto analisado. Nesse sentido, segundo Morais e Kolinsky (2016) pode-se diferenciar três tipos de letrados, considerando a capacidade de cada um de ler e escrever textos. O letrado reprodutivo consiste no sujeito capaz de utilizar sua capacidade de leitura e escrita para aprender ou transmitir, de forma oral ou escrita, seu aprendizado oriundo das leituras realizadas. Neste caso, há aprendizado e replicação das informações aprendidas. Já os letrados inventivos são capazes não só de aprender e reproduzir, mas de criar, a partir de suas reflexões, considerando a leitura realizada, novos textos informacionais. O último e mais raro tipo de letrado, segundo estes autores, o letrado transformador é aquele capaz de estabelecer novas maneiras de conceber, conceitualizar, modelando o mundo e nós mesmos a partir do seu conhecimento.

Dessa forma, devemos pensar no letramento científico, não apenas do ponto de vista informativo ou observacional, onde o sujeito limita-se à observação de fenômenos, demonstrando capacidade de compreensão racional. O letramento científico vai além desta percepção, agregando habilidades e competências diversas e necessárias para a aquisição e compartilhamento de informações. Para Tenreiro-Vieira e Vieira (2013, p. 166), “a literacia científica tem sido apontada e reconhecida como a meta primeira da educação em ciências na escola”. Essa necessidade corrobora com os fundamentos da própria educação científica atual, que busca a formação e instrumentalização de sujeitos críticos no cenário científico, sendo estes capazes de debater sob o prisma racional, questões de relevância para a sociedade, principalmente temas planetários (relacionados à presença do homem no planeta), o desenvolvimento tecnológico e seus impactos sociais. É possível então, criar propostas educativas capazes de desenvolver os princípios das ciências naturais, ao mesmo tempo implementar estratégias de literacia, com o estudo de textos de divulgação científica, nas aulas de física, química e biologia, ou até mesmo artigos publicados em periódicos, com ênfase na

estrutura textual, propósito e tema discutido, tornando estes materiais elementos didáticos no cotidiano escolar.

Dessa forma, para a efetivação do letramento e da literacia científica, a escola deve possuir um currículo especificamente voltado para tal formação (NIZ; TEZANI; OJA-PERSICHETO, 2020). No Ensino Médio, este currículo além de fornecer subsídios mínimos para o protagonismo científico, deve colaborar para a inserção do jovem na sociedade tecnológica, revelando a ciência como produto humano não acabado, de relevante importância tecnológica. Outrossim, sendo a sociedade atual permeada pelas tecnologias da informação e comunicação, a apropriação de tais tecnologias, mediadoras no processo de inclusão e exercício cidadão daqueles que ingressam na sociedade, ganha destaque resignificando o conceito de participação e inclusão social (ALONSO; FERNEDA; SANTANA, 2010). Assim, o letramento científico e a literacia permitem a formação científica consciente, ao mesmo tempo colaborando para a formação de cidadão tecnologicamente inclusos e participativos no cenário social.

### **3. SOCIEDADE, MATERIAIS SEMICONDUTORES E COMUNICAÇÃO MODERNA**

As atuais tecnologias da informação e comunicação, presentes em escala global, devem seu patamar tecnológico e sofisticação ao desenvolvimento dos dispositivos eletrônicos semicondutores, sendo o silício (Si) matéria prima básica para sua fabricação, fruto de estudos e pesquisas relacionadas à física do estado sólido; ramo da Física Moderna surgido na primeira metade do século XX (PESSOA, 2020).

Com o domínio científico e tecnológico dos processos de fabricação destes dispositivos, representados majoritariamente pelo diodo semicondutor, pelo transistor e atualmente pelos circuitos integrados (CIs), a Engenharia Eletrônica passou por modificações definitivas em seu modo sistemático de conceber projetos, impactando outros setores da engenharia, como a computação, as telecomunicações, a automação industrial, a pesquisa aeroespacial e militar (SANTOS; VARRICHIO, 2019).

Com o domínio da física destes materiais, foi possível reduzir drasticamente o tamanho dos computadores utilizados entre as décadas de 50 e 60, que podiam ocupar salas inteiras, dependendo da sua capacidade de processamento e armazenamento de informações. Nos anos 70, surgiram os primeiros computadores e *softwares* de uso doméstico como o Kenbak-1, um pequeno console capaz de realizar operações lógicas acionado por chaves, possuindo lâmpadas que sinalizam instruções para seu usuário. Como este console não possuía um processador como

os computadores atuais, seu circuito principal era formado por uma cadeia de CIs que gerenciavam todo o seu funcionamento. Com o progressivo desenvolvimento da microeletrônica, surgiram os processadores, tornando possível melhorar o desempenho de máquina dos computadores, resultando em um progressivo e rápido avanço, culminando nos modernos computadores, notebooks e smartphones.

Diante desta assombrosa evolução, a sociedade tem reconfigurado sua maneira de viver, principalmente através da conectividade em tempo real possibilitada pelas tecnologias comunicacionais modernas, capazes de transportar grandes volumes de informação (WERTHEIN, 2000). Esta eficiência, resultado das características eletrodinâmicas dos materiais semicondutores e das tecnologias secundárias agregadas, reflete o papel decisivo da Física na pesquisa aplicada, sendo a sociedade a principal receptora de seus resultados (HEBERLÊ, 2016). A partir desta realidade, percebe-se a indissociabilidade entre sociedade e ciência, esta primeira influenciando de forma direta os paradigmas científicos, desconstruindo a ideia de ciência isenta ou neutra. A sociedade é alicerçada em valores, muitos destes ligados às práticas econômicas, o que impulsiona o desenvolvimento tecnológico e as novas relações entre os sujeitos sociais.

Tamanha influência dos semicondutores na sociedade, o vale do silício, região estadunidense localizada na baía de São Francisco, estado da Califórnia, polo que reúne as mais importantes empresas do setor tecnológico mundial, tem concentrado esforços em pesquisas voltadas para o desenvolvimento de novos materiais capazes de melhorar o desempenho dos componentes semicondutores atuais (muitas destas pesquisas envolvem a utilização do grafeno<sup>5</sup>, como possível substituto do silício) e o processo de miniaturização de circuitos, este último, em pesquisas recentes, já alcançado a escala atômica (GANZERT; MARTINELLI, 2009). Tal avanço tende a impactar mais ainda a sociedade gerando a manutenção progressiva dos processos tecnológicos, restabelecendo o modo pelo qual a sociedade enxerga o mundo e a si própria, e um contínuo aprimoramento de valores, ideias, condutas e relações.

Tamanho o volume de informações compartilhado pela sociedade digital, empresas de tecnologia da informação tem investido em pesquisas para o melhoramento da conectividade global, sendo a tecnologia 5G fruto das pesquisas recentes. A transmissão de dados, desde os primeiros sistemas de radiodifusão operados no início do século XX, até os dias atuais, baseia-se na teoria das ondas eletromagnéticas, a qual vem acompanhando o aperfeiçoamento dos dispositivos de comunicação. Esta tecnologia deriva da popular tecnologia 4G, utilizada nos

---

<sup>5</sup> Material constituído por átomos de carbono dispostos num plano monoatômico com propriedades mecânicas, ópticas e elétricas singulares, quando comparado com a maioria dos materiais utilizados na indústria.

vários ambientes e setores da sociedade, conectando usuários, tornado possível a comunicação mundial. Diante do ininterrupto aumento do número de usuários, a tecnologia 5G representa inevitável incremento tecnológico na sociedade, o que para Oliveira (2022):

Em uma década de smartphones e computadores cada vez mais sofisticados, fica claro que as pessoas continuarão aumentando não só a quantidade desses dispositivos como também a quantidade de conteúdo/dados móveis que consomem, impulsionados pelos vídeos, jogos e resoluções mais altas (OLIVEIRA, 2022, p. 22).

Ainda segundo Oliveira (2022), espera-se que o número atual de 15 bilhões de usuários conectados aumente para 20 bilhões em 2025. Tal acréscimo revela a necessidade de tecnologias capazes de suportar intenso e volumoso tráfego de dados, sendo o 5G a resposta imediata para esta demanda. Sendo possível aumentar o tráfego de informações sobre o globo terrestre, a sociedade tem a chance de experienciar novas formas de relações, ao mesmo tempo melhorar processos ligados aos setores funcionais da sociedade, refletindo o pensamento de Filho (2009) pontuando que a “conectividade em qualquer hora e de qualquer lugar e acesso a informações é um desejo de todo ser humano e isso já é parte do nosso cotidiano”.

Como sujeito social, o ser humano precisa compreender seu lugar no mundo e sua influência no construto relacional, ao mesmo tempo reconhecer e ser usuário consciente das tecnologias averiguando seus benefícios e pontos negativos. Dominar as concepções científicas por trás das tecnologias da informação e comunicação é papel instrucional da Física na atualidade, para a formação de sujeitos capazes de transformar a realidade. Reconhecer o impacto da tecnologia dos materiais semicondutores na eletrônica, no avanço humano, ao mesmo tempo entender a dinâmica de surgimento de novas tecnologias como a 5G, reverbera o aprendizado substantivo, consciente e transformador; esteio da educação científica moderna.

#### **4. TECNOLOGIA E APROPRIAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO MÉDIO**

Os materiais semicondutores, diferem da maioria dos componentes eletrônicos por sua capacidade ativa de funcionamento, ou seja, o dispositivo apresenta resposta funcional a partir dos sinais de entrada fornecidos (tensão, corrente e temperatura) (GRAY; SEARLE, 1977). Isso os distingue dos chamados componentes passivos (resistores, capacitores, transformadores, bobinas etc.), os quais não apresentam tal resposta ‘inteligente’. No Ensino Médio, especificamente no 3º ano, o estudante adquire suas primeiras noções sobre eletricidade, aprendendo os fundamentos da eletrostática, os conceitos de campo elétrico, potencial elétrico e trabalho da força elétrica, culminando com o estudo da eletrodinâmica, onde passa a conhecer



os componentes passivos, anteriormente citados, desenvolvendo técnicas de análise de circuitos, baseadas nas Leis de Ohm e Kirchhoff (SIQUEIRA, 2022).

Dominando a teoria de circuitos, o estudante é capaz de reconhecer, dimensionar e solucionar problemas práticos do dia a dia, envolvendo equipamentos elétricos domésticos e a rede de distribuição elétrica residencial. No entanto, os fenômenos elétricos e a análise de circuitos vão além do estudo dos componentes passivos, sendo este a base para estudos posteriores voltados para o comportamento semicondutor (SIQUEIRA, 2022). Assim, o estudo do diodo e do transistor, e dos circuitos básicos formados por estes componentes, reflete a necessidade de um currículo moderno para a Física, que leve o estudante a entender as tecnologias digitais de forma precisa (COELHO et al., 2011). O diodo<sup>6</sup> nada mais é do que um componente formado pela junção de dois materiais semicondutores com propriedades físico-químicas distintas, um material ‘rico’ em elétrons, denotado de material tipo N, e outro com baixa concentração de elétrons, denotado de material tipo P.

Este desequilíbrio de elétrons confere ao diodo suas propriedades elétricas semicondutoras, as quais vão depender da concentração de elétrons em ambos os materiais N e P. Esta concentração é controlada através de técnicas de dopagem, onde um elemento químico extrínseco é inserido na rede molecular do silício gerando excesso ou falta de elétrons na rede (STUPELMAN; FILARETOV, 1976). Dadas as propriedades dos materiais, o diodo passa a conduzir corrente elétrica num dado sentido, quando o polo positivo e negativo da fonte de tensão (uma bateria ou pilha, por exemplo) são conectados, respectivamente, aos materiais tipo P e N do diodo, estando este, nesta configuração, polarizado diretamente. Ao contrário, na polarização inversa, os polos positivo e negativo da fonte de tensão não coincidem com os terminais P e N, estando o diodo em corte, bloqueado assim a passagem da corrente elétrica.

Este fenômeno, explicado de forma simplificada, é a base da eletrônica digital, que se fundamenta na construção de circuitos lógicos capazes de processar informações através de operações bem definidas. Para a constituição destes circuitos, o transistor<sup>7</sup> desempenha função precípua, sendo um componente derivado do diodo, capaz de amplificar sinais elétricos, gerar circuitos chaveados e lógicos programáveis (HOROWITZ, 1998). A reunião de diodos, transistores, resistores, capacitores, indutores, transformadores etc., miniaturizados, formam os circuitos integrados, mencionados na seção anterior; pequenos, dotados de vários terminais e capazes de desempenhar funções complexas no universo digital. Assim, para o estudante do terceiro ano do Ensino Médio, conhecedor das bases da química, estudada nas séries anteriores,

---

<sup>6</sup> Componente de dois terminais capaz de conduzir eletricidade de forma unidirecional.

<sup>7</sup> Componente eletrônico semicondutor de três terminais do tipo PNP ou NPN.

e dos fundamentos da eletrodinâmica, compreender o funcionamento de circuitos formados por componentes semicondutores, permite localizá-lo no mundo das tecnologias emergentes através do letramento e literacia científica.

A concepção eletrônica dos dispositivos móveis de informação e comunicação reside nas possibilidades digitais. Componentes passivos, em geral robustos, de pouco alcance na recepção e tratamento de informações, tornam-se obsoletos, sendo os dispositivos semicondutores o núcleo dos projetos em eletrônica (BOYLESTAD; NASHELSKY, 2013).

Assim, o estudante, deve ser capaz de identificar e compreender a gênese da eletrônica digital, suas relações com tecnologias imediatamente anteriores e saber resolver pequenos problemas relacionados aos circuitos eletrônicos digitais, resgatando seus conhecimentos prévios em Química e análise de circuitos, para uma apropriação concreta desta tecnologia, ao mesmo tempo examinar de forma concreta, abstraindo informações de textos científicos voltados para tal discussão. Sendo capaz de praticar tais habilidades e competências, o estudante passa a ser um usuário consciente destes recursos, reconhecendo sua importância e dimensão, sendo capaz de refletir sobre as vantagens, desvantagens; desenvolvendo juízo de valor a partir do seu lugar como sujeito integrante da sociedade.

Diante disso, advogamos a elaboração de um currículo escolar que contemple os avanços tecnológicos atuais da eletrônica, ampliando a compreensão científica do estudante do Ensino Médio; sendo este indubitavelmente nativo e letrado digital. O professor de Física tem a oportunidade de elaborar projetos, atividades e oficinas voltadas para o estudo dos semicondutores, uma vez que o Novo Ensino Médio abarca laboratórios, disciplinas eletivas e outras possibilidades curriculares voltadas para a vida exterior à escola, valorizando o protagonismo, a reflexão e o ensino para a construção cidadã, à luz do conhecimento científico. Existe a possibilidade, fundamentada nos textos normativos da BNCC, dos PCN e PCN+, do ensino da física dos semicondutores no Ensino Médio, corroborando um ensino voltado para a compreensão do mundo e conseqüente inclusão tecnológica. Para a BNCC o estudante deve ser capaz de:

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (BRASIL, 2018, p. 553).

Seguindo este pensamento, o estudo da mecânica ondulatória encontra suporte e significado diante das atuais tecnologias de transmissão de dados. Baseado em princípios

cinemáticos básicos como velocidade, frequência, período e fenômenos ondulatórios como reflexão, refração, interferência, difração e polarização, o estudo do comportamento ondulatório passa a ter relação com as modernas técnicas de comunicação digital. Nesse sentido, os PCN destacam que o estudante deve:

[...] identificar diferentes tipos de radiações presentes na vida cotidiana, reconhecendo sua sistematização no espectro eletromagnético (das ondas de rádio aos raios  $\gamma$ ) e sua utilização através das tecnologias a elas associadas (radar, rádio, forno de micro-ondas, tomografia etc.) (BRASIL, 2000).

Para este estudo, o comportamento das ondas eletromagnéticas desempenha importante papel contextualizador, permitindo abordar na sala de aula questões atuais como a tecnologia 5G, citada na seção anterior. Outrossim, este tema de relevância para a sociedade digital, suscita discussões e reflexões em outros campos do saber como a geografia crítica, a sociologia, a filosofia e história.

Isso possibilita a implementação de atividades interdisciplinares, fortalecendo a desfragmentação do ensino e as práticas integradoras. Na Física, a tecnologia 5G permite explorar de forma profunda os princípios da ondulatória, problematizando para o estudante os imperativos que levam ao desenvolvimento de pesquisas, técnicas e instrumentos voltados para a melhoria da comunicação global. No Brasil, a tecnologia 5G aproxima-se da implementação. A Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) determinou as faixas de 2,3 a 3,5 GHz exclusivamente para esta tecnologia, diferindo em intensidade da tecnologia 4G cuja frequência não ultrapassa 700MHz. Assim, quanto maior a frequência do sinal, maior a capacidade de transferência de informações, apesar disso, o sinal eletromagnético da tecnologia 5G possui menor alcance, podendo ser difratado facilmente por construções e outros obstáculos comuns. Para sanar este problema, as empresas responsáveis pela tecnologia estão aumentando o número de antenas repetidoras de sinal, evitando assim problemas de transmissão.

Desde a concepção até os problemas técnicos de implementação desta tecnologia, o professor tem a chance de abordar inúmeros conceitos físicos importantes, ‘desmistificando’ a tecnologia 5G, agregando estratégias pedagógicas por meio do dialogismo associado à resolução de problemas tecnológicos; uma das características da Física. Assim, além de conscientizar os estudantes do Ensino Médio acerca das novas possibilidades tecnológicas, muitas vezes envoltas em polêmicas e confusões científicas, é possível inter-relacionar, teoria, vida real e inclusão tecnológica, uma vez que o estudante compreende, a partir de resultados científicos o funcionamento e importância desta nova forma de transmitir dados, consequentemente reforçando sua aprendizagem em ciências.

## 5. CONCLUSÃO

Considerando o referencial bibliográfico adotado e as reflexões subsequentes, concluímos que, para a compreensão científica das tecnologias da informação e comunicação, voltadas para o uso consciente e emancipador pelos estudantes do Ensino Médio, é fundamental que estes sejam letrados cientificamente, enxergando a ciência como um instrumento metódico alinhado com os imperativos da sociedade e suas demandas por novas tecnologias. Ao mesmo tempo, concluímos que a literacia científica é preponderante para que estes sujeitos sejam capazes de ampliar seu aprendizado em ciências, desenvolvendo capacidade crítica e reflexiva diante das informações presentes em textos ou vinculadas a outros canais. Concluímos que o ensino da física deve primar pelo protagonismo, centrado na discussão de temas modernos com impacto na vida cotidiana do estudante, com ênfase no dialogismo.

Verifica-se a viabilidade de estudos voltados para o comportamento semicondutor no Ensino Médio a partir dos conhecimentos de Química e eletricidade agregados pelos estudantes, considerando as peculiaridades e semelhanças entre os temas. Tal estudo conduz à compreensão funcional dos dispositivos de comunicação, hoje popularizados e de fácil alcance. Semelhantemente o estudo das propriedades das ondas eletromagnéticas, além de ganhar significado a partir da apresentação e discussão das novas tecnologias de transmissão de informações, fortalece o aprendizado crítico, capacitando o estudante a reconhecer os benefícios e malefícios destas tecnologias, considerando fatores intervenientes como os impactos ambientais, sociais e econômicos produzidos por estes recursos. Corroborando com este cenário, o novo formato do Ensino Médio tende a facilitar esta perspectiva didática.

É possível para o professor de Física, desenvolver atividades que contemplem mais de uma disciplina, rompendo com a prática pedagógica fragmentada, explorando a ciência de forma estratégica com a participação de outras áreas do conhecimento, numa perspectiva integradora onde o conhecimento adquire significado e extensão para o estudante. A partir das discussões propostas nesta pesquisa, temas como a física dos semicondutores e a tecnologia 5G representam importantes temas geradores permitindo adensar conhecimentos prévios, fomentando o uso consciente das modernas tecnologias que tem reconfigurado o modo de vida da sociedade. Podemos concluir também que o letramento e a literacia científica, além de representarem a base da educação científica, são elementos basilares na apropriação consciente das tecnologias da informação e comunicação paralelamente contribuindo para a formação de cidadãos capazes de reconhecer a importância destes meios na dinâmica social contemporânea.

As reflexões produzidas nesta pesquisa não visam esgotar as discussões sobre tecnologia e sociedade no Ensino Médio, apresentando contornos específicos, objetivando suscitar práticas diferenciadas no ensino da física através da discussão de temas atuais de impacto coletivo, considerando as diversas interações do jovem com o mundo tecnológico. Sendo assim, esta pesquisa cumpre seu objeto de adensar discussões no campo do Ensino em Ciências, contribuindo para novas práticas direcionadas ao ensino da Física para a aprendizagem tecnológica.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. R.; GUARDA, E. A.; ROCHA, S. M. **Literacia científica: a importância da formação de competências para a popularização e percepção pública de CT&I**, Revista de Educação Ciência e Tecnologia, Porto Alegre, v.10, n.1, p. 1-20, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/4902>. Acesso em: 28 jan. 2023.
- ALONSO, L. B. N.; FERNEDA, E.; SANTANA, G. P. **Inclusão digital e inclusão social: contribuições teóricas e metodológicas**, Revista Barbarói. Santa Cruz do Sul, v. 14, n. 32, p. 154-177, 2010. Disponível em: [http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-65782010000100010](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-65782010000100010). Acesso em: 28 jan. 2023.
- BARROS, A. J. S.; LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos da metodologia científica**, 3a Edição, São Paulo, Pearson, 2007.
- BOYLESTAD, R. L. NASHELSKY, L. **Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos**, Ed. Pearson, São Paulo, 2013.
- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf). Acesso em: 31 jan. 2023.
- BRASIL, **Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2023.
- CABRAL, A. V. F. **Sociedade e tecnologia digital: entre incluir ou ser incluída**, Liinc em Revista, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 110-119, 2006. Disponível em: <https://revista.ibict.br/liinc/article/download/3103/2797/7215>. Acesso em: 27 jan. 2023.
- CATARINO, G. F. C.; QUEIROZ, G. R. P. C.; ARAÚJO, R. M. X. **Dialogismo, ensino de física e sociedade: do currículo à prática pedagógica**, Revista Ciência e Educação, Bauru, v. 19, n. 2, p. 307-322, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/n4SdXZHBHKP9b58GQrtrC4v/?lang=pt>. Acesso em: 27 jan. 2023.

COELHO, I. J. S.; CARVALHO, S. B. F.; FARIAS, G. M.; SILVA, P. J. D. **Trabalhando o conceito de dispositivos semicondutores em eletrônica analógica através de uma estratégia de projeto para fontes reguladas**. In: Anais XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia [Artigo publicado], Blumenau - SC, 2011. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/8/sexoestec/art1707.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2023.

FILHO, A. M. S. **Conectividade e Informação: O mundo em suas mãos (3)**. Revista Espaço Acadêmico, Maringá, v. 9, n. 98, p. 13-14, 2009. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/EspacoAcademico/article/view/7534>. Acesso em: 29 jan. 2023.

GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. **Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração**, Revista Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília, v. 23, n. 1, p. 183-184, 2014. Disponível em: [http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1679-49742014000100018](http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742014000100018). Acesso em: 27 jan. 2023.

GONÇALVES, I. A.; FARIA, L. M. F. **Tecnologias e educação escolar: a escola pode ser contemporânea do seu tempo?** Revista Educação e Sociedade, Campinas, v. 42, n. 19, p. 1-14, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/es/a/9R9PBy6R5MnBYbxpJbVW78h/>. Acesso em: 27 jan. 2023.

GANZERT, C. C.; MARTINELLI, D. P. **Transferência de Conhecimento em Sistemas Regionais de Inovação: a Perspectiva do Caso do Vale do Silício Californiano**, Revista Interações, Campo Grande, v. 10, n. 2, p. 149-158, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/inter/a/zByg7HspzSrvRpJxMtGpB8z/?lang=pt>. Acesso em: 29 jan. 2023.

GRAY, P. E. SEARLE, C. L. **Princípio de Eletrônica**, vol. 1, Ed. Livros Técnicos e Científicos S.A. Rio de Janeiro, 1977.

HEBERLÊ, A. **Elementos sobre a relação entre ciência e sociedade**, Revista Expressa Extensão. Pelotas, v. 21, n. 2, p. 66-84, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/expressaextensao/article/download/10041/7050>. Acesso em: 29 jan. 2023.

HOROWITZ, P. HILL, W. **The Art Electronics**, Ed. Cambridge Press, Boston, 1998.

MORAIS, J.; KOLINSKY, R. **Literacia científica: leitura e produção de textos científicos**, Educar em Revista, Curitiba, v. 45, n. 62, p. 143-162, 2016. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/educar/article/view/48025/29852>, Acesso em: 28 jan. 2023.

NERIS, C. N. J.; FUCIDJI, J. R.; GOMES, R. **Trajetórias tecnológicas da indústria de telefonia móvel: um exame prospectivo de tecnologias emergentes**, Revista, Economia e Sociedade, Campinas, v. 23, n. 2 (51), p. 395-431, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ecos/a/xLX4ZnNfTHbBTBJ9VqHLJmB/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 27 jan. 2023.

NIZ, C. A. F.; T. C. R. TEZANI, T.; PERSICHETO, A. J. O. A. **Alfabetização e letramento científico na base nacional comum curricular (BNCC): refletindo sobre os anos iniciais do ensino fundamental**. Revista Communitas, São Paulo, v. 4, n. 8, p. 250-263, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/COMMUNITAS/article/view/4401>. Acesso em: 28 jan. 2023.

OLIVEIRA, J. M. N. R. **Utilização da Tecnologia 5G nos Avanços das Redes Elétricas Inteligentes**, 2022, 58f. Monografia (Graduação) - Graduação em Engenharia Elétrica - UNESP, Primavera- Rosana, 2022. Cap. 6. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/217010/oliveira\\_jmnr\\_tcc\\_rosa.pdf?sequence=7&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/217010/oliveira_jmnr_tcc_rosa.pdf?sequence=7&isAllowed=y). Acesso em: 29 jan. 2023.

PESSOA, F. N. **Desafios da formação inicial docente para uso das TDIC na educação básica**, Revista Regrad, Marília, v. 13, n. 3, p 31-47, 2020. Disponível em: <https://revista.univem.edu.br/REGRAD/article/view/2996/930>. Acesso em: 29 jan. 2023.

RIBEIRO, W. S. **Semicondutores: um panorama geral com ênfase na purificação do silício**, 2013, 44f. Monografia (Graduação) - Licenciatura em Física da Faculdade de Educação e Meio Ambiente FAEMA, Ariquemes, 2013. Cap. 5. Disponível em: <https://repositorio.faema.edu.br/bitstream/123456789/445/1/RIBEIRO%2C%20W.%20S.%20-%20SEMICONDUCTORES..%20UM%20PANORAMA%20GERAL%20COM%20%20C3%8A%20NFASE%20NA%20PURIFICA%20%20C3%87%20C3%83O%20DO%20SIL%20C3%8DCIO.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2023.

SANTOS, N. P.; VARRICHIO, P. C. **Política de inovação em semicondutores no Brasil: uma discussão sobre a experiência do Ceitec**, Revista Tecnologia e Sociedade, Curitiba, v. 15, n. 36, p. 1-19, 2019. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/download/8345/6035>. Acesso em: 29 jan. 2023.

SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. **Ciência, tecnologia e suas relações sociais: a percepção de geradores de tecnologia e suas implicações na educação tecnológica**, Revista Ciência e Educação, Ponta Grossa, v. 15, n. 3, p. 681-694, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/mzxknTRyQvxGrsQbSNwXgHt/>. Acesso em: 28 jan. 2023.

SIQUEIRA, K. S. **Uma proposta de sequência didática para o ensino da física de materiais semicondutores**, 2022, 281f, Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física). Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2022. Cap. 7. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/123456789/9051>. Acesso em: 31 jan. 2023.

STUPELMAN, V. FILARETOV, G. **Semiconductor Devices**, Ed. MIR Moscow, 1976.

TEIXEIRA, O. P. B. **A Ciência, a Natureza da Ciência e o Ensino de Ciências**, Revista Ciência e Educação, Bauru, v. 25, n. 4, p. 851-854, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/G3WCvDQG8WmSskJWfVJtHRB/?lang=pt>. Acesso em: 28 jan. 2023.

TENREIRO-VIEIRA, C.; VIEIRA, R. M. **Literacia e pensamento crítico: um referencial para a educação em ciências e em matemática**, Revista Brasileira de Educação, Rio de Janeiro, v. 18, n. 52, p. 163-242, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/GMVMV8cdGj8F4PDTdnpjxgm/?lang=pt>. Acesso em: 28 jan. 2023.

VIEIRA, N. **Literacia científica e educação de ciência. Dois objectivos para a mesma aula**, Revista Lusófona de Educação, Lisboa, v. 14, n. 10, p. 97-108, 2007. Disponível em: <https://revistas.ulusofona.pt/index.php/rleducacao/article/view/636/531>. Acesso em: 28 jan. 2023.

WERTHEIN, J. **A sociedade da informação e seus desafios**, Revista Ciência e Informação, Brasília, v. 29, n. 2, p. 71-77, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ci/a/rmmLFLlYsjPrkNrbkrK7VF/?lang=pt>. Acesso em: 29 jan. 2023.