

# ENSINO DE FÍSICA POR MEIO DO TELEFONE CELULAR<sup>1</sup>

PHYSICS TEACHING BY CELL PHONE  
ENSEÑANZA DE FÍSICA POR CELLULAR

Antônio Neto<sup>2</sup>  
Adevailton Bernardo dos Santos<sup>3</sup>

**Resumo:** Atualmente é notória a presença do telefone celular no contexto social, educacional e também em poder dos jovens, apesar dele ser objeto de discussões controversas em relação à sua inserção na escola. Este trabalho tem por objetivo investigar um caminho pedagógico, associado à disciplina de Física, considerando o uso do telefone celular como estratégia de contextualização e interdisciplinaridade dos conhecimentos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais (CTSA). O cenário a ser relatado envolve uma pesquisa realizada a partir das atividades de uma sequência didática, que possui como temática principal o uso do celular e envolve textos, vídeos, propostas de atividades práticas, uso de hiper mídias e exercícios. Os resultados apontaram que o uso do telefone celular, em uma abordagem CTSA, fez que os estudantes ampliassem o entendimento dos conhecimentos da Física e indicaram fatores que justificam a possibilidade de seu uso no ambiente escolar.

**Palavras-chave:** Ensino Médio. CTSA. Ondulatória.

**Abstract:** Currently there is a noticeable presence of the cell phone on the social and educational contexts and also among young people, despite it being the subject of controversial discussions in regards to its insertion in schools. This work has the objective to investigate a pedagogical path, in association to Physics, that considers the use of the cell phone as a strategy of contextualization and interdisciplinarity of scientific, technological, social and environmental knowledge (STSE). The context that will be reported involves a research stemming from an educational sequence that has as the main subject the use of the cell phone, and involves texts, videos, proposed hands-on activities and the use of hypermedia and exercises. The results suggest that the use of the cell phone, under a STSE approach, made students expand their comprehension of the knowledge of Physics and indicates factors that justify its use on the school environment.

**Key-words:** Teaching and learning. Teaching practices. STSE.

**Resumen:** Actualmente, la presencia del teléfono celular en el contexto social, educativo y también en manos de los jóvenes es notoria, a pesar del hecho de que es objeto de debates controvertidos con respecto a su inserción en la escuela. Este trabajo tiene como objetivo investigar un camino pedagógico, asociado con la disciplina de la física, considerando el uso del teléfono celular como una estrategia de contextualización e interdisciplinaria para el conocimiento científico, tecnológico, social y ambiental (CTSA). El contexto a informar implica la investigación llevada a cabo a partir de las actividades de una secuencia didáctica que tiene el uso de los teléfonos celulares como su tema principal, e involucra textos, videos, propuestas de actividades prácticas, uso de hipermedia y ejercicios. Los resultados sugieren que el uso del teléfono celular, bajo un enfoque CTSA, hizo que los estudiantes ampliaran su comprensión del conocimiento de la Física e indican factores que justifican las posibilidades de su uso en el entorno escolar.

**Palabras clave:** Enseñanza y aprendizaje. Prácticas docentes. CTSA.

<sup>1</sup> Este artigo é uma síntese da dissertação de mestrado intitulada: Sequência Didática para o ensino e aprendizagem de oscilações e ondas por meio do estudo do telefone celular com enfoque CTSA, apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia.

<sup>2</sup> Mestre em Ensino de Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática - Mestrado Profissional da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil [netospot@gmail.com](mailto:netospot@gmail.com). <https://orcid.org/0000-0003-4750-2924>.

<sup>3</sup> Professor do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-3918-4201>

## Introdução

Um número significativo de pesquisas enfatiza a presença do telefone celular no contexto social e em poder dos jovens. Dentre elas, destacam-se os dados da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL, 2018), ao apontar que o número de linhas móveis em janeiro de 2018 foi de 236,2 milhões, número superior ao da estimativa da população brasileira para o mesmo período que, segundo a agência de notícias Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), é de 207,7 milhões de habitantes. Reforça esse fato também o Comitê Gestor da Internet no Brasil – CGI.br (2016), ao destacar a tendência de aumento do uso do telefone celular, tanto para a realização de atividades gerais quanto de atividades pedagógicas. Em 2016 51% dos alunos da rede pública afirmaram utilizar o celular em atividades para a escola, a pedido do professor (CGI.br, 2016).

Vê-se, ao analisar esses dados, que uma mudança social se processa, sobretudo na forma com a qual lidamos com a informação e isso, muitas vezes, se reflete no planejamento das atividades em sala de aula. Nesse panorama e ao considerar as potencialidades do enfoque Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente (CTSA) na conjuntura educacional, torna-se possível associar o telefone celular, enquanto artefato tecnológico, às propostas educacionais para o ensino e aprendizagem de Física. A relevância de se considerar a abordagem CTSA é reforçada por uma de suas principais características que, segundo Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007), consiste na importância de discutir com os alunos os avanços da ciência e tecnologia, suas causas, consequências, os interesses econômicos e políticos, de forma contextualizada, concebendo a ciência como

fruto da criação humana.

Este artigo trata de uma alternativa para o ensino de Física, que considera o uso do telefone celular como recurso didático. O objetivo deste trabalho foi investigar um caminho pedagógico, com o uso desse dispositivo, para integrar de forma contextualizada e interdisciplinar a educação, ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. A proposta consistiu em vincular esse aparelho a vários aspectos da vida humana, considerados relevantes para a formação do estudante.

Para alcançar o objetivo proposto, uma pesquisa foi realizada, utilizando atividades pertencentes a uma sequência didática (SD) desenvolvida com base no telefone celular, em uma perspectiva apoiada na abordagem CTSA e na metodologia dos 3 momentos pedagógicos (3MP). A SD foi proposta em quatro partes: a) a primeira, centrada em atividades que envolvem a desmontagem de aparelhos celulares para descrever componentes e materiais predominantes na fabricação do aparelho; b) em um segundo momento, as atividades buscaram discutir relações de pertinência entre cultura e tecnologia, valendo-se de textos, música e filme; c) na terceira parte foram apresentados os parâmetros fundamentais de uma onda, conteúdo tipicamente presente nos cursos de oscilações e ondas do ensino médio, os quais buscamos relacioná-los ao funcionamento de um telefone celular, para fins de comunicação; d) na quarta parte, as atividades giraram em torno da interpretação do significado de cor em física e sua inter-relação com a Arte. Concluindo a SD, foi proposta uma avaliação final, de modo a sintetizar os conhecimentos abordados por meio da elaboração de um texto dissertativo.

A justificativa deste trabalho encontra

fundamento nos registros de Lima, Bassani e Barbosa (2014) - ao pontuar que é preciso considerar, no ambiente educacional, as potencialidades de interação e cooperação das ferramentas da *web 2.0*, acessadas por meio de Tecnologias de Informação e Comunicação Móveis Sem Fio (TIMS) - e também de Moura (2009), que amplia esse contexto, ao destacar que o acesso aos conteúdos multimídia deixou de estar limitado a um computador pessoal e estendeu-se também às tecnologias móveis (telemóvel, PDA, *Pocket PC*, *Tablet PC*, *Netbook*).

No trabalho desenvolvido e aqui relatado, o grupo de estudantes que participou das atividades, utilizou o telefone celular com fins didáticos, conforme ressalva do parágrafo único do projeto de lei 3.486/2008 (BRASIL, 2009), que permite o uso de aparelhos eletrônicos portáteis nas salas de aula para fins pedagógicos. O ambiente da pesquisa foi uma escola pública da rede estadual de Minas Gerais e a SD foi desenvolvida e implementada em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio, no período noturno, constituída de jovens com idades entre 15 e 23 anos, cuja maioria trabalhava em horário comercial, conforme foi identificado em questionário preliminar de qualificação dos estudantes. Foi constatado também que eles utilizavam o telefone celular em atividades como ouvir música, assistir vídeos, acessar redes sociais, armazenar e enviar arquivos, como também para se comunicarem entre si, incluindo troca de mensagens relacionadas às atividades escolares.

## Referencial teórico

Fatores como a contínua evolução e o barateamento dos dispositivos tecnológicos,

especialmente do telefone celular, bem como sua popularidade entre os estudantes, dentro e fora do ambiente escolar, fazem do mesmo um representante das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) que abre novas possibilidades de ensino.

O telefone evoluiu gradativamente, incorporando outros aparelhos e funcionalidades, a exemplo de PDA's, *Palms* para visualização e edição de documentos, câmeras digitais, mp3 *players*, GPS, *Modem USB* e *Bluetooth* (MORIMOTO, 2009, p.12). Dessa convergência tecnológica deriva, portanto, um aparelho com grande potencial para presença em sala de aula.

O que se observa a respeito do telefone celular, é que mesmo possuindo expressiva potencialidade de uso no ambiente educacional, em boa parte das escolas de Ensino Básico, seu uso é restrito e talvez até devido a uma espécie de convenção social (SACCOL; SCHELEMMER; BARBOSA, 2011, p.30). Todavia, tais práticas restritivas precisam ser discutidas à luz dos indicativos de tantas pesquisas sobre a pertinência e viabilidade do celular no universo educativo. Tratam de aplicações do telefone celular no ensino de física, os trabalhos de Vieira e Lara (2013), Vieira; Lara e Amaral (2014), Fernandes *et al.* (2016), Ribas (2012), Almeida (2013), Nogueira e Padilha (2014) e Moura (2009).

O principal aporte teórico para a realização deste trabalho foi o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade e Ambiente (CTSA). A educação influenciada pelos estudos em CTSA se expandiu desde a década de setenta, e no contexto brasileiro, um relevante alicerce para a implementação das perspectivas CTSA na educação encontra-se nas abordagens freireanas (AULER, 2007; ROSO *et al.*, 2015).

Segundo Santos e Mortimer (2000), o

## objetivo da educação CTS no ensino médio

“é desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões” (SANTOS; MORTIMER, 2000, p. 114).

Para esses autores, o elemento curricular da ciência deve se opor ao mito do cientificismo, relacionado à autonomização da razão científica. A discussão de aspectos econômicos, políticos, sociais e filosóficos serve para ampliar o significado de ciências ao permitir, por exemplo, que estudantes possam tomar decisões sobre qual produto consumir, e ao fazê-lo, considerar as consequências ambientais e econômicas e não somente a qualidade e finalidade dos produtos.

O segundo elemento curricular, a tecnologia, deverá ser considerada também em um cenário mais amplo, pois sua estrita relação com a ciência possibilita a influência sobre as atividades e o comportamento humano. A discussão de aspectos éticos e das decisões que permeiam o desenvolvimento tecnológico deve transcender explicações técnicas de funcionamento desse tipo de artefato e dar subsídio para o debate sobre o uso e os impactos de novas tecnologias.

Já o elemento curricular sociedade perpassa por diversas ações, como a inclusão do aluno em grupos sociais organizados que viabilizem as discussões de temas de relevância social como forma de estímulo à democracia, bem como sobre o poder do consumidor em influenciar o mercado. As temáticas sociais a serem selecionadas para discussão podem ser orientadas, segundo

Paulo Freire, com a metodologia de temas geradores (SANTOS; MORTIMER, 2000, p. 119).

Optamos pela designação CTSA em detrimento de CTS, uma vez que a temática ambiental, segundo Santos (2007), já estava presente nas propostas iniciais do movimento CTS da década de 1970, sendo que Angotti e Auth (2001) fazem uma defesa importante da incorporação da temática ambiental no conjunto das temáticas ciência, tecnologia e sociedade dentro do ambiente escolar. Esse movimento faz com que a sigla CTS evolua para CTSA.

Em oposição ao ensino nacional - com forte presença de metodologias tradicionais, no qual o livro didático assume uma função curricular, que às vezes reforça a fragmentação dos conteúdos e não faz contextualizações - a perspectiva CTSA viabiliza ressignificações de conceitos de temas a serem ensinados em diversas áreas e, neste caso específico, associado à disciplina de Física. O telefone celular, como tema gerador de estudos, pode fundamentar a perspectiva contextualizada da ciência e tecnologia ao questionar e discutir características de seu funcionamento e de seu uso. Além disso, seu consumo e descarte permite problematizar como esse aparelho é produzido e inserido no contexto social e cultural, podendo inclusive enfatizar os possíveis impactos ambientais.

Ao citar aspectos relevantes da abordagem CTSA e ao considerar a popularidade que o telefone celular tem, em especial na vida dos alunos, Ricardo (2007) faz a seguinte constatação:

O mundo moderno é cada vez mais artificial, no sentido de intervenção humana, e há uma crescente necessidade por conhecimentos científicos e tecnológicos para a

tomada de decisões comuns, individuais ou coletivas, ainda que nem sempre essa influência seja percebida claramente por todos. Os jovens, em particular, interagem constantemente com novos hábitos de consumo que são reflexos diretos da tecnologia atual. Paradoxalmente, não recebem na escola uma formação para a ciência e a tecnologia que vá além da informação e de relações meramente ilustrativas ou motivacionais entre esses campos de saberes. Mesmo quando há inovações, que buscam aproximar os alunos do funcionamento das coisas e das questões tecnológicas, ainda ficam ausentes outras dimensões do mundo artificial e da compreensão da sua relação com a vida diária (RICARDO, 2007, p.1).

É justificável, portanto, conceber uma abordagem do enfoque CTSA no ensino de Física. Esse possível processo de ensino e aprendizagem pode permitir ao professor desenvolver com os estudantes, competências de um currículo voltado para a formação crítica e reflexiva para ambos os sujeitos. E ainda permite ao aluno compreender a ciência como uma produção humana contextualizada e indissociável das relações sociais.

Para tornar operacionais a adoção do telefone celular como um objeto de estudo e investigação e manter as características peculiares do enfoque CTSA, os três momentos pedagógicos (3MP) podem servir de dinâmica para a construção da prática educativa. Há diversos pontos de convergência entre a perspectiva CTSA e os 3MP, principalmente quando se observam as possíveis contextualizações que emergem do uso de aparelhos tecnológicos como base de temas geradores para discussões, pesquisas e motivação para desencadear os processos de

ensino e aprendizagem.

A dinâmica dos 3MP, citada em um primeiro momento por Delizoicov (1982, 1983), permite a transposição da concepção de educação de Paulo Freire para o espaço da educação formal (MUENCHEN, 2014) e possui as características que trataremos a seguir.

O primeiro momento dessa dinâmica é denominado problematização inicial. Nele, são apresentadas questões e/ou situações para discussão com os alunos. É desejável que essas situações estejam ligadas ao que o aluno conhece, para que assim possa externar seus conhecimentos primários para fomentar os diálogos em sala de aula. Objetiva-se estabelecer relações entre o conteúdo a se apresentar ao aluno e situações reais que eles conhecem e presenciam, mas que ainda não dispõem de conhecimentos científicos suficientes para interpretá-las total ou corretamente (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1995, p.54).

Posteriormente à problematização tem-se a organização do conhecimento, na qual é proposto um estudo sistemático dos conteúdos, de forma a propiciar aos alunos o contato com outras interpretações e explicações para situações e fenômenos apresentados. Para melhor compreensão do que se trata esse momento, Pernambuco (1993, p.34) expõe o seguinte:

Uma segunda fase ou momento é o de cumprir as expectativas: é quando, percebendo quais as superações, informações, habilidades necessárias para dar conta das questões inicialmente apresentadas, o professor ou educador propõe atividades que permitam a sua conquista. Aqui predomina a fala do organizador. Apesar de não se perder de vista a fala do outro, o que orienta essa etapa é a tentativa de propiciar os

saltos que não poderiam ser dados sem o conhecimento do qual o organizador é portador. É o momento da organização do conhecimento (OC) (PERNAMBUCO, 1993, p.34).

Finalmente, o terceiro momento pedagógico, a aplicação do conhecimento, integra as contribuições do professor e do aluno para uma perspectiva ampla de interpretações que se iniciam com as situações, fenômenos e/ou questões iniciais propostas pelo professor, e também outras que são distintas das iniciais, mas que são explicadas pelo mesmo corpo de conhecimentos.

### **Descrição e aplicação da sequência didática**

A sequência didática foi aplicada a uma turma do ensino médio do período noturno de uma escola da rede pública estadual. O material perfazia um total de quatro módulos e uma avaliação em forma de produção textual e a maioria das atividades foram planejadas para serem realizadas em grupos de cinco alunos, aproximadamente. A implementação da SD ocorreu durante o terceiro bimestre de 2016, durante as aulas de Física, cuja frequência era de duas aulas semanais.

Antes de iniciarmos a aplicação do material produzido, utilizamos a primeira aula do bimestre para explicar toda a dinâmica e ouvir as dúvidas dos estudantes da turma. Foram fornecidas explicações sobre o termo que precisariam assinar, enquanto sujeitos da pesquisa, e que o anonimato de todos os dados estaria assegurado. Foi explicado também que, em conversa preliminar com a direção escolar, tínhamos o apoio dessa iniciativa do professor, por se tratar de um procedimento

complementar ao que exigia o planejamento escolar da disciplina; que as atividades seriam executadas em grupos, organizados de acordo com a afinidade entre eles; e que haveria uma avaliação bimestral com uma produção textual, em detrimento do formato de simulado, tradicionalmente realizado pela coordenação e equipe docente da escola.

O primeiro módulo, aplicado em dois dias, foi denominado *Por dentro do celular* e constituído por três atividades: desmontagem de um aparelho celular fornecido pelo professor e já em desuso, problematizações sobre como os alunos usavam e descartavam produtos eletrônicos, e a exibição e comentários sobre reportagens vinculadas na mídia sobre a reciclagem do lixo eletrônico e seus impactos na saúde e no meio ambiente. A realização dessas atividades permitiu discutir o telefone celular no ambiente do ensino de Física, utilizando-o como equipamento gerador de problematização e reflexão sobre tecnologias, suas aplicações e possíveis problemas ambientais decorrentes. Ao problematizar a aquisição, o uso e o descarte dos aparelhos eletrônicos, bem como desmontar um telefone para tentar identificar seus componentes e composição, o aluno poderia reconhecer e/ou reforçar conhecimentos sobre o uso de tecnologias e a problemática ambiental diretamente relacionada ao consumo e descarte desses aparelhos.

A dinâmica do professor em sala de aula, ao atuar nas problematizações que possam ser alvo de reflexões dos alunos, como a composição química ou estrutural do celular, de onde vem a energia para seu funcionamento, se existe risco para a saúde relacionado ao seu uso excessivo, ou ainda o que significam os símbolos presentes na bateria e no manual de instruções, são ações

de significativa relevância e potencialidade de aprendizado nos moldes do ensino com enfoque CTSA.

No segundo módulo foram discutidos aspectos culturais em torno do tema *telefone celular em sala de aula*, relacionando-o com a educação. As atividades de leitura, audição de música, comentários e resolução dos exercícios, foram executados em duas aulas. Embora cultura e educação sejam conceitos polissêmicos, as discussões se tangenciam em diversos pontos, posto que ambas envolvem a produção coletiva de crenças, valores e até objetos, como é o caso do celular. A primeira atividade foi a leitura de um texto sobre telecomunicações, enfatizando aspectos técnicos de como ocorre a comunicação entre dois aparelhos em uma ligação. Foi feita a audição da música “queremos saber” de autoria de Gilberto Gil como forma de reflexão a respeito da dualidade tecnologia x progresso da humanidade e também foram discutidas com os estudantes as diferentes percepções sobre leis estaduais e federal que proíbem o uso do celular em sala de aula e outros ambientes públicos.

O objetivo do terceiro módulo da SD foi o estudo das características das ondas que permitem a efetivação da comunicação entre um ou mais aparelhos celulares. Essa parte da SD foi aplicada em duas aulas, nas quais propusemos cinco atividades entre exercícios, leitura de textos e interação com hipermídia, que possibilitaram revelar os detalhes dos conceitos da natureza de uma onda, amplitude, frequência, comprimento de onda, velocidade de propagação e o fenômeno de interferência. Esse módulo teve por título *A relação científica – parâmetros fundamentais das ondas* e se diferenciou de um curso tradicional do segundo ano do ensino médio pela valorização da discussão

de aspectos qualitativos do conceito de ondas, em uma situação vinculada à compreensão do funcionamento do telefone celular, característica típica da abordagem CTSA.

A percepção de que existe uma *relação entre a Física e a Arte* foi o destaque do quarto módulo. O objetivo foi aprofundar o estudo sobre conceitos de cores e comprimento de onda iniciado no módulo anterior. As quatro atividades propostas, com características interdisciplinares, buscaram vincular a interface tecnológica com a Física e a Arte - ao refletir sobre o processo de obtenção dos padrões de cores na tela do celular, que em geral utiliza *pixels* com padrão de emissão de luz vermelha, verde e azul (RGB) - e puderam ser explorados em duas aulas. A primeira atividade desse módulo foi uma problematização sobre a finalidade de diversas redes de restaurantes utilizarem as cores amarelo e vermelho em suas lojas e produtos; a segunda e terceira atividades consistiram na leitura de textos que permitem compreender como os *pixels*, que compõem a tela dos celulares, utilizam o padrão RGB para produção de cores e imagens; e, por último, a leitura de um artigo sobre o significado de cor, em Física.

Para a finalização das atividades da SD, desencadeadas por esses quatro módulos, foi proposta uma avaliação que ultrapassava a forma tradicional que às vezes fica centrada na memorização de conteúdos estanques. Apesar do processo avaliativo ser contínuo, com atividades presentes em todos os módulos, na parte final foi elaborado um instrumento onde o professor deveria considerar as contribuições e reflexões dos grupos, para num segundo momento solicitar uma produção de texto em que, individualmente, os alunos dissertassem sobre o tema “O telefone celular como um

dispositivo que transcende a comunicação". Essa atividade avaliativa e de encerramento dos estudos com a SD, foi aplicada em um dia letivo.

## Metodologia

Com vistas às possibilidades que se desencadeiam com a execução da sequência didática e por haver amplo enfoque, na literatura, de trabalhos que relatam o sucesso na aplicação do telefone celular no ambiente educacional, acreditamos ser possível, com este tipo de pesquisa, ações como ressaltar a importância desse dispositivo como ferramenta de significativa relevância didática e amplamente presente em salas de aula por todo o país; desencadear uma dinâmica baseada na participação do aluno, usando sua argumentação em sala de aula a respeito de seu ponto de vista nas problematizações apresentadas; mobilizar conhecimentos que os alunos não têm consolidados em sua estrutura cognitiva, ou ainda, no caso de sua existência, que possam ser reestruturados. A presente pesquisa tem, como questão central: é possível conceber um caminho pedagógico que considere o uso do telefone celular como recurso didático para o ensino e aprendizagem em Física?

Ao considerarmos a forma de abordagem desse questionamento, Silva e Menezes (2001) sinalizam características de uma pesquisa qualitativa, com a qual desejamos produzir neste trabalho:

[...]A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o

pesquisador é o instrumento-chave. É descritiva. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem. (SILVA; MENEZES, 2005, p. 20)

Por se tratar de uma pesquisa que envolve a coleta de dados de seres humanos, foram considerados os princípios de ética, apontados pelo Conselho de Ética e Pesquisa da UFU (CEP/UFU) em sua plataforma *online*. Todos os participantes pesquisados, fossem maiores ou menores de 18 anos, preencheram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido, indicando explicitamente que: ao participarem desta pesquisa, foram informados dos objetivos; de que não seriam identificados, tampouco após a divulgação do seu resultado; de que os participantes não teriam nenhum tipo de ganho financeiro e que poderiam deixar de participar da pesquisa a qualquer momento, sem qualquer prejuízo ou coação.

Nesse panorama, em um primeiro momento, para melhor conhecer o comportamento dos discentes sobre o uso do celular, foi aplicado um questionário diagnóstico com perguntas objetivas. Esse questionário tinha perguntas sobre a relação dos estudantes com o aparelho, como o tempo de uso, principais aplicações, métodos e preocupações de descarte, dentre outros.

As principais informações deste trabalho foram obtidas ao se analisar as interações, reações, engajamento e respostas dadas aos exercícios decorrentes da aplicação da SD. A principal fonte de informações foi a produção textual feita pelos alunos. Ela foi elaborada individualmente, na forma de uma proposta de redação dissertativa, cujo conteúdo foi analisado segundo os pressupostos da análise

de conteúdo de Bardin (1994).

Dentre as diversas técnicas sobre a análise de conteúdo, foi escolhida especificamente a análise categorial, que consiste num “desmembramento do texto em unidades, em categorias segundo reagrupamentos analíticos” (BARDIN, 1994, p.153). Para essas categorias, pretendeu-se selecionar aquelas que estavam estritamente relacionadas com o tema desta pesquisa e que permitissem encontrar nos textos uma possível resposta para a pergunta de pesquisa.

Como método de investigação da análise de conteúdo, optou-se por seguir o processo descrito por Moraes (1999, p. 4). O pesquisador propôs cinco etapas fundamentais da análise de conteúdo, as quais foram usadas como subsídios neste trabalho. São elas:

- Preparação das informações;
- Unitarização ou transformação do conteúdo em unidades;
- Categorização ou classificação das unidades em categorias;
- Descrição;
- Interpretação.

Os textos das redações se mostraram com expressivo potencial de análise. Neles, os alunos puderam desenvolver ideias que permitiram a categorização em temas, e estes temas, por sua vez, revelaram o aprendizado dos alunos nos diferentes tópicos estudados na SD.

A preparação das informações ocorreu num primeiro momento com a identificação das amostras de informação a serem analisadas, seguidas de uma leitura flutuante desses materiais. Em um segundo momento, os textos foram codificados para que fosse possível retornar pontualmente aos

documentos, caso necessário. Cada avaliação recebeu um código sequencial, sendo, A1 para a primeira avaliação, A2 para a segunda até A32 para a última avaliação. Dessa maneira, cada redação produzida correspondia à avaliação requerida ao final do estudo da SD, e a sequência numérica representava o total de alunos avaliados e organizados conforme a ordem de entrega dessas avaliações.

A segunda parte do processo, a transformação do conteúdo em unidades, compreendeu a releitura dos textos com a finalidade de definir e identificar discursos similares para posterior classificação e agrupamento por temáticas. Cada parágrafo foi tratado com uma possível unidade. Foram então identificadas diversas unidades de conteúdo.

E assim, na terceira etapa, as unidades de contextos – categorias foram definidas, nas quais as temáticas essenciais de cada parágrafo foram relacionadas. Na busca por conhecimentos expressos nas redações, que atendessem ao objetivo do trabalho, as unidades de contexto foram definidas conforme o quadro 1.

**Quadro 1** – Inter-relação entre unidade de contexto e unidade de conteúdo evidenciadas nas releituras dos textos.

Unidade de contexto	Unidade de conteúdo
1. Conhecimentos mobilizados	1.1 Cultural/Artístico 1.2 Científico
2. Articulações CTSA	2.1 Relações ambientais e sobre reciclagem. 2.2 Relações sociais 2.3 Relações tecnológicas.
3. Relações interdisciplinares	3.1 Ciências da natureza e suas tecnologias. 3.2 Matemática e suas tecnologias. 3.3 Ciências humanas e suas tecnologias.

(Fonte: Elaboração própria)

As regras para os limites e definição de cada categoria consistiram basicamente em identificar, nos parágrafos, elementos conceituais cujas ideias centrais estivessem vinculadas ao estudo dos diferentes momentos da SD, posto que cada módulo desse material possuía objetivos e especificações bem definidas. Assegurado isto, tinha-se a garantia de que as categorias eram mutuamente exclusivas, pois a ideia desenvolvida pelo estudante em cada parágrafo remetia a momentos específicos de estudo da SD. As categorias seguiram também a regra da exaustividade, uma vez que alguns parágrafos analisados, que continham referência a conhecimentos de outras disciplinas ou áreas do conhecimento, foram classificados no cenário de articulações interdisciplinares. Finalmente, as categorias seguiram o critério da confiabilidade, visto que a classificação dos parágrafos estava intimamente ligada a cada uma das unidades de contexto, sem depender da subjetividade de diferentes analistas.

As duas últimas etapas, descrição e interpretação, serão apresentadas no próximo tópico deste trabalho. Na descrição serão expressos os significados de cada unidade de contexto, exemplificados com o uso de citações diretas. Na interpretação que se segue a cada categoria, buscou-se, a partir do resultado obtido, realizar discussões sobre os possíveis aprendizados dos estudantes e a extrapolação para outras situações e condições (MORAES, 1999, p.8).

## Resultados e análises

Para melhor conhecer os estudantes e traçar um perfil de como eles se relacionavam com o telefone celular, ou ainda, se possuíam algum conhecimento que

pretendíamos explorar no estudo da SD, foi solicitado que respondessem a um questionário *online* e no total, 32 estudantes participaram da aplicação da SD e responderam ao referido questionário. As análises das respostas revelaram que 75% se declararam do gênero feminino e 25%, do gênero masculino. Em relação à faixa etária<sup>4</sup>, 78,1% estavam com idades entre 15 e 17 anos, 18,8% com idades entre 18 e 20 anos e apenas 3,1%, com idades entre 20 e 23 anos. Em relação a alguma atividade empregatícia, 21,9% declararam estar empregados e trabalhando de 1 a 39 horas semanais, 25% estavam empregados e trabalhando 40 horas ou mais por semana, 31,3% estavam desempregados e procurando emprego e 21,9% eram desempregados e não estavam procurando emprego.

Todos os alunos declararam possuir ao menos um telefone celular e apenas 9,4% possuíam dois aparelhos, o que nos permite retomar a constatação de Morimoto (2009) sobre a convergência tecnológica, na qual um único dispositivo contempla diversos outros artefatos eletrônicos e com múltiplas funcionalidades, tornando assim, um aparelho celular suficiente para a realização de diversas atividades sociais, profissionais ou educacionais.

Ainda no questionário diagnóstico foi perguntado sobre o descarte adequado de dispositivos eletrônicos, incluindo o telefone celular, o que remete para a relevante interação entre o consumo de produtos tecnológicos e a perspectiva CTSA. Santos e Mortimer (2000) corroboraram positivamente na intenção dessa pergunta,

<sup>4</sup> No questionário, as opções de faixa etária constavam em quatro intervalos, a) 15 a 17 anos, b) 18 a 20 anos, c) 21 a 23 anos e d) maior de 23 anos. Buscamos identificar a qual público predominante estaríamos aplicando a SD.

ao propor a discussão do tema poluição ambiental no eixo temático de sociedade, para a efetivação de um currículo CTS no contexto brasileiro.

A análise das respostas dessa pergunta indicou que uma porcentagem expressiva dos estudantes já fez o descarte de pilhas ou baterias, fios elétricos ou lâmpadas incandescentes/fluorescentes como lixo comum. Esse assunto é parte da SD em seu primeiro módulo, tanto na perspectiva do descarte do lixo eletrônico em locais específicos, para evitar prejuízos diretos ao meio ambiente, quanto à presença dessa informação nos manuais dos aparelhos.

A seguir, apresentamos os resultados e análises a partir da categorização realizada e descrita no quadro 1. Conforme relatado, na análise de conteúdo aplicada às avaliações, foram encontrados argumentos que remetem às seguintes unidades de contexto - categorias:

### **Conhecimentos mobilizados (Cultural/artístico e Científico)**

Como na produção textual dos alunos foram identificados conhecimentos discutidos durante o estudo da SD, mais especificamente no segundo, terceiro e quarto módulos, essa categoria foi subdividida em dois outros tópicos, constituídos sob os enfoques culturais/artísticos e enfoques científicos.

Em relação ao enfoque cultural/artístico, buscou-se informações de como o estudante se relacionava com o aparelho, incluído em uma situação social e cotidiana, e nesse aspecto, o relato dos estudantes A11 e A29 são representativos:

A11: "O celular se tornou o aparelho eletrônico mais usado no mundo.

Sua função deixou de ser apenas a ligação para contato, e passou a ser usado com outros intuitos como por exemplo acesso as redes sociais, uso de aplicativos com finalidade de ajuda como cálculo, calculadoras e calendários."

A29: "Podemos citar também que a cor se dá durante o movimento de refração que ocorre na luz, como por exemplo, o quadro da Catedral de Rouen pintado por Monet que captura diferentes ângulos e variações de cores em diferentes épocas do ano, pois o responsável pelo processo de obtenção das cores é a pigmentação usada nas pinturas."

Nos relatos percebe-se a consciência da diversidade de funções desempenhadas pelo telefone celular, incluindo seus impactos em usos cotidianos e sociais, e ainda o fato do mesmo ser um bem de consumo amplamente difundido nos cenários social e global. Essa tomada de consciência é uma atitude desejável, presente nos objetivos de uma abordagem CTSA, pois segundo Santos e Mortimer (2000), os temas sob a perspectiva CTSA devem se articular com problemáticas e situações sociais.

O texto produzido pelo estudante A29, apesar de apresentar indícios de confusão dos conceitos de reflexão com refração, indica uma boa contextualização do conceito científico, ao relacioná-lo no tratamento dos conceitos da forma como se dá a percepção de cores, viabilizando possibilidades de enfoque interdisciplinar do conhecimento tecnológico.

A citação de cores, associada às imagens que podem ser visualizadas nas telas dos aparelhos celulares, e com possíveis vinculações a conceitos físicos, foi especificamente apresentada no quarto módulo da SD com perspectivas de discussão

de manifestações artísticas como produções humanas. A percepção que se tem é que as possibilidades de integrar a participação dos estudantes às diversas formas de manifestações artísticas da sociedade, como o exemplo utilizado na SD, que era um quadro de Monet, passando pelo uso do celular para ouvir músicas, assistir vídeos, dentre outros, são partes integrantes dos objetivos da abordagem CTSA.

Já sob o enfoque científico, o direcionamento foi para entender a relação do telefone celular com os conteúdos científicos específicos, principalmente da disciplina de Física. O relato do estudante A19 serve para identificar o que se buscou durante o trabalho de análise:

A19: "Com os avanços no estudo da física, entre outros, pode-se otimizar e entender melhor o funcionamento dos celulares. Desse modo, sabemos que para efetuar ligações, ondas mecânicas (que precisam de um meio material para se propagar) são transformadas em ondas eletromagnéticas (se propagam no vácuo)."

A avaliação dessa resposta destaca a vertente científica aplicada ao cenário tecnológico. O estudante identifica e aplica corretamente os conceitos de ondas mecânicas e eletromagnéticas explicados durante o terceiro módulo da SD. A SD discute e exemplifica como o celular transforma o som (ondas mecânicas) em sinais digitais, para então transmitir esses sinais por meio de ondas eletromagnéticas, e também o processo inverso no aparelho receptor. Para esse e outros estudantes avaliados, o celular revelou um caminho pedagógico possível de ser analisado no ambiente escolar.

A transcrição do estudante A19

explicita o conceito científico associado à tecnologia presente nas comunicações por meio do uso do telefone celular. Este texto aponta positivamente para o eficiente uso da metodologia dos 3MP, onde a problematização foi focada no tema/aparelho gerador (DELIZOICOV, 1982, 1983) e a posterior discussão dos tipos de ondas no momento da sistematização do conhecimento. Nota-se, pelas características do texto escrito pelo aluno, que possivelmente não se trata de uma simples memorização, pois associa conceitos apresentados em momentos diferentes, ainda que no mesmo módulo da SD.

### **Articulações CTSA (Relações ambientais e sobre reciclagem, relações sociais e relações tecnológicas)**

As inter-relações da tétrede Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, citadas de maneira contínua ao longo da SD, viabilizaram muitas menções diretas na avaliação final. As narrativas dos estudantes durante a avaliação, submetidas ao crivo da análise de conteúdo já mencionada anteriormente, nos permitiu relacionar diretamente os conhecimentos descritos com as relações ambientais e sobre reciclagem, conhecimentos com relações sociais e relações tecnológicas.

De início, na primeira etapa da SD, apresentamos a temática de estudo e demos início a diversas atividades exploratórias e investigativas que resultaram em argumentos como o que o estudante A1 demonstra sobre relações ambientais e sobre reciclagem.

A1: "(...) além do que se descartado de forma inadequada pode causar grandes danos ao meio ambiente, e para dificultar mais essa situação a população não tem muitas

informações sobre o descarte correto do aparelho, levando então, que aconteça muitos descartes do aparelho em lixo comum o que causa grandes prejuízos.”

No tocante aos objetivos da educação CTS, destaca-se além da construção de conhecimentos, o desenvolvimento de valores. É nesse sentido que esse argumento se sobressai, uma vez que se insere num contexto de tomada de consciência de compromisso social, de respeito ao próximo e ao meio ambiente. Santos e Mortimer (2000) ratificam esse desenvolvimento de valores como sendo de interesses coletivos e relacionados às necessidades humanas e que as discussões de tais valores contribuem para a formação de cidadãos críticos, comprometidos com a sociedade.

Ainda que os prejuízos não sejam detalhados no argumento, o estudante demonstrou uma tomada de consciência em relação à existência de uma forma correta para o descarte de produtos eletrônicos, que maiores detalhes para o descarte correto ainda estão ausentes para grande parcela da população e que a falta de informação colabora para que danos ambientais continuem a ocorrer. O telefone celular permitiu efetivamente que inter-relações entre a ciência e o ambiente fossem tratadas em sala de aula, através da apresentação da problemática ambiental do descarte de produtos da tecnologia presente na SD, usando como fundamento consequências sociais, conforme preconiza um ensino com características CTSA.

A5: “Para solucionar esta problemática, é necessário que o Estado se mobilize e oriente a população sobre o uso adequado, do que o celular é feito, o que ele pode causar, dentre outros, através de

aulas no curriculum escolar e propagandas sobre, com isso os cidadãos irão perceber que realmente o celular transcende, é muito mais complexo do que apenas um meio de comunicação.”

No apontamento desse estudante é identificada uma responsabilidade do Estado em promover orientações sobre o uso, composição e riscos de um aparelho celular. Esse aparelho representa um grau de problematização social relevante, mas de acordo com os objetivos de um ensino com enfoque CTSA, o aluno deve desempenhar um papel ativo na aprendizagem ao questionar a ordem capitalista sustentada pelo consumo e na qual os valores econômicos se impõem aos demais valores.

Ao considerar os múltiplos aspectos que devem ser avaliados numa relação de consumo, como riscos à saúde, efeitos ambientais, exploração dos meios de trabalho, mas que são ocultados na formação dos alunos e nos meios de produção, os pesquisadores Santos e Mortimer (2000) constataram que certamente o cidadão não tem acesso a todas essas informações, mas refletir sobre tais questões significa mudar a postura em relação ao consumo de mercadorias, pois, em geral, na maioria das vezes, a decisão entre consumir um ou outro produto é tomada em função de sua aparência e qualidade, e quase nunca são considerados os aspectos sociais, ambientais e éticos envolvidos na sua produção. (SANTOS; MORTIMER, 2000, p. 114).

A30: “Foram feitas diversas explicações, junto com perguntas que trouxeram notícias muito necessárias mas que, poucos alunos sabiam, como os símbolos expostos na bateria do celular contendo informações óbvias.”

Na primeira etapa de estudo da SD, após a exposição da problemática ambiental do descarte incorreto de artefatos tecnológicos, foram explorados os significados dos símbolos impressos nas baterias dos celulares que foram desmontados. Questionar o significado desses símbolos, buscando interpretá-los, revelou diversas informações sobre o uso, a manutenção e o descarte dos aparelhos, que os alunos se interessaram em conhecer.

Decorre, portanto, desse desencadeamento de atividades, que se iniciam na problematização e enveredam para a aquisição de um conhecimento que transcende o aspecto técnico, que o conhecimento dos símbolos, indicado no argumento do aluno, aproxima as atividades da SD do aspecto organizacional e cultural da tecnologia.

### **Relações interdisciplinares (Ciências da natureza e suas tecnologias, Ciências matemáticas e suas tecnologias, Ciências humanas e suas tecnologias)**

A contextualização e a interdisciplinaridade foram características marcantes durante todo o estudo da SD. Compete destacar nesse momento que a Lei de Diretrizes e Bases salienta, em seu artigo 36, que no Ensino Médio deve haver espaço para se trabalhar a educação tecnológica, a compreensão do significado de ciência, das letras e das artes. Na análise de algumas das necessidades que envolvem a interseção entre saberes de ciência e artes encontradas nas avaliações, destacamos:

A4: “Nas aulas realizadas em classe nós vimos e aprendemos muito sobre este fato social, vimos do que uma tela é formada com seus milhões de *pixels* e suas cores, vimos

que a radiação de um celular pode sim vir a prejudicar a quem o possui algum dia, mas claro, é apenas uma hipótese.”

O argumento desse estudante nos remete à quarta etapa da SD, na qual um dos objetivos de ensino nesse momento de estudo foi relacionar cores com os distintos comprimentos de onda de uma radiação eletromagnética. O estudante identificou, na tela do celular, os milimétricos *pixels* que produzem variado espectro de cores por emissão de radiação eletromagnética, e tais conceitos foram explorados na quarta etapa da SD, denominada “A relação artística”. O estudante conseguiu argumentar sobre os conhecimentos abordados nessa etapa dos estudos, mas disse que era uma hipótese, ao tratar sobre os prejuízos ocorridos à saúde devido a exposição prolongada à radiação do celular, talvez por ter sido um assunto discutido na primeira semana de estudo da SD, uma informação com maior dificuldade de reconhecimento.

Há uma escassez de trabalhos na literatura que viabilizem o exercício interdisciplinar entre Física e Arte, usando o telefone celular. Ao interpretar a informação de resolução das imagens nas telas e capturadas pelas câmeras, bem como o padrão primário de cores que cada *pixel* utiliza para compor diferentes tons, conseguimos delinear um caminho pedagógico para um tratamento potencialmente interdisciplinar, que considera o cenário social e de desenvolvimento científico e tecnológico nos quais o estudante está inserido. Por ser assim, tivemos por objetivo nesse momento da SD, propor atividades que promovessem a ação reflexiva e estimulassem a criatividade dos estudantes, em comum alinhamento com os anseios de uma educação com enfoque

em tópicos CTSA.

A 28: "A luz visível é uma onda eletromagnética a qual o olho humano é sensível. É possível medir a velocidade em que a luz se propaga no vácuo através da fórmula  $c = \lambda * f$ . Quando a luz se propaga em um meio material, a sua velocidade é menor que no vácuo."

A SD abordou conhecimentos e atividades fundamentais para a compreensão contextualizada sobre o funcionamento do telefone celular. De tal maneira, ao relatar seu raciocínio, esse estudante demonstrou correlacionar ondas eletromagnéticas com o amplo espectro eletromagnético e a inter-relação entre conceitos fundamentais da ondulatória de velocidade de propagação, comprimento de onda e frequência. Entretanto, o raciocínio descrito pelo estudante revela que, ao longo de sua formação, esse conteúdo de Física esteve enraizado na lógica disciplinar.

A 7: "É importante destacar, antes de tudo, que a era tecnológica vivenciada em pleno século XXI pode acarretar inúmeros benefícios e malefícios. Desse modo, entre os principais pontos negativos, destaca-se a alienação e o fetiche de mercadoria, defendido por Carl Marx, como um mal da sociedade, no qual o indivíduo passa a dar mais valor ao produto do que em sua própria vida."

A obra "O Capital", de Karl Marx, é uma rica fonte de conceitos e proposições que tornam compreensível as inter-relações entre as inovações científicas e tecnológicas e a produção de capital. A popularidade dessa obra e a sua recorrente abordagem, valida o objetivo da SD de investigar um caminho

pedagógico, com o uso do telefone celular, para integrar de forma contextualizada e interdisciplinar a educação, ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

As informações presentes nessas argumentações dos estudantes retomam o enfoque de conceitos possíveis de se trabalhar na Física, Química, Biologia, Arte, História e Sociologia. Essa amplitude de articulações conceituais viabiliza a avaliação do telefone celular em múltiplas perspectivas em sala de aula, seja como um tema gerador ou ainda como um objeto de investigação. Os estudantes encontraram relações diretas entre conteúdos dessas diversas disciplinas, fato este que comprova a interseção entre os diferentes saberes disciplinares, descritos nas avaliações, e que torna viável a abordagem em uma conjuntura interdisciplinar.

### Considerações finais

O trabalho realizado e os resultados obtidos indicam que o objetivo de investigar um caminho pedagógico, com o uso do telefone celular para o ensino, principalmente na perspectiva das articulações CTSA, é possível e desejável. Dessa forma, ao pautar vínculos entre esse aparelho com os vários aspectos da vida humana, considerados relevantes para a formação do aluno, constata-se possibilidades de melhorar o ensino e aprendizagem dos estudantes. O caso relatado neste texto é um exemplo desse sucesso. A adoção do telefone celular como recurso didático se mostrou eficiente, na medida em que viabilizou a discussão do contexto científico, tecnológico, social e ambiental ao longo de toda a SD, delineando um percurso de aprendizagem propositalmente norteado pelo professor, mas com a participação ativa dos estudantes.

Foi também possível notar que o engajamento dos estudantes nos estudos propostos, baseados no telefone celular, por meio da SD e pela socialização dos conhecimentos ao longo do bimestre, mostrou diversas possibilidades, com diferentes graus de complexidade. As discussões sobre os conhecimentos científicos, relacionados com o funcionamento do aparelho celular, e as possíveis associações com manifestações culturais e observações de comportamento social ultrapassaram o simples tratamento de conceitos físicos que normalmente permeiam as aulas da Escola Básica.

Um outro ponto importante verificado na implementação da SD, por meio das observações realizadas, foi a diversidade de problematizações, situações de ensino e atividades conectadas com a realidade dos estudantes, o que favoreceu uma participação maior dos mesmos, com as discussões ocorrendo sem que o foco estivesse no professor, dando maior protagonismo aos estudantes. Resultados similares podem ser obtidos por meio de outras abordagens? Seguramente sim, posto que dentre as complexidades encontradas na aplicação da SD, destacamos as possibilidades de se estabelecer parcerias com outros professores para a aplicação, ou mesmo a segmentação da SD, permitindo maior aprofundamento na exploração dos conceitos e fenômenos.

A análise das avaliações produzidas, decorrentes da aplicação da SD em conjunto com a dissertação solicitada ao fim do processo, revelou que os estudantes compreenderam, e em alguns momentos, ampliaram seu entendimento sobre diversos assuntos, tanto os relacionados com Ciência e Tecnologia, quanto suas possíveis relações e implicações sociais e ambientais.

Por meio do estudo da SD foi obtido êxito em diferenciar o estudo da Física do ensino estritamente disciplinar e fragmentado, para uma perspectiva horizontal, ao permitir que o conhecimento perpassasse por diversas outras áreas, a saber: as Ciências humanas, por meio da interpretação artística e da avaliação em forma de texto; a Química e a Biologia, ao convidar o estudante a refletir sobre o contexto ambiental que permeia a aquisição e o descarte de produtos eletrônicos; e também a Matemática, ao contribuir para a correta interpretação de proporcionalidade entre os conceitos de frequência e comprimento de onda.

A pesquisa realizada indica a possibilidade de se enveredar por outros caminhos pedagógicos, ao considerar as contribuições que o uso do telefone celular, como tema central das discussões, promoveu para o ensino de Física. Os diversos argumentos apresentados pelos estudantes agregam a relevância que o enfoque CTSA possui para o ensino e aprendizagem em Física, conforme enfatizado por Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007). Ao propor a exploração do telefone celular em diversos aspectos, como o tecnológico, cultural, científico e em relação ao meio ambiente, obtivemos oportunidade ímpar de abordagem de conceitos e fenômenos contextualizados e possíveis de se relacionar a tantas outras disciplinas, ratificando o caráter interdisciplinar do trabalho realizado. A tarefa relativa ao enfoque CTSA desencadeou momentos de reflexões e análises críticas por parte dos alunos, em especial no aspecto ambiental, ao se trabalhar o manuseio e descarte responsável de aparelhos eletrônicos.

Seria necessária uma formação inicial ou técnica do professor para a aplicação

desse trabalho com o telefone celular? Não, pois buscamos um tratamento conceitual e fenomenológico, não sendo necessário um professor polivalente, que tenha um considerável domínio de todos os conteúdos a serem abordados no estudo da SD. Seu fundamento é o de ter o telefone celular como ponto de partida e chegada de cada atividade, sendo analisado com um olhar crítico. No entanto, conforme destaca Auler (2007), a formação disciplinar dos professores é incompatível com a perspectiva interdisciplinar presente no enfoque CTS. Esse é um desafio a ser superado, no sentido de tornar viável a concepção e aplicação de projetos com perspectivas interdisciplinares, abrangendo o contexto CTSA.

Em nossa avaliação, o trabalho realizado com a SD por meio do enfoque CTSA constituiu um significativo instrumento de análise e reflexão de um longo processo de construção, aquisição, uso e descarte do uso do telefone celular em nossa sociedade. Tais análises e reflexões podem vir a ser um ponto de mudança para o ensino de Física, por abordar de forma contextualizada o estudo do telefone celular e diversas maneiras de tratar sistematicamente os conhecimentos que derivam da presença massiva desse aparelho em salas de aula, como foi desenvolvido com a aplicação da SD.

Como sugestão, acreditamos que a implementação de estudos semelhantes àquele feito com a SD, ou por parte dela, pode viabilizar uma diferenciação na forma com que se processa o ensino e aprendizado em Física, mas não se restringe somente a ela. Salientamos a necessidade de se explorar de maneira intencional e interdisciplinar, o uso do telefone celular em sala de aula, sem negligenciar as potencialidades desse dispositivo e esclarecendo os parâmetros

legais quanto ao seu uso em classe.

## Referências

ALMEIDA, A. C. P. Produção de vídeos em sala de aula: uma proposta de uso pedagógico de celulares e câmeras digitais. **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, Canoas, v. 2, n. 1, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/1785/1406>. Acesso em: 8 mar. 2017.

ANGOTTI, J. A. P.; AUTH, M. A. Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 7, n. 1, p. 15-27, 2001.

AULER, D. Enfoque ciência-tecnologia-sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, Campinas, v. 1, n. especial, p. 1-20, 2007.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1994.

CGI.br. Comitê Gestor da Internet no Brasil. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras**: TIC Educação 2016. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2013. Disponível em: <https://www.cetic.br/media/docs/publicacoes/2/tic-educacao-2013.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2017.

DELIZOICOV, D. **Concepção problematizadora do ensino de ciências na educação formal**. 1982. 131p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo. São Paulo: IFUSP/FEUSP, 1982.

DELIZOICOV, D. Ensino de física e a concepção freireana de educação. **Revista de Ensino de Física**, São Paulo, v. 5, n. 2, dez. 1983.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1995.

FERNANDES, A. C. P. *et al.* Efeito Doppler com tablet e smartphone. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, n. 3, 2016. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S180611172016000300604&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S180611172016000300604&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 19 fev. 2018. Epub Junho 07, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0006>.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE divulga as estimativas populacionais dos municípios para 2017** – 2017 - Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-a-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/16131-ibge-divulga-as-estimativas-populacionais-dos-municipios-para-2017>. Acesso em: 23 mar. 2018.

LIMA, C. C.; BASSANI, P. B. S.; BARBOSA, D. N. F. Aprender com mobilidade: utilização das tecnologias da informação e comunicação móveis e sem fio como potencializadoras da interação em processos educativos. **Renote - Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre – RS, v. 12, p. 1-10, 2014.

MORAES, R. Análise de Conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre - RS, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999. Disponível em: <http://pesquisaemeduacaoufrgs.pbworks.com/w/file/60815562/Analise%20de%20conte%C3%BAdo.pdf>. Acesso em: 3 jun. 2017.

MORIMOTO, C. E. **Smartphones: Guia Prático**. Porto Alegre: Sul Editores, 2009. p.13-18.

MOURA, A. Geração móvel: um ambiente de aprendizagem suportado por tecnologias móveis para a “Geração Polegar”. **Atas da VI**

CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE TIC NA EDUCAÇÃO CHALLENGES 2009 / DESAFIOS 2009. Braga, Portugal: Universidade do Minho. Disponível em: <http://adelinamouravitaie.com.sapo.pt/gpolegar.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2018.

MUENCHEN, C; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. **Ciência & Educação. (UNESP)**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014.

NOGUEIRA, M. G.; PADILHA, M. A. S. Cultura digital jovem: as TIMS invadem as periferias, e agora? **Educação Temática Digital**, Campinas, SP, v. 16, p. 60 - 78, 2014. Disponível em: <http://fe.unicamp.br/revistas/ged/etd/article/view/6394>. Acesso em: 8 mar. 2016.

PERNAMBUCO, M. M. C. A. Quando a troca se estabelece – a relação dialógica. *In*: PONTUSCHKA, N. N. (org.). **Ousadia no diálogo – interdisciplinaridade na escola pública**. São Paulo: Edições Loyola, 1993, v. 1, p. 19-35.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. F.; BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação. (UNESP)**, Bauru, v. 13, p. 5, 2007.

RIBAS, A. S. **Telefone celular como um recurso didático**: possibilidades para mediar práticas do ensino de física. 2012. 176 f. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2012.

RICARDO, E. C. Educação CTSA: Obstáculos e Possibilidades para sua Implementação no Contexto Escolar. **Ciência & Ensino (Online)**, v. 01, p. 01-12, 2007.

SACCOL, A.; SCHLEMMER, E.; BARBOSA, J. **M-learning e u-learning**: novas perspectivas das

aprendizagens móvel e ubíqua. São Paulo: Prentice Hall, 2011.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino (ISSN 1980-8631)**, v. 1, p. 1-12, 2007.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 2, n. 2, p. 133-162, 2000. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1983-21172000000200110&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172000000200110&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 14 Ago. 2017.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4. ed. rev. atual. – Florianópolis: UFSC, 2005. 138 p.

ROSO, C. C. *et al.* Currículo temático fundamentado em Freire-CTS: engajamento de professores de física em formação inicial. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (online)**, v. 17, p. 372-389, 2015.

VIEIRA, L. P.; LARA, V. O. M. Macrofotografia com um *tablet*: aplicações ao ensino de ciências. **Revista Brasileira do Ensino de Física**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 1-5, set. 2013.

VIEIRA, L. P.; LARA, V. O. M.; AMARAL, D. F. Demonstração da lei do inverso do quadrado com o auxílio de um *tablet/smartphone*. **Revista Brasileira do Ensino de Física**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 1-3, set. 2014.