

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E  
MATEMÁTICA  
MESTRADO PROFISSIONAL**

**ANTÔNIO PEREIRA SIQUEIRA NETO**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E  
MATEMÁTICA  
MESTRADO PROFISSIONAL**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ENSINO E APRENDIZAGEM DE OSCILAÇÕES E  
ONDAS POR MEIO DO ESTUDO DO TELEFONE CELULAR COM ENFOQUE  
CTSA**

Uberlândia  
2017

**ANTÔNIO PEREIRA SIQUEIRA NETO**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ENSINO E APRENDIZAGEM DE OSCILAÇÕES E  
ONDAS POR MEIO DO ESTUDO DO TELEFONE CELULAR COM ENFOQUE  
CTSA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Linha de Ensino e Aprendizagem em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia, como um dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Adevailton Bernardo dos Santos

Uberlândia  
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

- S618s  
2017      Siqueira Neto, Antônio Pereira, 1984-  
Sequência didática para ensino e aprendizagem de oscilações e ondas por meio do estudo do telefone celular com enfoque CTSA / Antônio Pereira Siqueira Neto. - 2017.  
200 f. : il.
- Orientador: Adevailton Bernardo dos Santos.  
Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática.  
Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2018.539>  
Inclui bibliografia.
1. Ciência - Estudo e ensino - Teses. 2. Ensino e aprendizagem - Teses. 3. Prática de ensino - Teses. 4. Oscilações - Teses. I. Santos, Adevailton Bernardo dos. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. III. Título.

CDU: 50:37

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ENSINO E APRENDIZAGEM DE OSCILAÇÕES E  
ONDAS POR MEIO DO ESTUDO DO TELEFONE CELULAR COM ENFOQUE  
CTSA**

Dissertação defendida no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia, para a obtenção do Grau de Mestre, aprovada em 29 de setembro de 2017, pela Banca Examinadora constituída pelos seguintes professores:

Uberlândia, 29 de setembro de 2017

---

Prof. Dr. Adevailton Bernardo dos Santos  
Universidade Federal de Uberlândia – UFU

---

Prof. Dr. Eduardo Kojy Takahashi  
Universidade Federal de Uberlândia – UFU

---

Prof. Dr. Roberto Nardi  
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP

## AGRADECIMENTOS

A Deus, meu criador e cuidador, pela saúde e inspiração para chegar até aqui.

Ao Prof. Dr. Adevailton Bernardo dos Santos, pelas orientações claras e objetivas, pelas oportunidades de crescimento pessoal e profissional e por dividir comigo sua sabedoria, ética profissional e zelo pelo ensino de Física. Por sua paciência com este aprendiz que muito lhe admira e respeita, o meu sincero obrigado.

Ao Prof. Dr. Eduardo Kojy Takahashi pela oportunidade de participar de vários projetos para melhoria da qualidade do ensino de Física.

Ao Prof. Dr. Roberto Nardi por sua disponibilidade e contribuição para este trabalho, além de suas muitas ações para a divulgação científica e melhoria do ensino de Ciências.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática pelos conhecimentos compartilhados e que contribuíram para elaboração deste trabalho.

À Isabela pelo amor incondicional, pelo carinho nos momentos difíceis e paciência quando muitas vezes precisei estar ausente nesse período de formação. Para você eu guardei o melhor de mim!

Ao meu irmão Thiago, pelo amor fraterno, e à minha família por investir e dedicar tanto para que eu pudesse construir minha história de vida.

Aos meus primos Rodrigo, Jairo Júnior e Larissa pelo incentivo e carinho comigo.

Aos meus padrinhos, Jairo e Eliane, que mesmo longe sempre acreditaram em mim e me apoiaram a cada passo. As forças da distância e do tempo não irão nos separar.

À Élida, Anaxmandro e Emanuel por me apoiarem nesses anos que investi em minha formação.

Aos colegas do Programa, Samia, Lorena, Flávio, Brythnner, Renato e Jéssica, pelo convívio saudável e exemplo para seguir sempre em frente.

Dayane Carvalho, Daiana, Lídia e Ricardo pela amizade, parceria profissional e momentos de descontração.

Às professoras Danielle Freire e Priscila pelos apontamentos e momentos de risadas.

À Rosilma, Américo, Renilda e Evandro, pela torcida e apoio.

Uma realização ímpar em minha vida, que se tornou possível com a participação de vocês.

Meu muito obrigado a todos!

*"A ciência me ensinou  
Não existirem os fantasmas que eu  
Em menino temia  
No escuro, e que afastava assobiando*

*Ela mesma, porém  
Outros fantasmas pôs em minha vida  
É pena que esqueci  
Meu jeito menino de assobiar."*

*(José Reis)*

## RESUMO

Esta pesquisa, fundamentada em uma abordagem qualitativa, apresenta e analisa os resultados da aplicação de uma sequência didática, que é uma compilação de diversos conhecimentos já disponíveis na literatura, para um grupo de estudantes da terceira série do ensino médio. O tema central é a vinculação do telefone celular como recurso didático capaz de facilitar a abordagem de tópicos de oscilações e ondas, que visa a formação do estudante em múltiplos aspectos da sua formação. Diante disso, buscamos resposta ao questionamento: É possível conceber um caminho pedagógico que considere o uso do telefone celular como recurso didático para o ensino e aprendizagem em Física? O trabalho se desenvolveu com ênfase em problematizações de diversas situações, as quais permitiram ainda vários momentos de diálogos e discussões. Acrescenta-se ainda que pretendemos proporcionar aos alunos um aprendizado com qualidade social conforme atestam os documentos oficiais da educação, tais como a Lei de Diretrizes e Bases e as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. A sequência didática contém atividades que envolvem a leitura e interpretações de textos, atividades em grupo, a resolução de exercícios e problemas, a experimentação por meio de simulações de Física e da reflexão desencadeada pelo uso do telefone celular. A coleta de dados foi realizada a partir de diversas atividades respondidas ao longo do estudo da sequência didática e ainda uma avaliação final e individual, na forma de uma proposta de redação, cujo conteúdo foi analisado segundo os pressupostos da análise de conteúdo de Bardin. Referente aos conhecimentos revelados, a pesquisa apontou que o telefone celular é um instrumento de significativa potencialidade para desencadear atividades no ensino de Física. Os resultados das atividades revelam que o trabalho com a sequência didática fortaleceu a interação entre os alunos, e deles com o professor. A abordagem dos aspectos tecnológico, cultural, científico e artístico, por sua vez, favoreceu a interdisciplinaridade e a contextualização que dificilmente são trabalhadas em consonância no ensino de Física. Já na avaliação final, percebemos que os alunos apresentaram maior diversidade de pensamentos escritos em detrimento dos orais apresentados nos momentos de discussão das atividades e dos conceitos estudados. Apesar de a pesquisa com o telefone celular ter se revelado como uma possibilidade por meio de uma sequência didática com atividades diversificadas, ao envolver ativamente os alunos no processo de aprendizagem, as aplicações futuras desta proposta apontam para que recortes da sequência didática sejam feitos no sentido de propiciar o aprofundamento das discussões e do aprendizado, incentivando ainda mais o debate a partir de pontos de vista que se diferenciam daqueles presentes no livro didático.

Palavras-chave: Ensino e aprendizagem. Práticas de ensino. CTSA. Sequência didática. Oscilações. Ondas. Telefone celular.

## ABSTRACT

This research project, founded on a qualitative approach, presents and analyzes the results from a didactic sequence application, which is a compilation of knowledge from a number of sources that are already available in the literature. This was applied to a group of high school seniors. The central theme is based on cellphones as a learning resource capable of facilitating the approach on topics such as oscillations and waves in order to provide the students a globalised learning structure. Therefore, an answer is sought to the following question: is it possible to provide a pedagogical path that makes use of cellphones as a didactic resource for the teaching and learning of Physics? The work was developed with emphasis on the problems created around a number of situations that lead to further dialog and discussion. Furthermore, we intend to provide the students quality social learning as laid down in official education documents such as the law establishing Guidelines and Foundations along with the Guidelines for the National Curriculum for Basic Education. The didactic sequence contains tasks that involve reading and interpretation, group activities, solving exercises and problems, experiments by means of simulations concerning Physics, and the thought provoking mechanisms brought about by use of cellphones. Data collection is performed from various questionnaires, answered throughout the study, in addition to a final and individual evaluation in the form of an essay, the content of which is analyzed following Bardin's specific guidelines. The cellphone, concerning the knowledge obtained from the research study, showed itself as holding significant potential as a tool for aiding in the teaching of Physics. The results from the activities show that the work through didactic sequence strengthened the interaction among the students themselves and between them and the teacher. The approach based on the use of technological, cultural, scientific, and artistic aspects, in turn, favored the interaction of different areas and contextualization of subjects, which themselves are very rarely developed when dealing with the teaching of Physics. In the final evaluation it was noted that the students presented great diversity in their written thoughts as opposed to when presenting oral discussions of the activities and the studied concepts. The use of the cellphone was revealed as a possible tool for the teaching of Physics, through a didactic sequence that brings together a diverse number of activities that actively involve the students in the process of learning. However, for future applications, adjustments will need to be made in order to provide a deeper discussion and learning, by incentivizing even further debates based on viewpoints that differ from those presented on the didactic material..

**Keywords:** Teaching and learning. Teaching practices. STSE. Didactic sequence. Oscillations Waves. Cell phone.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

QUADRO 1- Esquema sintético do conteúdo da sequência didática.....	41
FIGURA 1- Esquema de organização da sala de aula.....	58
FIGURA 2 - Registro da primeira atividade da SD .....	<b>Erro! Indicador não definido.0</b>
FIGURA 3 - Filtros disponíveis em alguns modelos de celular.....	64
DIAGRAMA 1 - Processo de análise dos dados .....	67
QUADRO 2 – Inter-relação entre as unidades de contexto e unidades de conteúdo evidenciadas na releitura dos textos .....	69
GRÁFICO 1 - Uso do celular segundo atividades frequentes.....	72
GRÁFICO 2 - Representação dos alunos que possuem telefone celular .....	78
GRÁFICO 3 - Percentual de aparelho celular por aluno.....	78
GRÁFICO 4 - Número de linhas telefônicas utilizadas pelos alunos. ....	79
GRÁFICO 5 - Autoavaliação da dependência dos alunos em relação ao celular .....	86
FIGURA 4 - Utilização da tomada da sala de aula para carregamento de vários celulares .....	86
FIGURA 5 - Etiqueta das roupas de alunos para comparação das informações simbólicas .....	88
GRÁFICO 6 - Taxa de leitura do manual do aparelho celular pelos alunos pesquisados.....	89
GRÁFICO 7 - Autoavaliação da habilidade com o telefone celular pelos alunos pesquisados ....	90
GRÁFICO 8 - Taxa referente à frequência de troca do telefone celular pelos alunos pesquisados.....	92
GRÁFICO 9 - Percentual de algum hábito de reciclagem de materiais eletrônicos .....	93

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
BNCC	Base Nacional Curricular Comum
CGI.br	Comitê Gestor da Internet no Brasil
COTRIM	Clube de Orientação do Triângulo Mineiro
CTS	Ciência Tecnologia e Sociedade
CTSA	Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente
DCNEB	Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
EJA	Ensino de Jovens e Adultos
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
GPS	Sistema de Posicionamento Global
GREF	Grupo de Reelaboração do Ensino de Física
GSM	Sistema Global para Comunicações Móveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
JIS	José Ignácio de Souza
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
MG	Minas Gerais
MEC	Ministério da Educação
MYC	Magenta, Amarelo, Ciano
OC	Organização do conhecimento
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
PDA's	Assistente Digital Pessoal
RGB	Vermelho, Verde, Azul
SD	Sequência Didática
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
USB	Universal Serial Bus
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 .....	12
1.1 AUTORRETRATO .....	13
1.2 INTRODUÇÃO.....	17
CAPÍTULO 2 .....	25
2.1 REFERENCIAL TEÓRICO.....	26
2.2 O TELEFONE CELULAR COMO RECURSO DIDÁTICO PARA ENSINO E .....	28
APRENDIZAGEM.....	28
2.3 PERSPECTIVAS LEGAIS DO TELEFONE CELULAR EM SALA DE AULA.....	30
2.4 O PROFESSOR COMO MEDIADOR E AS RELAÇÕES INTERATIVAS EM SALA .....	31
DE AULA.....	31
2.5 OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS (3MP).....	34
2.6 O ENFOQUE CTSA COMO NORTEADOR PARA ABORDAGEM DO CELULAR .....	36
COMO RECURSO DIDÁTICO E TECNOLÓGICO .....	36
CAPÍTULO 3 .....	400
3.1 DESCRIÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	411
<b>3.1.1 Por dentro do celular.....</b>	<b>433</b>
<b>3.1.2 A relação cultural .....</b>	<b>444</b>
<b>3.1.3 A relação científica – Parâmetros fundamentais das ondas .....</b>	<b>455</b>
<b>3.1.4 A relação artística .....</b>	<b>477</b>
<b>3.1.5 Avaliação final .....</b>	<b>488</b>
3.2 ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS E A PESQUISA DO USO DA.....	500
SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....	500
3.3 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	511
3.4 A AMOSTRA DA PESQUISA.....	533
3.5 APLICAÇÃO DA PESQUISA ACADÊMICA NA ESCOLA.....	566
<b>3.5.1 Primeira etapa: Por dentro do celular.....</b>	<b>59</b>
<b>3.5.2 Segunda etapa: A relação cultural .....</b>	<b>600</b>
<b>3.5.3 Terceira etapa: A relação científica .....</b>	<b>622</b>
<b>3.5.4 Quarta etapa: A relação artística .....</b>	<b>633</b>
<b>3.5.5 Quinta etapa: Avaliação final.....</b>	<b>645</b>

3.6 A ANÁLISE DE CONTEÚDO – UM BREVE RETROSPECTO .....	655
3.7 A ANÁLISE DOS DADOS .....	677
CAPÍTULO 4 .....	700
4.1 DESCRIÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS .....	711
<b>4.1.1 Os conhecimentos mobilizados</b> .....	711
4.1.1.1 O conhecimento cultural .....	711
4.1.1.2 O conhecimento científico .....	733
4.1.1.3 O conhecimento artístico .....	79
<b>4.1.2. Os conteúdos CTSA</b> .....	822
4.1.2.1 Relações ambientais .....	833
4.1.2.2 Relações sociais .....	844
4.1.2.3 Relações tecnológicas .....	877
4.1.2.4 Relações sobre reciclagem .....	900
4.1.2.5 Atitude científica.....	933
<b>4.1.3 Articulações interdisciplinares</b> .....	944
4.1.3.1 Ciências da Natureza e suas tecnologias.....	955
4.1.3.2 Matemática e suas tecnologias .....	966
4.1.3.3 Ciências Humanas e suas tecnologias .....	977
<b>4.1.4 Análise final da pesquisa</b> .....	988
4.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	1000
APÊNDICE .....	112

# CAPÍTULO 1

## 1.1 AUTORRETRATO

Sou professor, tenho 33 anos, graduado em Física – Licenciatura pela Universidade Federal de Uberlândia. Diversos motivos são relevantes para a escolha do tema deste trabalho e o desenvolvimento de um produto para a educação. Meu objetivo neste momento é desenhar um panorama geral que reflita minhas concepções sobre a tecnologia, bem como compreender as escolhas que me permitiram desenvolver este trabalho.

Eu cresci brincando na rua, e lá aprendi as dores e as delícias que somente ela pode proporcionar. Como qualquer menino, imaginava o que gostaria de ser, mas nem de perto se aproximava do que me tornei mais tarde, um professor apaixonado pelo ensino.

Desde a infância até os dias atuais, a tecnologia gradativamente começou a fazer parte do meu dia a dia. Primeiro, com a finalidade de proporcionar lazer ou diversão e, posteriormente, tornando-se ferramenta de pesquisa e desenvolvimento pessoal e profissional. Todavia, acho importante salientar que, por estar envolvido com diversos artefatos digitais, sinto que atualmente a continuidade de minhas atividades de ensino não está necessariamente vinculada ao uso de nenhum aparato tecnológico sofisticado.

Penso que estamos vivendo um momento de (re)evolução digital, o qual não pode ter suas dimensões compreendidas no agora. Entretanto, deve sim ser debatido no sentido de integrá-lo aos valores irrefutáveis da sociedade e dos indivíduos. Estabelece-se a cada momento, uma relação crescente de identidade entre os produtos da tecnologia e cada indivíduo, que se dá, ora pela aceitação, ora pela negação, da dependência das atividades humanas em relação à tecnologia. Frente a tantos acontecimentos relacionados à produção humana e à tecnologia, me parece por vezes, estarmos vivendo um anacronismo.

Um dos fatores relevantes a ser considerado nesse binômio homem e tecnologia, é a velocidade com que os artefatos tecnológicos surgem. A reflexão da pertinência desses recursos não acompanha o surgimento dos mesmos, e assim, muitas vezes, a sociedade consome os produtos da tecnologia sem nenhum tipo de crítica quanto à sua pertinência, comportando-se como uma espécie de “zumbi tecnológico”.

Os produtos da tecnologia não têm um fim por si só, restrito aos artefatos tecnológicos, o que significa que a tecnologia deve ser entendida como um conceito permeado de dualidade que remete à forma de resolução de problemas práticos. Bons exemplos são a tecnologia para extrair combustíveis fósseis - que beneficia a sociedade de diversas maneiras, mas em contrapartida ocasiona problemas ambientais - e o telefone celular, que estabelece

uma inédita dinâmica de comunicação e inter-relação entre indivíduos da sociedade como nunca ocorrera na história da humanidade, mas que tem sido responsável por causar doenças e o agravamento da poluição ambiental, relacionado ao aumento do lixo eletrônico produzido. A tecnologia deve ser debatida para ser consumida com consciência e seu uso sensato pode levar a um mundo melhor.

No entanto, o que tem acontecido de maneira assustadora é o fato de os dispositivos evoluírem e serem tomados como fundamentais para a continuidade da vida, a exemplo dos *smartphones* de geração 4,5 e 6 e, mais recentemente, 7 e 8. Sem a discussão das razões do último lançamento ser melhor que o anterior, a sociedade usufrui desses dispositivos de uma maneira aleatória, sendo que raramente são conhecidos todos os seus benefícios e funcionalidades. Falta informação, como também formação para a população se relacionar, de forma saudável, com a tecnologia.

Fundamentando esse raciocínio, Marcelo Tas (Silveira e Pretto, 2008) diz:

O telefone, por exemplo, levou 74 anos pra alcançar 50 milhões de usuários; o rádio, 38 anos; o computador pessoal, 16; a televisão, 13; o celular, 5; a World Wide Web, a internet gráfica, 4 anos, e o Skype, apenas 22 meses. Ou seja, a sociedade assimila cada vez com mais velocidade as novas mídias e ferramentas de comunicação. Ou seja, cada vez que uma ferramenta nova é lançada, ela atinge com mais rapidez uma multidão de 50 milhões de usuários (SILVEIRA; PRETTO, 2008, p.203).

Posta a necessidade de uma discussão constante no consumo da tecnologia, lembro um equivalente paralelo, quando a sociedade debatia sobre a proibição do ato de fumar em recintos fechados. Nas diversas ocasiões, foram dadas oportunidades para emitir opiniões. A aprovação da lei que regulamenta a conduta humana nesses espaços foi considerada sobre a discussão de quem se manifestou. Mas, na contramão desse exemplo, a tecnologia não tem sofrido a mesma análise.

É provável, ainda, que toda fixação ou exclusividade por qualquer coisa seja um malefício para a vida humana e suas relações. Nesse sentido, a exclusividade pela internet, telefone celular, pela cultura digital de modo geral, é uma prática questionável, um afastamento da realidade, uma sensação de estar perto e não estar junto com as pessoas que se comunicam, como por exemplo, pelo uso frequente do celular.

A reificação da cultura digital e sua relação com a educação, enquanto promotora dessa, pode ser colocada em perspectiva com o seguinte raciocínio:

A cultura digital não é mais nem menos que as outras formas de cultura que a precederam e que foram por ela absorvidas, como a cultura oral, a cultura letrada e a cultura visual, também mediadoras da comunicação. No entanto, por diversas razões, muitas delas de caráter econômico, a cultura digital tornou-se para nós um fetiche. Para efeito de argumentação, definimos fetiche apenas a partir do dicionário, ou seja, como feitiço: objeto de reverência ou devoção extrema e/ou irracional; algo em torno do qual são construídos crenças e mitos que lhe atribuem poderes e significados mágicos (FONTOURA, 2011 p. 156).

O processo de fetichização destacado pela autora é o argumento que orienta um dos objetivos deste trabalho, a necessidade de diálogo constante sobre o uso da tecnologia, e que está em consonância com o que julgo ser um relevante referencial educacional ao nosso tempo, a saber, o enfoque de Ciência, Tecnologia e Sociedade, os apontamentos das Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio e a consideração do aluno como portador de conhecimentos relevantes para o processo de aprendizagem.

Associado a toda essa visão crítica - não quero desconstruir, justificar o não uso, ou tomar posição contrária ao uso das tecnologias para o ensino, mas sim, salientar o processo transitório que vivemos atualmente, de imersão tecnológica. Ressaltar o ineditismo desse momento para a história da educação e da construção do ser humano, cada vez mais permeado pelo domínio de novas técnicas e uso de artefatos digitais. A compreensão desse momento só poderá ocorrer em algum momento futuro, no entanto, as implicações são colhidas no presente, dando urgência aos diálogos que podem indicar direções minimamente seguras para a formação de alunos que sejam críticos e competentes para suas decisões.

Preciso dizer que, como antigo apreciador e atual músico amador, vivi uma singular realidade de ter que ligar para a rádio e pedir minha música favorita e então soltar o botão de *Pause* da combinação “*Rec+Play+Pause*” para registrar, com pouca qualidade, mas com muita alegria, minhas músicas favoritas em uma fita cassete. É nesse contexto do universo musical que tive meu primeiro *gadget*, um *walkman*.

Meu real desejo era ter um *discman*, inacessível para uma criança de 12 anos como eu, em meados de 1996. *Walkman* já não era um dispositivo tão caro e até então sua utilidade era apreciável, pois estávamos vivendo uma transição para os *compact discs*, e os rádios e as fitas eram ainda um meio de informação e diversão considerável. O que mais se destacava, para mim, era sua portabilidade, pois, poder estar na rua fazendo outra atividade e, ainda assim, ouvindo minhas músicas favoritas, era inigualável.

Sem novas ambições e percebendo gradativamente os *gadgets* se modernizarem, eu me acostumei ao meu *walkman*, não o troquei nem me desfiz dele por muito tempo. Muitos outros dispositivos apareceram, de diversos *designs* e diferentes marcas e tamanhos, e foi



observando essas mudanças sutis na evolução de aparelhos relacionados à música que surgiu aos meus olhos a portabilidade para um outro aparelho. Embora não me lembre do meu primeiro contato com o celular, nunca me esqueço de quando adquiri o meu primeiro aparelho.

Foi maravilhoso fazer uma carga inicial de 12 horas na bateria, mandar minha primeira mensagem de texto, atender a primeira ligação, descobrir a função de cada botão e possibilidades de configuração. No entanto, e não diferente do meu *walkman*, que nessa época eu já não sabia em que fundo de gaveta o havia abandonado, meu desejo me guiava para um modelo mais sofisticado, pois tinha jogos, *display* maior, qualidade de som e conectividade WAP<sup>1</sup>, toques polifônicos personalizáveis e uma câmera de 1,3MP<sup>2</sup>.

Nunca deixei de me envolver com a tecnologia desde o *walkman*, atualmente possuo um bom *smartphone*, mas longe de ser o melhor do mercado. Tenho um *dumbphone* (conceito utilizado em oposição ao de *smartphone*, indica um aparelho com pouca sofisticação de resolução de tela, conectividade *wireless* e armazenamento, a exemplo da família *Nokia Asha S40*) e meu primeiro *smartphone* que deixarei guardados. Acredito que, olhar para esses dispositivos daqui a vários anos e tê-los funcionando, pode me fazer refletir sobre conhecimentos que no momento não tenho total discernimento, como por exemplo: qual é a importância de se ter esses aparelhos? Por qual motivo comprei esse celular? Quais arquivos ainda estarão guardados dentro dele? Coisas que serão, possivelmente, uma parcela importante da minha história de construção, enquanto pessoa.

Por fim, a busca por motivação para desenvolver este trabalho é primeiramente considerá-lo uma autocrítica às maneiras de me relacionar com a tecnologia e de como inseri-la no contexto educacional de forma consciente e reflexiva. Reconheço que, com o passar do tempo, tornamo-nos mais dependentes da tecnologia e, ao mesmo tempo, maior é a necessidade de discutirmos como usá-la, em especial no ambiente escolar. Assim sendo, esta pesquisa permite explorar o ensino de temas relacionados à cultura, tecnologia, ciência e arte, ao usar o telefone celular como recurso tecnológico, em um momento em que o debate sobre a

---

<sup>1</sup> WAP é a sigla inglesa de *Wireless Application Protocol*, que em Português significa Protocolo para Aplicações Sem Fio. É uma tecnologia que permite aos aparelhos portáteis (telefones celulares, PDAs e outros) o acesso à Internet.

<sup>2</sup> O *Megapixel* (MP) é o valor equivalente a um milhão de *pixels*. Essas unidades são usadas para indicar a qualidade do sensor de imagens de uma câmera fotográfica digital e o tamanho da imagem que ele poderá produzir.

pertinência do uso desse aparelho em sala de aula tem se mostrado uma fonte de calorosos posicionamentos.

## 1.2 INTRODUÇÃO

Os problemas enfrentados para a melhoria da escolarização são muitos e antigos conhecidos de professores e pesquisadores. Entre tantos aspectos, podemos citar: o inexpressivo alcance das políticas públicas voltadas à melhoria da escolarização; gestores e professores com formações deficitárias e mal remunerados; escolas carentes de espaços que possibilitem novas dinâmicas de aprendizado, a exemplo de laboratório de Biologia, Física, Química ou Informática; alunos desmotivados, que não encontram relação entre o que é ensinado pelo professor, o que é mostrado no livro didático e o que é exigido enquanto aprendizado para a vida.

No que diz respeito a essa relação, o livro didático é geralmente a única referência de conteúdos e temas para professores e alunos e, portanto, centralizam-se nessa ferramenta as expectativas de ensino e aprendizagem. Em decorrência disso, o livro didático assume uma função de currículo escolar e determinante das estratégias de ensino, interferindo de modo expressivo nos processos de seleção, planejamento e desenvolvimento dos conteúdos em sala de aula, conforme destacam Siganski, Frison, Boff (2008). Ao ponderar as indicações dos autores, torna-se evidente a necessidade de um constante aprimoramento das práticas educacionais, ao exigir dos professores conhecimentos que transcendam as exigências de um livro e acrescentam esses autores supracitados:

Sendo o livro didático uma produção do ser humano, ele é um produto não neutro estando sujeito às limitações filosóficas, ideológicas e culturais dos autores que os produzem. Dessa forma, a sua escolha deve ser cuidadosa, cabendo ao professor, selecionar criteriosamente e criticamente o livro didático a ser adotado, prevalecendo, na escolha, a qualidade e a utilidade, tendo como objetivo adequá-lo ao contexto sócio-econômico e cultural do educando, procurando obter um rendimento máximo possível do aprendizado (SIGANSKI, FRISON, BOFF, 2008, p.44).

Diante desta problemática específica, em que professor e aluno constroem relações de ensino e aprendizagem, sua análise pode requerer a adoção de estratégias singulares. A elaboração e a aplicação de outros recursos didáticos diversificados, a exemplo do uso do laboratório para aulas práticas, a utilização de simulações e jogos digitais com interface metodológica, recursos audiovisuais ou mesmo uma Sequência Didática (SD), que possam

melhorar o ensino e a aprendizagem, buscando superar parte das lacunas deixadas pela relação intimista adotada por professor e aluno em relação ao livro didático.

Considerando esse cenário de recursos diversificados, referenciamos em Zabala (1998) ao propor que “a Sequência Didática perfaz um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas objetivando a efetivação de certos objetivos educacionais, e apresenta ainda um princípio e um fim conhecidos por professor e aluno” (ZABALA, 1998, p. 18). A proposição de uma SD como produto educacional será o cerne deste trabalho de mestrado profissional. Pretende-se, com o seu desenvolvimento, integrar conteúdos científicos, vinculando-os às suas dimensões práticas, técnicas e sociais. Enquanto estratégia didática, é uma forma de estruturação dos conteúdos e atividades que se pretende ensinar, sendo ainda uma forma de eleger determinados recursos didáticos e especificamente relacionados à nossa temática de ensino e que são facilitadores da prática educacional.

Uma segunda problemática relevante na atualidade e que tangencia o contexto educacional, diz respeito às inovações tecnológicas que são rapidamente difundidas, em especial entre o público jovem, que comumente as adquire sem ter uma atitude reflexiva para um consumo consciente.

O telefone celular é um recurso de grande aceitação pelos jovens e adultos e tem atingido também o público infantil. Por meio desse aparelho, as relações de comunicação se modificaram em nossa sociedade, uma vez que podemos nos comunicar quase instantaneamente por voz ou texto, armazenar arquivos, acessar a internet, ouvir rádio ou capturar imagens por foto ou vídeo. Tais possibilidades têm redesenhado as relações interpessoais e, conjuntamente com a disseminação de diversas outras inovações tecnológicas na sociedade, corroboram para que o celular e o seu aparecimento dentro da escola sejam objetos de estudo por diversos pesquisadores.

Além disso, a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), promovida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2005, apontou que a posse de telefone móvel entre estudantes acima de dez anos na região sudeste é de 42,6%, ao passo que 57,4% dos estudantes não o possuíam. Já em 2011, a mesma pesquisa indica que 68,5% desses estudantes possuíam o aparelho celular e 31,5% não o tinham. Tais dados apontam que a presença desse artefato tecnológico em ambiente escolar cresce rapidamente e não pode ser ignorado.

A crescente utilização do celular pela população brasileira é também verificada nos dados do Comitê Gestor da Internet no Brasil – CGI.br (2013) ao apontar que 31% da

população brasileira utiliza a internet pelo celular, e que o percentual sobre o total da população com dez anos ou mais que é usuária do celular passou de 67%, em 2008, para 86% em 2014, um total de 148,2 milhões de usuários de telefone celular no Brasil.

Paralelamente a esses fatos, adotando-o como uma temática de ciências que tem se revelado desafiadora em seu aprendizado, destacamos a ênfase sugerida pelas Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEM) ao tratar a tecnologia da comunicação e informação como uma possibilidade de organização curricular, ao dizer que:

As tecnologias da informação e comunicação constituem uma parte de um contínuo desenvolvimento de tecnologias, a começar pelo giz e os livros, todos podendo apoiar e enriquecer as aprendizagens. Como qualquer ferramenta, devem ser usadas e adaptadas para servir a fins educacionais e como tecnologia assistiva; desenvolvidas de forma a possibilitar que a interatividade virtual se desenvolva de modo mais intenso, inclusive na produção de linguagens. Assim, a infraestrutura tecnológica, como apoio pedagógico às atividades escolares, deve também garantir acesso dos estudantes à biblioteca, ao rádio, à televisão, à internet aberta às possibilidades da convergência digital (BRASIL, 2013, p.25).

Apontando nesse sentido, de motivação relacionada aos processos de interação que podem ser mediados pela inserção da tecnologia em sala de aula, utilizamos o referencial de Vygotsky (2005). Entendemos que explorar a função da palavra como forma de desenvolvimento cognitivo e de mudança do pensamento pode reforçar características que definimos previamente para nosso produto educacional. Buscamos uma significação conceitual valendo-nos de diálogos e outras ferramentas que visam fortalecer no aluno os processos de reflexão e tomada de decisão frente aos conhecimentos que lhes são ofertados.

Além disso, as DCNEM (BRASIL, 2013) sustentam, como pressupostos para uma educação de qualidade, que o trabalho, ciência, tecnologia e cultura apontados como dimensões da formação humana, sejam articulados com o objetivo de ofertar ao aluno uma base unitária de formação que o capacite a pensar e compreender as determinações da vida social e produtiva com vistas à emancipação humana. Sendo assim, o telefone celular, como um tema que suscite discussões e o diálogo, é pertinente com esta pesquisa desenvolvida.

Pode-se citar ainda, que, embora em sua versão preliminar, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) faz um importante indicativo ao tratar o tema integrador - Tecnologias Digitais - como forma de efetivar os objetivos de aprendizagem transversalmente nas diferentes áreas do conhecimento. Os apontamentos, ainda que preliminares, desse documento, podem evidenciar possibilidades de validação dos objetivos do nosso trabalho. Para a área de Ciências da Natureza, o documento diz:

Cada um dos componentes curriculares dessa área de conhecimento, com objetos de estudo próprios, modelos explicativos distintos, desenvolveu dinâmica peculiar de produção de conhecimento. Como essa produção se encontra diretamente relacionada a produtos e processos tecnológicos, cuja importância social e econômica teve tal ampliação, seu estudo não pode ser separado das ciências correlatas. A vida humana seria impensável sem essas Ciências na sociedade contemporânea, por sua presença na cultura e por sua relação com produtos e processos tecnológicos. Por isso, entre as razões para uma formação articulada entre Ciências e tecnologias, está a necessidade de qualificar os jovens para o uso de tecnologias, assim como para fazer julgamentos, tomar iniciativas práticas, elaborar argumentos e apresentar proposições (BRASIL, 2016, p.201).

Existe também uma relação entre as abordagens político-pedagógicas citadas acima e a matriz de referência do novo Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). A área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias tem, por competência de área<sup>3</sup>, compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas, como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade. De tal forma, essa competência viabiliza a abordagem do tema tecnologia da comunicação para o ensino de Física em nossa SD, que se fará presente neste produto educacional por meio de alguns itens daquele exame e que contemplem os conteúdos de oscilações e ondas que pretendemos abordar.

A proposta deste trabalho é estudar uma alternativa que possa colaborar com a solução dos problemas no ensino de Física, citados inicialmente, em conjunto com a pesquisa sobre o uso do celular como recurso didático para o ensino e aprendizagem em Física. Assim, pretende-se elaborar, aplicar e avaliar uma SD cujos temas são as ondas e seus vínculos com aspectos tecnológicos, culturais, científicos e artísticos. Com isso, a pretensão é desenvolver uma melhoria na aprendizagem dos alunos, ao abordar conteúdos de ondulatória com enfoque na Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).

Desse modo, e motivado pelo desafio de tratar a tecnologia como uma situação de ensino, o produto educacional desta dissertação é uma sequência didática sobre a utilização do telefone celular como um equipamento mediador, de forma a viabilizar diálogos pertinentes com a aprendizagem de conteúdo do domínio da Física e temas relacionados ao enfoque CTSA para alunos do terceiro ano do Ensino Médio noturno, em uma escola pública estadual de Uberlândia.

---

<sup>3</sup>A matriz de referência do ENEM, a partir de 2009, foi reestruturada considerando competências e habilidades que compõem cada uma das grandes áreas do conhecimento (Ciências Humanas e suas tecnologias, Ciências da Natureza e suas tecnologias, Matemática e suas tecnologias, Linguagens, códigos e suas tecnologias e Redação). Ciências da Natureza e suas tecnologias, por exemplo, é composta por 30 habilidades distribuídas em 8 áreas de competências.

Em justificativa para tal abordagem, as propostas da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) e reafirmadas nos DCNEM, ressaltam a motivação da prática pedagógica viabilizar o contato do aluno com aspectos da Ciência e Tecnologia em vários segmentos da sociedade, para que se aproprie da concepção ampla e social do contexto científico-tecnológico. Assim, um ensino mais contextualizado e reflexivo, que promova o pensamento crítico no sujeito a fim de torná-lo atuante na sociedade, está em conformidade com anseios do movimento CTSA e da SD deste trabalho.

Com base nessa análise, a presença do enfoque CTSA na SD potencializa o material devido à presença de seus objetivos e propostas, que irão contribuir para a construção de questionamentos e críticas dos conhecimentos abordados e também por ser um movimento que tem se ampliado em toda a sociedade brasileira, em especial na área educacional.

Em virtude de tais fatos, denota-se que existem muitas observações pertinentes entre a abordagem da tecnologia e os documentos oficiais da educação. Em pesquisa prévia em *sites* e periódicos de divulgação digital, foram encontrados diversos artigos e dissertações no Brasil que se ocupam das mesmas relações temáticas sobre as quais pretendemos tratar (RIBAS 2012; VIEIRA, LARA, 2013; VIEIRA, LARA, AMARAL, 2014; CASTRO-PALACIO, 2014; SANTOS, et al., 2014; CHRISTENSEN, et al., 2014; FERNANDES, et al., 2016) mas que não se assemelham com a abordagem almejada nesta pesquisa.

Portanto, o objetivo é relatar um possível caminho para trabalhar o telefone celular e o seu estudo permitirá relacioná-lo a tópicos de oscilações e ondas. Pretende-se também, analisar o celular em sala de aula em seus aspectos tecnológicos, vinculados ao seu desenvolvimento e aperfeiçoamento e as inter-relações culturais e sociais do uso e posse constante do celular. Em outros momentos serão propostas atividades que abordam a intersecção entre os aspectos científicos e artísticos, que partem da concepção ondulatória da luz e permitem interpretações complementares do mundo das artes.

Ao considerar a carência na literatura de materiais com tal abordagem, entendemos como fundamental o desenvolvimento deste trabalho. O telefone celular será o ponto de partida para atividades que envolvam a tecnologia, cultura, ciência e artes e também ponto de convergência ao considerar a produção textual dos alunos como forma de avaliação e fechamento do bimestre letivo. Durante o caminho pedagógico será possível que os estudantes construam significações para os conceitos de ondulatória que serão abordados, tendo como pano de fundo as ondas mecânicas e eletromagnéticas que viabilizam o

funcionamento do telefone celular. De tal maneira e por todos os aspectos já sinalizados, perguntamos:

**É possível conceber um caminho pedagógico que considere o uso do telefone celular como recurso didático para o ensino e aprendizagem em Física?**

Na busca por respostas a essa questão, é proposto trabalhar com o telefone celular vinculando-o a vários aspectos da vida humana e considerados relevantes para a formação do estudante, tais como a cultura, a ciência e a tecnologia. Destaca-se, portanto, na proposição do trabalho, atividades que considerem, num primeiro momento, a exploração do telefone celular em sua dimensão tecnológica, de seus materiais constituintes e funções.

Posteriormente, o aparelho viabilizará a abordagem cultural, ao permitir questionamentos sobre sua representação simbólica e seu significado para a sociedade. Em seguida, a abordagem científica que abrange conceitos da ondulatória pertinentes ao funcionamento do celular, e finalizando, as relações artísticas que os conhecimentos trabalhados até aqui permitem efetivar. Todo o trabalho construído considera, ainda, as restrições legais da utilização do telefone celular em espaço escolar.

De início, o trabalho com a SD propõe como atividade a interação direta dos estudantes com o telefone celular (Apêndice C, atividade 1.1). O manuseio e a ação de desmontar têm por finalidade permitir que seja feita uma descrição com maiores detalhes dos materiais constituintes do celular, a conceituação dos componentes eletrônicos, o contato com os símbolos, unidades de medidas ou outros aspectos eletrotécnicos e que assim, permita aos estudantes ter uma concepção mais intimista desse aparelho.

Pretende-se também que essas atividades de interação com o celular desencadeiem as problematizações que viabilizem diálogos sobre a reciclagem do lixo eletrônico produzido. De tal forma, a SD contempla questionamentos e atividades com vídeos e leitura de reportagens a fim de evidenciar os perigos e benefícios envolvidos na reciclagem do lixo eletrônico.

A segunda parte da SD fundamenta-se na abordagem cultural, cuja proposta de trabalho é revelar que tecnologia e sociedade exercem influência mútua. Serão trabalhadas nesse momento com a SD atividades diversas como, por exemplo, a audição e análise de uma canção da música popular brasileira, leis estaduais e federal que restringem o uso do celular em ambiente escolar e ainda a leitura de textos, resolução de exercício do ENEM e exibição de vídeo para reflexão e análise que, embora trate de um futuro distópico, servirá como base

para que o aluno se posicione de forma crítica frente a sua relação com os produtos da tecnologia e, em especial, o celular.

Em seguida são arrolados, na terceira parte, conteúdos conceituais trabalhados tradicionalmente em cursos de Física do ensino médio e que denominamos de “A relação científica”. Aqui serão abordados os conceitos de oscilações e ondas, tais como pulso, período, frequência, comprimento de onda e velocidade de propagação, abordados em atividades de leitura, resolução de exercícios e exploração de simulações para ensino de Física. É importante que nesse momento sejam estabelecidas amarrações com conhecimentos já trabalhados nos momentos anteriores e que os estudantes possam aperfeiçoar a concepção de ondas e de sua propagação.

A SD aborda, na quarta etapa, a relação artística na qual se preconiza as relações existentes entre Física e Artes. Uma vez que os conceitos de comprimento de onda e frequência foram trabalhados na etapa anterior, agora, busca-se relacioná-los com a cor-luz ou cor-pigmento, abordando novamente alguns produtos da tecnologia como impressoras, telas de celular ou, ainda, obras de artes de relevância histórica em diferentes tons de cores.

E, para finalizar, é proposta uma avaliação dos conhecimentos trabalhados ao longo dessas quatro etapas. Nessa avaliação, que se diferencia dos padrões adotados para uma ciência quase sempre tida como exata, como é o caso da Física, optou-se por uma proposta de redação na qual os alunos pudessem fazer um relato do seu aprendizado, o qual será fonte de dados para análise desta pesquisa e pode evidenciar respostas para a pergunta de pesquisa.

Os objetivos propostos para a pesquisa são expostos neste momento e, em seguida, inicia-se o relato sobre os referenciais teóricos que fundamentam este trabalho. Os objetivos que norteiam a produção e aplicação da sequência didática, cuja temática transversal é o telefone celular, são:

Objetivo geral:

- ❖ Investigar um caminho pedagógico no uso do telefone celular para a integração, por meio de perspectivas interdisciplinares e contextualizadas, entre educação e as dimensões de ciência, trabalho, sociedade e ambiente.

Objetivos específicos:

- ❖ Produzir uma sequência didática para socializar possíveis formas do uso do telefone celular como recurso pedagógico.



- ❖ Discutir o tema telefone celular, vinculando-o como recurso didático para prática de ensino de Física.
- ❖ Relacionar o telefone celular como artefato tecnológico, científico, cultural, social, artístico e de trabalho.
- ❖ Utilizar o tema telefone celular para problematização e discussão dos conteúdos de oscilações e ondas.

Para apresentar este trabalho, ele foi dividido em cinco partes. Neste primeiro capítulo são apresentados os caminhos trilhados pelo pesquisador e que são considerados relevantes para a escolha do tema e, em seguida, uma introdução para justificar a relevância do tema e também para apresentar a pergunta de pesquisa e seus objetivos.

No segundo capítulo, abordamos os referenciais teóricos que permitiram fundamentar a consistência do tema “telefone celular” como relevante e pertinente ao contexto educacional, utilizando as tradições teóricas do enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), os Três Momentos Pedagógicos (3MP), bem como algumas considerações da teoria sociointeracionista de Vygostky (2005).

Já no terceiro capítulo, realizamos a apresentação do planejamento e implementação da Sequência Didática, enquanto produto educacional desenvolvido com este trabalho. Apresentamos os objetivos da SD e realizamos uma descrição dos sujeitos da pesquisa, da escola e da dinâmica de aplicação do material proposto na escola.

O quarto capítulo, intitulado “resultados e análises”, consiste num relato sobre os resultados da aplicação da SD com uma turma da terceira série do ensino médio e na análise das atividades desenvolvidas pelos alunos.

No quinto capítulo são apresentadas as considerações finais e as conclusões que a aplicação deste trabalho nos permitiu elaborar. E, finalizando, serão disponibilizados em anexo o produto educacional elaborado e seus recursos constituintes como forma de viabilizar futuras aplicações da SD elaborada.

# CAPÍTULO 2

## 2.1 REFERENCIAL TEÓRICO

O trabalho realizado é estruturado em um cenário composto pelo telefone celular, pelos elementos da aprendizagem sociointeracionista de Vygotsky, três momentos pedagógicos (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2002), enfoque CTSA e por fim, utilizaremos a ferramenta da análise de conteúdo proposta por Laurence Bardin (1994) com o objetivo de analisar os dados obtidos. O correto esclarecimento de cada um desses elementos constituintes deste trabalho irá desvelar o panorama a se enxergar sob a ótica que nos parece plausível para abordagem e razoável para aplicações.

Em seguida, serão expostos os objetivos da pesquisa apontando as finalidades que buscamos com a aplicação da sequência didática proposta. A escolha de alocar os objetivos ao fim do referencial teórico, e imediatamente antes de se iniciar a metodologia da pesquisa, deve-se à intenção de deixar claras as metas que pretendemos alcançar e o que queremos fazer para, enfim, desenvolver os procedimentos para chegar aos resultados pretendidos.

Como argumentação inicial sobre a vinculação do telefone celular dentro da temática deste projeto, é importante saber que existem diversos modelos disponíveis no mercado, com classificações que variam de celular, *dumbphones*<sup>4</sup>, *feature phone*<sup>5</sup> ou *smartphone*<sup>6</sup>. Adotaremos o conceito de telefone celular como generalizador para os encaminhamentos teóricos e metodológicos deste projeto, não nos valendo, portanto, das especificidades a que cada classificação determina, uma vez que se desvinculam dos objetivos propostos para este projeto.

Ainda nesse sentido, Morimoto (2009, p.12) expõe a dinâmica de evolução desse artefato tecnológico. De início, surgiu como aparelho de telefonia móvel com uso exclusivo para fazer e receber chamadas telefônicas e, de maneira rápida e gradual, tornou-se ponto de conversão de diversos outros aparatos tecnológicos. Primeiramente, incluindo as antigas agendas eletrônicas ou catálogo de papel, em seguida, incorporando funcionalidade de *PDAs*<sup>7</sup>

---

<sup>4</sup> Aparelhos simples que não rodam um sistema operacional, não instalam aplicativos e não possuem as diversas conectividades dos atuais *smartphones*.

<sup>5</sup> Aparelhos intermediários que suportam a instalação de aplicativos em Java e incluem navegadores web.

<sup>6</sup> As designações mais populares são de que o *smartphone* roda um sistema operacional completo, comunica-se com um computador via USB ou *Bluetooth*, permite navegação na internet com navegador e oferece cliente de e-mails além de tocar músicas, exibir vídeos e rodar jogos.

<sup>7</sup> Dispositivo portátil de armazenamento de informações que dispõe de um processador e sistema operacional. Apresenta baixo custo e de formato pequeno com a possibilidade de novos programas e funcionalidades.

e *Palms*<sup>8</sup> para visualização e edição de documentos, câmeras digitais, *mp3 player*, *GPS*<sup>9</sup>, *Modem USB*<sup>10</sup> e *Bluetooth*<sup>11</sup>.

Esse volume de aparatos tecnológicos, que se encontram fundidos em um único aparelho, confere ao celular uma multiplicidade de usos, fazendo-o um potencial substituto de computadores de mesa e até mesmo dos *notebooks*. É também no seu tamanho reduzido e comodidade de acesso a redes sociais e navegação na internet que os estudantes encontram uma via de estabelecimento de relações e também de comunicação e estudos. De tal maneira, parece-nos natural o aparecimento do celular no ambiente escolar.

O segundo elemento articulador de conhecimentos a que nos valem neste projeto são os conceitos de mediação, interação social e zona de desenvolvimento proximal, pertencentes à teoria de desenvolvimento sociointeracionista de Vygostky (2005, 2007). Acreditamos que esses conceitos da obra de Vygostky formam um substrato rico em possibilidades de exploração das relações interativas que se estabelecem em sala de aula entre o conhecimento, o professor e o aluno.

A atividade educativa, na perspectiva de Delizoicov e Angotti (1991, p.25), deve ser sustentada por uma postura de problematização apresentada pelo professor. E como a relação ensino-aprendizagem envolve, obrigatoriamente, professor e aluno, a problematização se insere como geradora de diálogo, rompendo com a tradição de um ensino transmissivo onde somente o professor é detentor do conhecimento.

Por sua relevância no estabelecimento de uma postura mediadora do professor e no levantamento de questões expressivas para discussão e reflexão, como também pelo engajamento que a problematização pode resultar no contexto educacional, adotamos os Três Momentos Pedagógicos (3MP), que são baseados nos estudos de Freire (1987), como um fundamento teórico e metodológico para o desenvolvimento desta dissertação. Além disso, notamos claramente que tais momentos possuem relação de complementaridade com a teoria de Vygotsky (GEHLEN, MALDANER, DELIZOICOV, 2012; GEHLEN, HALMENSCHLAGER, MACHADO, AUTH, 2012; MORAES, SANTOS, 2016), em

---

<sup>8</sup> É um computador portátil com uma tela sensível ao toque, poucos botões e uma caneta para a inserção de dados chamada de *Stylus*.

<sup>9</sup> Sistema de Posicionamento Global que consiste num elaborado sistema de satélites e um equipamento portátil que fornece informações precisas sobre o posicionamento individual no globo terrestre.

<sup>10</sup> Dispositivo que realiza a conexão de outros aparelhos com a internet com o auxílio de um cabo com a tecnologia *Universal Serial Bus*.

<sup>11</sup> É uma tecnologia de comunicação sem fio que permite a transmissão de dados e arquivos através de aparelhos celulares e diversos outros dispositivos eletrônicos.

especial, na manutenção da motivação para o aprendizado dos alunos, na interação entre os pares e na apreensão de significados dos conceitos científicos que foram selecionados para abordagem ao longo da sequência didática.

Outro referencial que utilizamos é o enfoque CTSA, por sua proposição de um ensino mais reflexivo e contextualizado e por objetivar a formação de um cidadão crítico, capaz de interagir na sociedade, fundamentar a abordagem de conteúdos científicos referente ao contexto pessoal e social do aluno.

O breve esclarecimento desses referenciais será aprofundado desse ponto em diante nas subseções que se seguem.

## 2.2 O TELEFONE CELULAR COMO RECURSO DIDÁTICO PARA ENSINO E APRENDIZAGEM

Os artefatos tecnológicos estão integrados à rotina do ser humano, independente de sua faixa etária. É comum encontrar ao nosso redor crianças em posse de celulares e *tablets*<sup>12</sup>, demonstrando considerável habilidade em seu manuseio. Consideramos ainda o crescente número de estudantes em posse desses aparelhos, conforme mostram pesquisas anteriormente citadas. Dados da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) apontam que o acesso à telefonia móvel aumentou expressivamente<sup>13</sup> nos anos de 2012, 2013 e 2014, correspondendo a um número maior que o de habitantes do país, que em 2014, segundo estimativa do IBGE, foi de 202,7 milhões de habitantes.

Com uma população jovem, cada vez mais interdependente e interconectada urge a elaboração de novas políticas educacionais que considere o advento do celular como inerente ao universo desses jovens, ou, sem exagero, uma extensão do corpo deles, uma vez que diversos aspectos de suas vidas podem estar relacionados com alguma ferramenta ou aplicativo presente no celular.

Recentemente a Unesco lançou um guia para estimular o uso do celular nas salas de aula com finalidade didática e denominado de Diretrizes de Políticas da Unesco para a Aprendizagem Móvel. É uma publicação de acesso livre que trata da possibilidade de aprendizado em qualquer hora e lugar, da disponibilidade de um canal entre educação formal

---

<sup>12</sup> É um dispositivo de pequena espessura, em formato de prancheta, com tela sensível ao toque e cujas funcionalidades são comuns a de um *smartphone* e de um computador.

<sup>13</sup> 2012: 261,8 milhões; 2013: 271,1 milhões; 2014: 280,7 milhões de aparelhos celulares.

e informal, e serve como um roteiro e uma exposição de motivos para formuladores de políticas e outras pessoas que buscam transformar os aparelhos de telefonia móveis, cada vez mais presentes em todos os lugares, em ferramentas da educação (UNESCO, 2014).

Com iguais intenções, destacamos também a consideração das Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (BRASIL, 2013) que, ao tratar da formação básica comum e da parte diversificada, sugere que:

Organicamente articuladas, a base comum nacional e a parte diversificada são organizadas e geridas de tal modo que também as tecnologias de informação e comunicação perpassem transversalmente a proposta curricular desde a Educação Infantil até o Ensino Médio, imprimindo direção aos projetos político-pedagógicos (BRASIL, 2013, p.33).

E assim, temos que as direções e rumos para as ações da escola devem considerar, de maneira horizontal, que a tecnologia perpassem os componentes curriculares em todas as etapas do ensino. Do mesmo modo, no que se refere à diversificação de metodologias e melhora da qualidade do ensino, diz:

Ao lado das alternativas que incluem a ampliação da carga horária deve-se estimular a busca de metodologias que promovam a melhoria da qualidade, sem necessariamente implicar na ampliação do tempo de permanência na sala de aula, tais como o uso intensivo de tecnologias da informação e comunicação (BRASIL, 2013, p. 190).

São encontradas na Lei de Diretrizes e Bases da Educação nº 9.394/96 (BRASIL, 1996) outras referências de legitimação e pertinência das tecnologias da informação e comunicação frente ao currículo escolar.

Art. 36. O currículo do ensino médio observará (...) as seguintes diretrizes:  
 II – adotará metodologias de ensino e de avaliação que estimulem a iniciativa dos estudantes;  
 § 1º Os conteúdos, as metodologias e as formas de avaliação serão organizadas de tal forma que ao final do ensino médio o educando demonstre:  
 I - domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna; (BRASIL, 1996, p.20).

Considerando os breves apontamentos acima, o telefone celular se enquadra como um dispositivo que tem significativo potencial para exploração em sala de aula enquanto recurso tecnológico e, também, intimamente ligado a aspectos tecnológicos, culturais, científicos e artísticos, os quais desejamos abordar nesta pesquisa. Ressaltamos ainda que a

presença massiva desse aparelho em posse dos alunos, bem como a intimidade no seu manuseio, corrobora para ações que respondam ao questionamento anteriormente citado.

### 2.3 PERSPECTIVAS LEGAIS DO TELEFONE CELULAR EM SALA DE AULA

Não obstante, mesmo com a validação das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) pelos documentos oficiais da educação e publicados pelo Ministério da Educação (MEC), nos últimos anos foram criadas leis que proíbem o uso do telefone celular dentro da sala de aula. Essa aparente incoerência ressalta a necessidade de se ter um constante diálogo entre sistemas políticos e educacionais, no sentido de diminuir possíveis divergências no uso do telefone celular, em especial. Ainda assim, por se tratar de uma questão recente no contexto sócio educacional ainda não há resposta definitiva para a incompatibilidade de posições dos sistemas.

O Projeto de Lei nº 2.246, de 2007 (BRASIL/CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2007) cuja aprovação ocorreu em junho de 2009, visa proibir o uso de telefones celulares nas escolas públicas de todo o país. Acrescenta-se que outros dois Projetos de Leis (PL) ampliaram o escopo da proibição, assim, o PL 2.547/2007 veda o uso de aparelhos eletrônicos portáteis, sem fins educacionais, em salas de aula ou quaisquer outros ambientes em que estejam sendo desenvolvidas atividades educacionais nos níveis de ensino fundamental, médio e superior nas escolas públicas do País e, posteriormente, o PL 3.486/2008 estende essa medida aos estabelecimentos de educação básica e superior, com ressalvas aos casos em que forem autorizados pelo docente ou corpo gestor, com vistas ao desenvolvimento de atividades pedagógicas.

O Congresso Nacional Decreta:

Art 1º Fica proibido o uso de aparelhos eletrônicos portáteis nas salas de aula dos estabelecimentos de educação básica e superior.

Parágrafo único. Serão admitidos, nas salas de aula de estabelecimentos de educação básica e superior, aparelhos eletrônicos portáteis, desde que inseridos no desenvolvimento de atividades didático-pedagógicas e devidamente autorizados pelos docentes ou corpo gestor.

Art 2º Esta lei entra em vigor na data de sua publicação  
(BRASIL/CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2007).

As justificativas apresentadas nos PL supracitados são de que o telefone celular desvia a atenção dos alunos, possibilita fraudes nos processos avaliativos e é gerador de

conflitos entre professores e alunos ou entre os próprios alunos, e que tais acontecimentos influenciam negativamente o rendimento escolar.

Em tempo, faz-se necessário ressaltar que as atividades propostas nesta pesquisa e que se valem do manuseio direto do telefone celular em sala de aula se enquadram no parágrafo único da referida lei.

## 2.4 O PROFESSOR COMO MEDIADOR E AS RELAÇÕES INTERATIVAS EM SALA DE AULA

Vygotsky considera que o contexto histórico, social e cultural influencia sobremaneira no desenvolvimento cognitivo de um indivíduo. Tal influência se dá mais especificamente sobre o que se denominou processos mentais superiores, e abrangem a linguagem, o pensamento e a determinação do comportamento. Não apenas, pode-se considerar que o desenvolvimento cognitivo é a transformação de relações sociais em funções mentais (DRISCOLL, 1995, p.229, apud. MOREIRA, 2009, p.19).

Nessa perspectiva adotada, tomamos por base teórica algumas das considerações da teoria sociointeracionista de desenvolvimento e aprendizagem proposta por Vygotsky. Ao considerar que o ser humano se constitui a partir das relações que ele estabelece com o outro, pretende-se acatar que essas relações devem ser estendidas às relações entre alunos e entre aluno e professor, no sentido de que eles possam aprender em conjunto.

Por outro lado, as considerações dessas relações sociais, por vezes, são ignoradas no âmbito escolar, dando a impressão de que a sala de aula é um ambiente de transmissão unidirecional de conhecimentos. Cabe, portanto, ao professor se aperfeiçoar com o uso de ferramentas e ações pedagógicas que fomentem as interações necessárias para que as interações desejadas ocorram.

Sendo assim, essa mudança de postura do professor, decorrente da concepção construtivista de suas atividades, vem ao encontro do que propõe Zabala (1998, p.90) ao expor que ensinar envolve estabelecer uma série de relações que devem conduzir à elaboração, por parte do aprendiz, de representações pessoais sobre o conteúdo objeto de aprendizagem. Também contribui nessa perspectiva Moreira (2009, p.20), ao propor a seguinte interpretação sobre as interações sociais na teoria de Vygotsky:



A interação social é o veículo fundamental para a transmissão dinâmica (de inter para intrapessoal) do conhecimento social, histórica e culturalmente construído. Essa interação implica um mínimo de duas pessoas intercambiando significados; implica também um certo grau de reciprocidade e bidirecionalidade entre os participantes desse intercâmbio, trazendo a ele diferentes experiências e conhecimentos, tanto em termos qualitativos como quantitativos. Crianças, adolescentes, adultos, moços e velhos, geralmente não vivem isolados; estão permanentemente interagindo socialmente em casa, na rua, na escola, no trabalho. Vygotsky considera esta interação fundamental para o desenvolvimento cognitivo e linguístico de qualquer indivíduo (MOREIRA, 2009, p.20).

Temos que considerar, portanto, que a escola é um espaço de vivência e convivência, onde se estabelecem interações sociais e culturais e o professor é um incentivador e mantenedor dos diálogos e interações e, ainda, que o professor acompanhe o desenvolvimento dos alunos, fazendo intervenções diferenciadas conforme a necessidade e integre os resultados dessas ações produzidas. Para que o aluno compreenda o que faz, as interações e intervenções do professor devem ser intencionais e conscientes, no sentido de que o aluno compreenda suas ações. O professor pode ainda motivar o aluno, mantendo um ambiente favorável à continuidade das interações sociais por meio do diálogo e discussões, ao oferecer ao aluno condições para ele relacionar o conteúdo trabalhado ao que ele já conhece (ZABALA, 1998, p.91).

O mesmo autor salienta ainda o construtivismo, enquanto concepção sobre como se produzem os processos de aprendizagem, onde:

o papel ativo e protagonista do aluno não se contrapõe à necessidade de um papel igualmente ativo por parte do educador. É ele quem dispõe as condições para que a construção que o aluno faz seja mais ampla ou mais restrita, se oriente num sentido ou noutro, através da observação dos alunos, da ajuda que lhes proporciona para que utilizem seus conhecimentos prévios, da apresentação que faz dos conteúdos, mostrando seus elementos essenciais, relacionando-os com o que os alunos sabem e vivem, proporcionando-lhes experiências para que possam explorá-los, compará-los em situações diversas, avaliando a situação em seu conjunto e reconduzindo-a quando considera necessário, etc. (IDEM, p.38).

Outro fundamento da teoria de Vygotsky, com explorações recorrentes e atuais na área de ensino, é a de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), ao que ele define como sendo:

[...] a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (VYGOSTKY, 2007, p.97).

Não se trata de entender a ZDP como um espaço concreto, mas sim como uma diferença no que uma criança ou adulto é capaz de fazer sozinho e o que é capaz de fazer na interação com outra pessoa mais experimentada e, dessa interação, há a internalização de significados, valores culturais e sociais, bem como a construção de significados. No contexto educacional, uma forma de trabalhar a ZDP é com atividades que mobilizem a produção de diálogos, que estimulem os alunos a externar seus pensamentos sobre o tema tratado em sala de aula de tal forma que deem pistas sobre as possíveis dificuldades, permitindo a interação do professor e reiniciando o processo de mediação, produção de significado e aprendizagem.

Acrescenta-se a essa dinâmica de proposição de atividades, que elas são compatíveis com o desenvolvimento cognitivo dos alunos, e ainda a necessidade de mediação do professor, tem-se como resultado tanto a melhoria da compreensão dos temas em discussão, dentro de contextos específicos a que se pretende ensinar, como também as falas e opiniões, que contribuem para resolução de problemas propostos e como forma de avaliar os alunos.

Zabala (1998) contribui nessa perspectiva ao propor que, para efetivação das relações interativas em sala de aula, é relevante promover canais de comunicação e

Aceitar as contribuições dos meninos e meninas, mesmo que se expressem de forma pouco clara ou particularmente incorreta, e estimular especificamente a participação dos alunos com menor tendência espontânea a intervir, através do oferecimento de espaços de trabalho em pequenos grupos ou da relação e de contato pessoais com alguns alunos em momentos pontuais (ZABALA, 1998, p.101).

Com efeito, é nesse cenário aberto ao diálogo e contribuições que múltiplas interações entre professor e alunos serão estabelecidas com objetivos diversos, como o de construir momentos em sala de aula onde professor e aluno são coautores dos saberes abordados, de retirar o professor da posição de detentor exclusivo da informação e transmissão da mesma e, ainda, de possibilitar que os alunos compartilhem suas opiniões, uma vez que, com o uso de seus conceitos espontâneos na explicação de situações de seu contexto vivencial, será possível tomar consciência da necessidade de se apropriar de um conhecimento de maior generalidade, como é o conhecimento científico.

É nesse sentido que se torna viável a abordagem de um terceiro referencial teórico, os 3MP, conforme são descritos em sequência.

## 2.5 OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS (3MP)

A mediação e o diálogo são atividades estruturantes do sujeito da aprendizagem. No entanto, e conforme relata Ramos (2008, p. 69), é comum os alunos não participarem da aula porque é um espaço tradicionalmente ocupado pelo professor e a quem compete a tomada de decisões, de não incentivar a participação, de escolher quais questionamentos serão respondidos e quais conhecimentos são pertinentes ao momento da aula.

Para romper com essa prática comum e muitas vezes inconsciente do professor, ele deve se preparar com ferramentas que o auxiliem a promover o diálogo, permitindo aos alunos sentirem-se atores ativos da aula, com atividades que fomentem a comunicação.

Historicamente, a proposição e disseminação dos 3MP ocorreram por um grupo de investigadores do ensino de Ciências, que atuam na formação de professores de Ciências na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) em parceria com Marta Pernambuco, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). A implantação de práticas educacionais e sua submissão à análise crítica em teses e dissertações de seus autores tiveram relevância para a representatividade que essa forma de organização do conhecimento alcançou nos dias atuais (MUENCHEN, 2010, p.56).

O primeiro momento dessa organização 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-la total ou corretamente (DELIZOICOV, ANGOTTI, 1995, p.54).

Da mesma forma, é esperado que o aluno sinta-se motivado a buscar os conhecimentos que ainda não possui e que são necessários para a resolução de um problema. Diante disso, é necessário que a atitude do professor seja questionadora, lançando dúvidas para fomentar as explicações e conhecendo gradativamente os conhecimentos prévios que os alunos externam.

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 (1992, 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, 1992, p.34).

Finalmente, o terceiro momento pedagógico, a *aplicação do conhecimento*, integrando as contribuições do professor e do aluno para uma abordagem 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.

Metodologicamente, o procedimento nessa etapa é o mesmo do segundo momento (DELIZOICOV, ANGOTTI, 1991, p.31). Mas é importante para esse momento voltar às situações abordadas no primeiro momento, fazer “generalizações da conceituação”, ampliando o uso dos conceitos aprendidos nas etapas anteriores em outras situações, e também abordar situações que se distinguem das situações abordadas inicialmente, favorecendo a ampliação do significado do conceito e de sua aplicação (GEHLEN, MALDANER, DELIZOICOV, 2012, p.12).

Os três momentos pedagógicos (3MP) podem ser aplicados à atividade educativa com o objetivo de viabilizar uma prática dialógica em sala de aula. São, ainda, um dos organizadores utilizados para garantir uma prática sistemática do diálogo (PERNAMBUCO, 1992, p.33), no entanto, é necessário ressaltar que, conforme indicam Gehlen, Maldaner e Delizoivov (2012), os momentos pedagógicos possuem uma aproximação com a investigação temática proposta por Paulo Freire, na qual o processo de levantamento do tema a ser desenvolvido em sala de aula é parte integrante dessa proposta curricular. Não utilizamos a investigação temática para esta pesquisa, posto que apresentamos o tema selecionado para discussão com os alunos, mas salientamos a função de complementariedade existente com a proposta vygotskyana (GEHLEN, MALDANER, DELIZOICOV, 2012), onde o problema se relaciona a experiências vividas ou conhecidas pelo aluno, sendo assim pertinente a esta pesquisa.

Há pesquisas já realizadas em sala de aula, que se apoiam teoricamente em ambas as teorias, como a de Moraes e Santos (2016) que, a partir de atividades experimentais em uma sequência didática, associadas aos aportes teóricos da perspectiva histórico-cultural e da

dinâmica dos 3MP, permitiram alcançar resultados expressivos em relação à motivação dos alunos para o aprendizado em Biologia no Ensino Médio.

É apropriado destacar que, embora os três momentos pedagógicos não se reduzam a uma forma metodológica de tratamento do conteúdo e do conhecimento, é através deles que buscamos organizar todo o trabalho, no sentido de obter a complementaridade com os pressupostos de Vygotsky, em especial nos aspectos de motivação do grupo e interação entre os pares como também usá-los como instrumental do professor para promover significação conceitual e estruturação da dinâmica em sala de aula.

## 2.6 O ENFOQUE CTSA COMO NORTEADOR PARA ABORDAGEM DO CELULAR COMO RECURSO DIDÁTICO E TECNOLÓGICO

O movimento Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS) teve origem em meados da década de 70, e se influenciou pelas reflexões do impacto da Ciência e Tecnologia na sociedade moderna, conforme apontam Auler e Bazzo (2001, p.1), citando o exemplo do desenvolvimento da bomba atômica e do uso do agente *napalm*<sup>14</sup> na guerra do Vietnã.

No contexto histórico brasileiro, o movimento CTS teve fundamentos diferentes, pois não havia precedentes equivalentes com aqueles países onde o surgimento do enfoque da Ciência e Tecnologia se originou (Estados Unidos, Inglaterra, Países Baixos, entre outros) dado o passado colonial do Brasil. Além disso, a inserção de tópicos CTS no contexto educacional brasileiro também ocorreu de maneira diferente. No Brasil, um relevante alicerce para implementação das perspectivas CTS na educação se encontra nas abordagens freireanas conforme destacam Auler (2007), Roso, et al. (2015).

Nesse sentido, a aproximação Freire-CTS tem sido uma importante estratégia para promover aprendizagens em consonância com valores explícitos nas DCNEM no Brasil, tais como autonomia para o aprendizado, uma postura crítica e questionadora que é pertinente a esse enfoque e ainda a leitura crítica de mundo. Em diversos periódicos da área do ensino de Ciências e Matemática no Brasil, como também em dissertações e teses, é possível encontrar publicações com esse enfoque, dentre os quais: (JAPIASSU, 1999; TEIXEIRA, 2003; SANTOS; SCHNETZLER, 2003; PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007; BAZZO, 1998; AULER E BAZZO, 2001; e MORTIMER E SANTOS, 2000).

---

<sup>14</sup> Armamento militar cuja composição química deriva da mistura de gasolina e ácidos naftênico e palmítico.

Ainda, e de acordo com (SANTOS, 2007, p.4), o ensino de Ciências na maioria das escolas vem sendo trabalhado de forma descontextualizada da sociedade e dogmática. Tal constatação é complementar ao que aponta Teixeira (2003, p.2), que o perfil de trabalho em sala de aula nas disciplinas de Física, Química, Biologia e Matemática é marcado pela ênfase no conteúdo, exigência de memorização, algoritmos e terminologias, descontextualização, ausência de articulação com demais disciplinas e construção ingênua de uma ciência altruísta.

Os objetivos que se valem do enfoque CTS vinculado à educação são pontuados por (PINHEIRO, SILVEIRA E BAZZO, 2007, p.74), assim expostos:

- Questionar as formas herdadas de estudar e atuar sobre a natureza, as quais devem ser constantemente refletidas. Sua legitimação deve ser feita por meio do sistema educativo, pois só assim é possível contextualizar permanentemente os conhecimentos em função das necessidades da sociedade.
- Questionar a distinção convencional entre conhecimento teórico e conhecimento prático – assim como sua distribuição social entre ‘os que pensam’ e ‘os que executam’ – que reflete, por sua vez, um sistema educativo dúbio, que diferencia a educação geral da vocacional.
- Combater a segmentação do conhecimento, em torno dos níveis de educação.
- Promover uma autêntica democratização do conhecimento científico e tecnológico, de modo que ela não só se difunda, mas que se integre na atividade produtiva das comunidades de maneira crítica (PINHEIRO, SILVEIRA E BAZZO, 2007, p.74).

Tais objetivos, como também o próprio contexto histórico de surgimento do movimento CTS na década de setenta, incorporam questionamentos sobre os desdobramentos do desenvolvimento científico e tecnológico como forma de progresso da humanidade ou de seus impactos na sociedade moderna, conforme relatam Angotti e Auth (2001), como também Santos e Schnetzler (2003). Como efeito, na década de noventa, a educação ambiental e diversas questões dessa temática associada à CTS fez surgir o movimento CTSA<sup>15</sup>.

Como justificativa para a pertinência de abordagens CTSA na educação, a LDB, em seu artigo 35, dispõe quatro finalidades do ensino médio, das quais destacamos as seguintes:

Art. 35. O ensino médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades:  
[...]  
III – o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;  
IV – a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina (BRASIL, 1996, p.20).

---

<sup>15</sup> A pertinência do uso do termo CTSA em detrimento ao CTS deve-se ao fato de que os autores consideram a importância das questões ambientais no ensino.

Além disso, as DCNEB incentivam a inserção de conhecimentos da educação ambiental no currículo da educação básica, sugerindo como ferramenta a transversalidade mediante temas relacionados com o meio ambiente e a sustentabilidade socioambiental, tratados interdisciplinarmente (BRASIL, 2013, p.551).

No entanto, para se alcançar tais mudanças de formação do aluno, se faz necessária uma mudança de formação e postura do professor, que deverá deixar de ser a fonte única de conhecimento e passar a construir, junto com os alunos, os momentos de questionamentos para juntos atuarem como atores educacionais ativos na busca de conhecimento, dado que são características do enfoque CTSA os questionamentos críticos e reflexivos sobre o contexto científico-tecnológico e social ou mesmo ambiental. Tal abordagem traz também a necessidade de renovação da estrutura curricular dos conteúdos, de forma a colocar a Ciência e Tecnologia em novas concepções vinculadas ao contexto social (PINHEIRO, SILVEIRA E BAZZO, 2007, p.74).

Com o objetivo de estabelecer questionamentos relevantes para os aspectos das áreas CTSA e levada em consideração a popularidade que a tecnologia tem, em especial na vida dos alunos, bem como o contexto em que tem origem o movimento CTSA relacionado a reivindicações pós-materiais, Ricardo (2007, p.1) 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).

De tal modo, para que as mudanças propostas na LDB sejam operacionalizadas, enquanto formação de pensamento crítico do aluno, e para que se alcance maior integração entre os saberes das disciplinas, a abordagem CTSA é um possível caminho. Além disso, outras vantagens podem ser obtidas, uma vez que para a prática pedagógica

... significa romper com a concepção tradicional que predomina na escola e promover uma nova forma de entender a produção do saber. É desmitificar o espírito de neutralidade da ciência e da tecnologia e encarar a responsabilidade política das mesmas. Isso supera a mera repetição do ensino das leis que regem o fenômeno e

possibilita refletir sobre o uso político e social que se faz desse saber. Os alunos recebem subsídios para questionar, desenvolver a imaginação e a fantasia, abandonando o estado de subserviência diante do professor e do conhecimento apresentado em sala de aula (PINHEIRO, SILVEIRA E BAZZO, 2007, p.77).

Tanto quanto tornar o aluno detentor de pensamento crítico e de racionalidade para participar significativamente do seu meio social, faz-se necessário que o professor tenha uma prática pedagógica diferenciada, de forma a contemplar a abordagem de temas pertinentes à tecnologia em sala de aula. Será necessário (re)contextualizar e (re)problematizar conceitos da Ciência, de forma que sensibilize os alunos e professores a repensarem suas funções em sala de aula.

A respeito do conceito de contextualização nesta pesquisa, adotamos a interpretação de Mello (2004). A autora ressalta a origem etimológica da palavra, em que contextualizar significa enraizar uma referência em um texto de onde fora extraída, e longe do qual perde parte substancial de seu significado. É um empréstimo de significado advindo de um texto, uma situação ou objeto e, vinculado ao ensino, o ato de contextualizar é permeado por vivências concretas e diversificadas, incorporando aprendizado e novas vivências.

Para essa pesquisadora, há uma inter-relação necessária de se considerar entre os conceitos de contextualização, a interdisciplinaridade e transposição didática, ela diz que:

A transposição didática, interdisciplinaridade e contextualização são na verdade três facetas inseparáveis de um mesmo processo complexo: transformar o conhecimento em conhecimento escolar a ser ensinado; definir o tratamento a ser dado a esse conteúdo e tomar as decisões didáticas e metodológicas que vão orientar a atividade do professor e dos alunos com o objetivo de construir um ambiente de aprendizagem eficaz (MELLO, 2004, p.1).

Os referenciais de articulação de CTSA, contextualização e interdisciplinaridade se entrelaçam e estão presentes nas DCNEM e, aqui, apresentamos uma pesquisa que se propõe a elaborar, aplicar e avaliar uma sequência didática ligada a um tema relevante da Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente representado com o telefone celular.

Entende-se que os apontamentos da LDB e os documentos oficiais produzidos pelo MEC atestam a viabilidade do uso de tecnologias da comunicação e informação em sala de aula, e ainda que o telefone celular é um dispositivo que se encaixa nos critérios delimitados acima, como é, também, um tema transversal que permite uma formação integral do estudante, ao abordar conhecimentos gerais, tais como o trabalho, ciência, tecnologia e cultura, como dimensões formadoras do estudante de maneira interdisciplinar e contextualizada.



# CAPÍTULO 3

### 3.1 DESCRIÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática apresenta como tema principal o telefone celular e, como característica relevante, a abordagem de aspectos sociais, culturais, científicos e tecnológicos pertinentes à formação educacional do aluno e respaldada nas DCNEM (BRASIL, 2013). Assim, objetivamos, com a execução da sequência didática, relacionar com a Física tais dimensões dos saberes.

Ademais, a SD foi desenvolvida com uma proposta de cinco etapas: 1. Por dentro do celular; 2. A relação cultural; 3. A relação científica – parâmetros fundamentais das ondas; 4. A relação artística; e, por fim, 5. A avaliação final. Todas as etapas são compostas de uma a cinco aulas, perfazendo um total de no máximo quinze aulas, o que permite a sua execução em um bimestre<sup>16</sup>. Acrescenta-se ainda que todas as aulas apresentam um tempo previsto, objetivos a serem alcançados, os recursos didáticos requeridos e uma sugestão de desenvolvimento da dinâmica da aula, bem como sua avaliação.

É conveniente afirmar que houve uma preocupação no uso de diversas atividades para proporcionar diferentes formas de contato com o objeto de estudo. Existem atividades práticas, como a desmontagem de um aparelho celular, leitura de artigos e de reportagens, estas sobre a relevância do consumo e descarte consciente de aparelhos eletrônicos, questões de revisão e do ENEM, atividade com *software* para ensino do processo aditivo e subtrativo das cores e atividades complementares.

O quadro 1, abaixo, apresenta uma síntese geral das etapas, atividades e avaliações propostas na SD.

Quadro 1: Esquema sintético do conteúdo da sequência didática. (G) indicação de atividades em grupos e (I) para atividades individuais.

<b>Etapas</b>	<b>Duração</b>	<b>Atividade</b>	<b>Avaliação</b>
Por dentro do celular	Até 3 aulas	<b>1.1</b> Desmontar celular; responder questionário (G).	Folha com resposta do questionário.
		<b>1.2 e 1.3</b> Assistir vídeos e discussão sobre reciclagem do E-lixo. Aplicação 3MP: Problematização	

<sup>16</sup> Para efeito de planejamento, considera-se que a Física dispõe de duas aulas semanais.

		disponível no material do professor (G).	
		<b>1.4</b> Exibição e análise do vídeo <i>Wall-E</i> . Atividade 1.4 (G).	
A relação cultural	Até 3 aulas	<b>2.1 e 2.2</b> Leitura do texto; audição da música. Responder questão ENEM. Aplicação 3MP: problematização da atividade 2.2 no material do professor (G).	Folha com respostas das atividades. Fazer arremate dos conhecimentos discutidos em sala.
		<b>2.3</b> Explorar aspectos legais da utilização do celular em sala de aula. Aplicação dos 3MP: Problematização disponível no material do professor.	
		<b>2.4</b> Exibição e análise do vídeo <i>Nosedive</i> (G).	
A relação científica	Até 5 aulas	<b>3.1 e 3.2</b> Análise e comparação do experimento. Leitura do texto até “A natureza das ondas”; responder questão ENEM. Aplicação dos 3M.P: Problematização disponível no material do professor (G).	Folha com respostas das atividades. Fazer arremate dos conhecimentos discutidos em sala.
		<b>3.3</b> Utilização de simulação para diferenciação entre onda mecânica e eletromagnética.	
		<b>3.4</b> Leitura do texto e aplicação dos 3MP: Problematização disponível no material do aluno.	
A relação artística	Até 4 aulas	<b>4.1</b> Aplicação dos 3MP: Problematização disponível no material do professor.	Folha com respostas das atividades. Fazer arremate dos conhecimentos discutidos
		<b>4.2</b> Leitura do material do aluno e	

		resposta da atividade Física do cotidiano (G).	em sala.
		4.3 Leitura do texto Física e Artes ou “Esclarecendo o significado de cor em Física”. O uso de filtros na fotografia. Montagem da exposição (G).	
Avaliação	1 aula	X	Produção de texto (I).

Fonte: O autor, 2016.

### 3.1.1 Por dentro do celular

Primeiramente é proposta ao aluno a possibilidade de conhecer o telefone celular em seus aspectos estruturais. Nesse momento, é importante que se problematize para os alunos aspectos referentes à composição do celular, quais materiais são utilizados em sua fabricação, de onde vem a energia para seu funcionamento, se existe algum risco para a saúde que o aluno conheça e que esteja relacionado ao uso excessivo do celular, quais critérios que o estudante utilizou para escolher o seu atual aparelho, o que significam as informações presentes na bateria do celular, ou se já leram o manual do aparelho antes de utilizá-lo. Existe algum prejuízo para a vida útil do aparelho ao se usar um carregador diferente do recomendado pelo fabricante? E, sobretudo, de que maneira um celular consegue estabelecer comunicação com outro?

De maneira geral é esperado que a classe tenha uma relação com o celular baseada estritamente em aspectos estéticos ou econômicos. Assim, tais problematizações podem colaborar para desvelar outros aspectos importantes que transcendem o consumo e o valor de mercado, tais como materiais tóxicos empregados na fabricação dos aparelhos, a capacidade da bateria e o consumo de energia do aparelho, os riscos envolvendo o mau uso do aparelho e ainda um entendimento de como se efetivam as ligações / comunicações entre os aparelhos.

As aulas destinadas a esse momento permitem discutir o telefone celular no contexto do ensino de Física, utilizá-lo como equipamento gerador de problematização e discussão de conceitos físicos e ainda, fazer uma relação dele em múltiplos aspectos, enquanto artefato tecnológico, científico, cultural, social artístico e de trabalho. Ao problematizar a aquisição, o uso e o descarte dos aparelhos eletrônicos, bem como desmontar um telefone para conhecer

seus componentes e composição, discutir os vídeos e a reportagem sobre E-lixo, os alunos poderão reforçar algum conhecimento sobre essa problemática ambiental. Dessa maneira, o professor pode estar dispondo de uma maneira diferenciada de abordar o conteúdo ao ensinar e observar como os alunos se relacionam com o celular e o seu consumo.

### 3.1.2 A relação cultural

Na proposta de se trabalhar aspectos culturais juntamente com o tema telefone celular em sala de aula, estamos tratando também da relação com a educação. Educação e Cultura são dois conceitos polissêmicos, mas que se tangenciam em diversos pontos, posto que ambos envolvem a produção coletiva de crenças, valores e até objetos, como é o caso do celular. Não é nossa pretensão adentrar nas concepções de cultura, educação e até mesmo da cultura digital encontrada na literatura, mas sim de viabilizar o pensamento de aspectos da Ciência permeados com o da Cultura, rompendo, portanto, com o aspecto linear e de isolamento da Ciência em relação a outros campos do conhecimento, saberes e valores produzidos socialmente.

Prioriza-se, na execução desse momento com os alunos, o debate em grupo que será inicialmente motivado com a audição de uma música “*Queremos saber*”<sup>17</sup>. A composição é uma crítica ao cientificismo amplamente difundido na sociedade moderna por meio das diversas mídias e reificada, como por exemplo, na forma de um telefone celular. Um dispositivo que é tido por vezes como uma extensão do corpo humano e sem o qual importantes tarefas do dia a dia não seriam possíveis de se realizar, a exemplo da comunicação direta e o envio de mensagens eletrônicas e arquivos. Salienta-se ainda que a composição permite relacionar o celular com o aspecto cultural e tecnológico, uma vez que a própria composição musical retoma de forma crítica a tecnologia, dando assim forte ênfase ao terceiro objetivo específico da pesquisa.

As problematizações ou questionamentos levantados sobre trechos da composição deverão ser a motivação para os diálogos aos quais o professor deverá ficar atento, conduzindo a discussão para os aspectos relevantes e que são criticados na canção. A análise da letra da canção pode revelar desdobramentos históricos, sociais, econômicos e tecnológicos. A metáfora presente na palavra *saber*, repetida diversas vezes e também no

---

<sup>17</sup> Autoria: Gilberto Gil, Ano: 1976, Álbum: O Viramundo, Gravadora: Universal Music

título da composição, pode ser entendida como uma condição para a autonomia, luz e iluminação, remetendo ao período histórico marcado pelo predomínio da razão como instrumento de interpretação do mundo frente ao papel desempenhado pela igreja. Os versos “*homens pobres das cidades; das estepes dos sertões*”, referenciando uma forma de abandono e exclusão no alcance seletivo que o desenvolvimento tecnológico possui como limitação, e entendido também, como um contraponto às simplicidades vivenciadas e impostas pela vida no sertão. E ainda, os substantivos raio laser e antimatéria como desdobramentos tecnológicos acessíveis a uma parcela estrita da população.

Enquanto forma de avaliação, a classe poderá se organizar em grupos para que as problematizações postas pelo professor, ou outras elaboradas pelos alunos, possam ser discutidas e registradas em folha para posterior análise.

### **3.1.3 A relação científica – Parâmetros fundamentais das ondas**

A pretensão desse momento é o estudo das características das ondas que permitem a efetivação da comunicação entre um e mais aparelhos celulares. Para tanto, são propostos os objetivos de articular a relação entre cultura, trabalhada mais enfaticamente nas aulas anteriores, e os aspectos científicos. Uma descrição mais detalhada das ondas será possível com a leitura do texto, a distinção de ondas quanto a sua natureza e os parâmetros fundamentais, como período, frequência, comprimento de onda e a velocidade de propagação.

É esperado que os alunos tenham pouco ou nenhum conhecimento científico consolidado sobre as ondas, uma vez que esse conteúdo é pouco trabalhado no ensino médio. Decorrente da falta desse conhecimento, os alunos podem não ter o que externar nas problematizações, dificultando a construção de um diálogo constante. Por outro lado, o professor deve ficar atento para a percepção desses momentos e agir no sentido de manter a autoestima dos alunos, incentivando-os a compartilhar suas opiniões ainda que sejam permeadas por um conhecimento não científico.

O caráter dinâmico das ondas não consegue ser satisfatoriamente abordado com os recursos visuais e estáticos presentes nos livros didáticos. Sendo assim, é proposta uma atividade com uma hipermídia educacional “Onda em corda<sup>18</sup>” em que é possível revelar, com

---

<sup>18</sup> Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/wave-on-a-string](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/wave-on-a-string)

a dinâmica necessária, o que se entende no modelo da ondulatória sobre os conceitos supracitados.

Se possível, as atividades com as simulações devem acontecer no laboratório de Informática. Os alunos, organizados em pares ou mesmo individualmente, podem seguir as orientações do professor para exploração dos parâmetros fundamentais das ondas.

Os exercícios que são propostos ao longo do material podem ser complementados com outras atividades presentes no livro didático adotado pela escola. É importante notar que os itens do ENEM que fazem referência à interpretação de algum fenômeno ondulatório são frequentemente cobrados. Mediante o exposto, há ao menos uma questão dessa modalidade de avaliação em cada um dos momentos de estudo dessa sequência didática, sendo fortemente recomendado discutir os caminhos que permitem interpretar e resolver tais itens.

Com o intento de proporcionar aos estudantes uma compreensão fenomenológica de um fato comum do dia a dia, será abordado nesta etapa da SD o fenômeno de interferência. É esperado que, na compreensão do fenômeno, os alunos demonstrem pouco entendimento sobre o que significa e qual é a dinâmica de interação entre as ondas na produção de interferência. Por outro lado, seus efeitos podem ser de fácil reconhecimento pelos alunos como, por exemplo, compartilhar com a classe o questionamento sobre como as cores são produzidas na superfície de uma bolha de sabão, ou por qual motivo as caixas de som do computador emitem um ruído quando o celular estabelece uma chamada estando próximo delas. Isso permitirá desencadear discussões sobre situações que os alunos conhecem sobre interferência, pode ser um elemento utilizado pelo professor para início da dinâmica em sala de aula.

Após a problematização, o professor deverá mediar a discussão em sala de aula, permitindo que os estudantes manifestem suas opiniões e, se possível, solicitar que os alunos registrem as respostas em folha fornecida junto da SD. Em seguida, deve-se iniciar a leitura do texto contido na SD, permitindo aos grupos revezarem durante a leitura. O professor poderá, como incremento à leitura, utilizar a simulação sugerida, permitindo aos alunos visualizar, de forma dinâmica, o processo de formação de interferência construtiva ou destrutiva. É oportuno, nesse momento, tecer comentários que permitam relacionar as situações que os alunos enunciaram na problematização com o fenômeno que se ilustra, com o auxílio da leitura e da simulação.

Vale ressaltar que, seguindo as características gerais da SD e da turma de alunos escolhida para aplicação da pesquisa, não será feito um tratamento matemático aprofundado

sobre o fenômeno, embora sua realização constitua, reconhecidamente, uma poderosa ferramenta de análise e interpretação do fenômeno que pode ser retomada em outros momentos.

O fenômeno da iridescência é tratado com ênfase no texto por, seguramente, constituir situação de conhecimento comum dos estudantes. Ao final da leitura será solicitado que os alunos discutam e respondam a questão do ENEM 2015 sobre esse fenômeno, registrando a resposta e os pensamentos em folha para posterior análise. O texto permite fazer relações com conceitos estudados em momentos anteriores e é pertinente salientar a importância do correto entendimento dos conceitos de comprimento de onda e fase para o correto entendimento da interferência em ondas.

Para a segunda aula sobre interferência, pode-se explorar, junto aos grupos de alunos, algum experimento de baixo custo que os possibilite, por meio de uma atividade prática, vislumbrar e construir novos argumentos sobre a interferência estudada até o momento. Assim, será proposto aos grupos de estudantes trazerem, para essa aula, pequenos rádios AM/FM com autofalante, ou *notebook* e caixa de som portátil para que, com o auxílio de um telefone celular, se produza interferência nesses equipamentos, a fim de exemplificação do fenômeno estudado.

Conforme proposto, é relevante que os estudantes possam relacionar fenômenos de interferência em diversos equipamentos que utilizam ondas em seu funcionamento ou que estão presentes no cotidiano do aluno em algum fenômeno observável, como por exemplo, a iridescência presente na SD (Apêndice C, p.20).

É também nessa aula que se propõe aos estudantes, por meio do diálogo, fazer um retrospecto de todos os conteúdos estudados até o momento, com a finalidade de prepará-los para a avaliação final, que ocorrerá na última etapa da SD.

### **3.1.4 A relação artística**

A percepção de que há uma relação entre a Física e as Artes é o destaque desta sequência de aulas. De início, a problematização gira em torno dos alunos conseguirem evidenciar alguma relação existente entre essas áreas. É esperado que poucos alunos manifestem algum conhecimento dessa relação, posto que são áreas do conhecimento distintas quanto a sua natureza e quanto a forma de trabalhar com os conteúdos dentro e fora de sala de aula.



Pretendemos aprofundar o estudo sobre os conceitos de cores e comprimento de onda iniciado no encontro anterior sobre a relação científica das ondas eletromagnéticas. De tal maneira, diversas atividades são propostas, como a leitura de um texto sobre as cores e os conhecimentos da Física e das Artes que ficam representadas na interpretação da luz por essas duas vertentes do conhecimento. Os cientistas buscavam uma compreensão mais profunda da natureza da luz, fato explorado no texto em sala de aula, mencionando a relevância dos experimentos ópticos realizados por Isaac Newton (1642 – 1727) e Thomas Young (1773 – 1829) e, por outro lado, os pintores, na busca da natureza das cores que representamos através do movimento expressionista e uma atividade de interpretação das telas de Claude Monet (1840 - 1926).

A interface tecnológica, na interpretação e obtenção dos padrões de cores nesse momento da SD, é representada pelas telas de televisores e do celular, na composição de cores utilizadas por impressoras e também na utilização de filtros fotográficos com um item do ENEM.

Caminhando nesse sentido, as aulas podem permitir aos alunos associar o telefone celular como uma forma de expressão artística, no que se refere à produção de um padrão de milhares de cores em sua tela, ou ainda enfeitando o aparelho com acessórios e aplicativos que fazem dele uma representação da identidade de seu proprietário. Sob o mesmo ponto de vista, rotineiramente eles se beneficiam desse processo de obtenção de cores na resolução de tela de seus celulares ao tirarem autorretrato (*selfies*<sup>19</sup>), muito embora o devam fazer de maneira inconsciente aos processos abordados nesse momento da sequência didática.

A avaliação dos alunos ocorrerá pela colaboração dos grupos no desenvolvimento de diálogos com o professor, na tentativa de elaborarem uma resposta para a problematização inicial, e pela resolução dos exercícios. Aos grupos, será solicitado registrarem um resumo sobre o que compreenderam como forma de arremate da aula e das discussões.

### 3.1.5 Avaliação final

Para a finalização das atividades desencadeadas por essas quatro etapas, é proposta uma avaliação que ultrapassa a costumeira avaliação de resultados obtidos pelos alunos, ou seja, nesse momento de avaliação do alcance das práticas educacionais desenvolvidas ao

---

<sup>19</sup> Fotografia digital (autorretrato) que a pessoa tira de si mesma.

longo de um bimestre letivo, não nos limitaremos à valoração de resultados baseados exclusivamente em conteúdo, muito embora nos valhamos desse processo como adequação aos padrões administrativos de que se valem na escola. Portanto, o sujeito da avaliação não é apenas aluno, como também o grupo que ao longo de todo o processo pode intervir no momento do aprendizado.

Para que a extensão da avaliação que propomos na SD contemple os conteúdos atitudinais manifestados na interatividade dos alunos que trabalham em grupo, da interação com professor, e da manifestação de dúvidas e opiniões e, ainda, que essa avaliação possa ofertar ao aluno a possibilidade de demonstrar seu aprendizado sobre os conteúdos conceituais desenvolvidos ao longo da SD, faz-se necessário avaliar os alunos de duas maneiras distintas.

Uma primeira avaliação contínua será feita pelo professor, ao longo de cada aula e que, por meio da observação dos grupos de estudantes, irá registrar em áudio gravado pelo celular um resumo das principais ocorrências que colaboraram positivamente ou negativamente para a dinâmica de ensino proposta para a aula do dia. Tal observação permite ao professor fazer as intervenções necessárias para desenvolvimento da autoestima dos grupos e manutenção de um sentimento de colaboração que estudantes e professor possuem na construção de um ambiente fértil para as relações de ensino e aprendizagem.

Oportunamente, é relevante considerar que, para um registro mais detalhado dos conteúdos atitudinais dos grupos, o professor pesquisador foi acompanhado, em cada aula, por uma aluna voluntária, graduanda em Biotecnologia, encarregada de ajudar o professor e pesquisador a observar e fazer as anotações sobre ações, como a responsabilidade na execução das tarefas, o respeito aos outros alunos, a cooperação e a participação nas atividades em sala de aula. Ao final da aplicação da SD, as anotações foram discutidas e transformadas em uma nota de cada grupo.

Em se tratando de avaliação formativa, Zabala (1998) faz um relevante apontamento e que endossa o processo avaliativo, que transcende a avaliação de resultados obtidos pelos estudantes, no que diz:

...quando na análise da avaliação introduzimos a concepção construtivista do ensino e a aprendizagem como referencial psicopedagógico, o objeto da avaliação deixa de se centrar exclusivamente nos resultados obtidos e se situa prioritariamente no processo de ensino/aprendizagem, tanto do grupo/classe como de cada um dos alunos (ZABALA, 1998, p.198).

O segundo processo de avaliação, que trata da atividade final de aplicação da SD, é uma produção de texto. Os estudantes serão avaliados individualmente nessa etapa. Essa avaliação consiste em uma proposta de redação na qual o aluno deve dissertar sobre o tema “O telefone celular como um dispositivo que transcende a comunicação”. Não se faz necessária a elaboração de uma proposta de intervenção, como orienta a mesma avaliação exigida no ENEM, mas apresenta também textos motivadores que auxiliam o aluno a relembrar algumas situações abordadas em momentos anteriores na SD e possa escrever, segundo os conhecimentos apreendidos, como perceber o telefone celular num contexto global, no qual os conhecimentos científicos, culturais, tecnológicos e artísticos compõem o aprendizado contextualizado e interdisciplinar que queremos proporcionar.

Os textos produzidos serão corrigidos por uma professora da área de linguagens, códigos e suas tecnologias e também, posteriormente pelo pesquisador e professor da turma. Nos momentos da correção, ambos os profissionais atuarão de maneira complementar, serão procurados nos textos os elementos de conteúdo que contenham os apontamentos abordados durante o estudo da SD e analisados sistematicamente pela análise de conteúdo proposta por Laurence Bardin (1994).

Por fim, uma planilha foi montada, considerando quatro critérios avaliativos:

- Frequência nas aulas;
- Trabalho individual;
- Trabalho em grupo;
- Avaliação final (Redação).

### 3.2 ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS E A PESQUISA DO USO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Neste capítulo apresentamos os caminhos escolhidos para a realização desta pesquisa. Inicialmente será justificada a classificação desta pesquisa no que tange à sua natureza, forma de abordagem do problema e ainda referente aos procedimentos técnicos adotados.

Com vistas às possibilidades que se desencadeiam com a execução da sequência didática desta dissertação, e por diversas outras pesquisas já mencionadas que apontam: ser possível, com este tipo de pesquisa, ações como ressaltar a importância do telefone celular

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; e que é possível mobilizar conhecimentos que os alunos não dispõem consolidados em sua estrutura cognitiva, ou ainda, no caso de sua existência, serem reestruturados, a presente pesquisa tem como questão central, responder se

*É possível conceber um caminho pedagógico que considere o uso do telefone celular como recurso didático para o ensino e aprendizagem em Física?*

### 3.3 DELINEAMENTO DA PESQUISA

De início foram selecionados os procedimentos metodológicos que permitem classificar esta pesquisa, com vistas à sua natureza, como uma pesquisa aplicada, posto que objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos para a solução de problemas específicos (SILVA & MENEZES, 2005, p.20). Enquanto forma de abordagem do problema, enquadra-se na pesquisa qualitativa, uma vez que a estrutura da sequência didática, bem como os objetivos da pesquisa, requer a interpretação de relações dinâmicas entre os sujeitos pesquisados, suas ideias e a avaliação para ela proposta.

Gil (2002), ao descrever as maneiras de classificar a pesquisa com base em seus objetivos, expõe três distintas formas: pesquisa explicativa, pesquisa descritiva ou pesquisa exploratória. Com base nos critérios estabelecidos por este autor, esta última contempla satisfatoriamente os objetivos estabelecidos inicialmente nesta dissertação, ele expõe que a pesquisa exploratória

tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torna-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado (GIL, 2002, p.41).

Paralelamente, há uma terceira e importante classificação da pesquisa, nos termos que se referem aos procedimentos técnicos adotados. Por se tratar da elaboração, aplicação e avaliação de um produto educacional com vistas à interação do professor e alunos em sala de aula, esta pesquisa se enquadra na categoria participante. Outros fatores ratificam tal adequação, tais como a forma planejada das ações, seu caráter social, educacional e técnico

(THIOLLENT, 1985; apud GIL, 2002), desenvolvimento de posições valorativas. Este pesquisador acrescenta ainda que a pesquisa participante

envolve ainda a distinção entre ciência popular e ciência dominante. Esta última tende a ser vista como uma atividade que privilegia a manutenção do sistema vigente e a primeira como o próprio conhecimento derivado do senso comum, que permitiu ao homem criar, trabalhar e interpretar a realidade sobretudo a partir dos recursos que a natureza lhe oferece (IDEM, 2002, p. 56).

Denota-se, por conseguinte, que os procedimentos técnicos adotados estão em consonância com os pressupostos expostos no referencial teórico da CTSA, em especial a abordagem de ciência formal predominante no saber do professor e a ciência informal, permeada de conceitos espontâneos da ciência popular.

A pretensão nesta pesquisa é identificar um caminho para o uso do telefone celular enquanto recurso integrador das dimensões de trabalho, ciência, tecnologia e cultura para a formação dos alunos. A proposta fundamenta-se na observação em sala de aula, posto que é um espaço de múltiplas interações entre os alunos e do aluno com o professor.

Definida a sala de aula como nosso espaço de estudo, serão utilizadas as diversas atividades respondidas pelos grupos de alunos em folha separada para serem analisadas e transcritas conforme a necessidade. Para tanto, é necessário utilizar a análise das diversas atividades elencadas ao longo da sequência didática. Houve um cuidado ao estabelecer como válidos os resultados espontâneos obtidos em sala de aula, ou conferir valor teórico a uma pesquisa, por ser o ambiente de estudo uma sala de aula real, ou ainda legitimar uma inovação pelo único fato de ter sido conduzida em um quadro de pesquisa (ASTOLFI, 1993, apud CARVALHO, 2004, p.6).

Até aqui foi descrita a SD, os encaminhamentos metodológicos e o delineamento da pesquisa. Reapresentamos neste ponto o objetivo proposto desta pesquisa, e ato contínuo, a apresentação da amostra da pesquisa, um relato descritivo da aplicação da pesquisa no ambiente escolar e a análise dos dados.

O objetivo proposto desta pesquisa é o de investigar um caminho pedagógico no uso do telefone celular para a integração, por meio de perspectivas interdisciplinares e contextualizadas, entre educação e as dimensões de ciência, trabalho, sociedade e ambiente. Para o alcance desse objetivo, dele derivam as seguintes ações específicas:

- ❖ Produzir e executar uma sequência didática para socializar possíveis formas do uso do telefone celular como recurso pedagógico.
- ❖ Discutir o tema telefone celular, vinculando-o como recurso didático para prática de ensino de Física.
- ❖ Relacionar o telefone celular como artefato tecnológico, científico, cultural, social, artístico e de trabalho.
- ❖ Utilizar o tema telefone celular para problematização e discussão dos conteúdos de oscilações e ondas.

### 3.4 A AMOSTRA DA PESQUISA

A SD foi aplicada para uma turma de 35 estudantes, da terceira série do Ensino Médio regular do turno noturno de uma escola da rede pública estadual, da cidade de Uberlândia-MG. É uma instituição localizada na região central da cidade e da qual o pesquisador é membro efetivo do quadro docente. A escola atende estudantes a partir do sexto ano do Ensino Fundamental, Médio e Educação de Jovens e Adultos (EJA), contemplando os três turnos. Os alunos são de diversas regiões da cidade.

Nos períodos da manhã e tarde a escola oferece o Ensino Fundamental e Médio (da primeira à terceira série). Já no período noturno é ofertado apenas o Ensino Médio regular e Educação de Jovens e Adultos.

A escola foi escolhida por alguns fatores, os quais se destacam: o pesquisador integrar o corpo docente da instituição; a carga horária semanal reduzida para abordagem dos tópicos de Física contemplados no planejamento anual e, associado a esse fator, apenas quarenta e cinco minutos de duração dos horários de aula; a realidade de alguns estudantes, que, por apresentarem reprovação em alguns anos escolares anteriores, encontram-se sobremaneira desmotivados para os estudos; muitos dos discentes alegaram que trabalham em período integral, comprometendo o tempo de dedicação aos estudos.

A escola tem uma forte trajetória de valorização e aplicação de projetos individuais, multi e interdisciplinares, os quais são avaliados e, conforme são acolhidos pela comunidade escolar, acabam por se tornar parte do calendário regular. Tais projetos são sempre valorizados e, entre os programados e em execução neste ano, encontram-se:

*Projeto jovem gestor* – coordenado e executado pela Prefeitura Municipal de Uberlândia e destinado aos alunos da terceira série do ensino médio diurno. São previstas atividades presenciais e atividades de campo a serem agendadas.

*Projeto corrida de orientação* – Parceria dos professores de Geografia e o Clube de Orientação do Triângulo Mineiro (COTRIM/MG). São atribuídos, para o segundo bimestre, três pontos nessa atividade, em todos os conteúdos curriculares, sendo opcional o aluno participar da corrida e, nesse caso, a avaliação passa a ter o valor total do projeto. Esse projeto consiste na aplicação dos conteúdos de orientação espacial em duas atividades: Avaliação (tipo simulado), dividida em dois níveis de conhecimento. Os professores das diversas disciplinas são convidados a enviar suas questões que colaboram para a abrangência dessa etapa de avaliação. Participação na corrida de orientação, que é realizada no Parque do Sabiá em um sábado letivo, onde toda a comunidade escolar é convidada a participar.

*Projeto produção de texto*: Elaborado pelos professores de Língua Portuguesa, História e Sociologia. Foi reestruturado neste ano, introduzindo a participação do ensino fundamental e a divisão em gêneros textuais. Consiste na introdução e debate de textos de apoio sobre o tema escolhido pela equipe, bem como no estudo das técnicas de redação específica de cada gênero estabelecido. Será aplicado no segundo bimestre e totaliza três pontos em todos os conteúdos disciplinares. Esse projeto envolve os alunos de todos os turnos.

*Projeto festa junina*: Previsto para as datas que antecedem o recesso escolar de julho, prevê a participação de toda a comunidade escolar. Não há uma pontuação estabelecida e as atividades envolvem gincanas entre as turmas, arrecadação de alimentos e outras ações propostas pela equipe docente.

*Projeto mostra científica e cultural*: Consiste na formação de grupos de trabalho – coordenados por um ou mais professores que apresentam anteriormente sua proposta ou tema e são escolhidos pelos grupos de alunos. A partir do segundo bimestre, os grupos começam a se reunir em horário específico (dentro da grade horária normal), quinzenalmente. A apresentação dos trabalhos ocorre no terceiro bimestre, são atribuídos quatro pontos para essa atividade em todos os conteúdos curriculares.

*Projeto Zé vai ao cinema*: Coordenado pela professora de Matemática e vice-diretores, consiste em escolha do filme, discussão da temática e atividade de produção de texto opcional após levar os alunos a um shopping center da cidade para assistirem ao filme.

Esse projeto ocorre em dois momentos do ano. Opcional aos alunos, porém com necessidade de acompanhamento dos professores disponíveis na data. Atribuição facultativa de pontuação.

*Projeto adedonha:* Aplicado no turno matutino, trata-se de uma gincana entre representantes de turmas que jogam uma “adedonha” com questões de conhecimento geral. A pontuação a ser atribuída refere-se à participação dos jogadores e postura da turma como torcida.

*PIBID:* Parceria da Universidade Federal de Uberlândia para atividade de monitoramento e outros, nos conteúdos de Biologia, Filosofia, Geografia, Química e Física.

*Projeto verde:* Consiste em ações de proteção ao ambiente escolar: jardins, hortas, compostagem, destinação de materiais recicláveis, conscientização para diversos usos de materiais didático-pedagógicos, materiais de limpeza e outros. Toda a comunidade escolar é responsável por esse projeto, que não tem pontuação destinada.

*Projeto leitura ponto a ponto:* Consiste no envolvimento de todos os professores na prática de leitura oral em sala de aula. Cada aluno é convidado a ler até o próximo ponto do texto que pretende ser comum a todos, no mesmo horário, pelo menos uma vez no bimestre. Além do propósito do desempenho linguístico, a atividade propõe, é claro, a discussão do texto e a apropriação dos conhecimentos implícitos e explícitos no mesmo. Não são atribuídos pontos para essa atividade que tem, entre outras finalidades, descobrir “talentos” para compor a apresentação de outro projeto denominado “pó do JIS<sup>20</sup>”, que contempla a edição do jornalzinho da escola à representação artística de diversas modalidades (teatro, dança, música, poesia). Este ano o projeto pó do Jis prevê a gravação e divulgação de um documentário sobre o aniversário de cinquenta anos da escola e a apresentação de um espetáculo no teatro municipal Rondon Pacheco.

*Parlamento Jovem de Minas:* O Parlamento Jovem de Minas é um projeto de formação política, destinado aos estudantes dos ensinos médio e superior dos municípios mineiros, que cria para os jovens uma oportunidade de conhecer melhor a política e os instrumentos de participação no Poder Legislativo Municipal e Estadual. A escola é uma entre outras de Uberlândia que participa desse projeto. O tema escolhido para este ano é a mobilidade urbana.

*Grêmio Estudantil:* É uma organização que representa os interesses dos estudantes na escola. Ele permite que os alunos discutam, criem e fortaleçam inúmeras possibilidades de

---

<sup>20</sup> Abreviação utilizada pelos professores idealizadores do projeto de se referenciar o projeto criado na Escola Estadual José Ignácio de Sousa.



ação, tanto no próprio ambiente escolar como na comunidade escolar. O Grêmio é também um importante espaço de aprendizagem, cidadania, convivência, responsabilidade e luta por direitos. Um de seus objetivos é contribuir para aumentar a participação dos alunos nas atividades de sua escola, organizando campeonatos, palestras, projetos e discussões, fazendo com que eles tenham voz ativa e participem – junto com os pais, funcionários, professores, coordenadores e diretores – da programação e da construção das regras dentro da escola.

*Xadrez no Zé:* A proposta baseia-se na institucionalização do ensino do xadrez como suporte pedagógico para outras disciplinas. Trabalhos de psicopedagogia demonstram que o xadrez é um precioso coadjuvante escolar e até psicológico. O estudo adquirido e a prática desse jogo estimulam o aluno a interpretar e compreender outras disciplinas. Numa segunda etapa, extrapola-se o universo criado pelas regras do jogo como modelo de estudos e de situações concretas. Pode ser aplicado a todos os campos do conhecimento.

Com vistas às dificuldades de aprendizado apresentadas pelos alunos, em especial do turno noturno por motivos já citados, e a tantos projetos planejados e executados durante o ano letivo na escola, em conversa prévia com a vice-direção e coordenação da escola sobre a viabilidade e a possibilidade de aplicação da nossa pesquisa, a proposta foi acolhida prontamente.

A autorização para realização da pesquisa ocorreu pela direção da escola, após o esclarecimento do que é o projeto de pesquisa e de seus objetivos. O projeto de pesquisa foi aplicado pelo próprio professor pesquisador e foi apresentado aos alunos participantes para esclarecimento sobre o que seria desenvolvido a partir do bimestre seguinte.

### 3.5 APLICAÇÃO DA PESQUISA ACADÊMICA NA ESCOLA

Partindo da seleção das situações que permitiram desenvolver análises, cujo foco evidencie possíveis respostas à pergunta de pesquisa, procurou-se construir um ambiente de interatividade entre professor e alunos, bem como entre os próprios alunos. A diversidade de atividades propostas e as ações dos alunos em sala de aula se dão em função do alcance dos objetivos propostos para a aula do momento.

A proposta de aplicação da pesquisa se deve à preocupação em dar voz para questionamentos trazidos pelos alunos e que representam seus pensamentos, posições ou opiniões a respeito do tema telefone celular e aos diversos assuntos a ele correlacionados. A partir desse contexto de interação, desenvolveu-se a exploração do tema telefone celular, de

tal forma que os conceitos e conhecimentos compartilhados pelos alunos que colaboram para a compreensão do tema foram incorporados aos trabalhos em sala de aula. Tais apontamentos vão ao encontro das concepções construtivistas de atividades anteriormente mencionadas nos referenciais de Zabala (1998) e Moreira (2009).

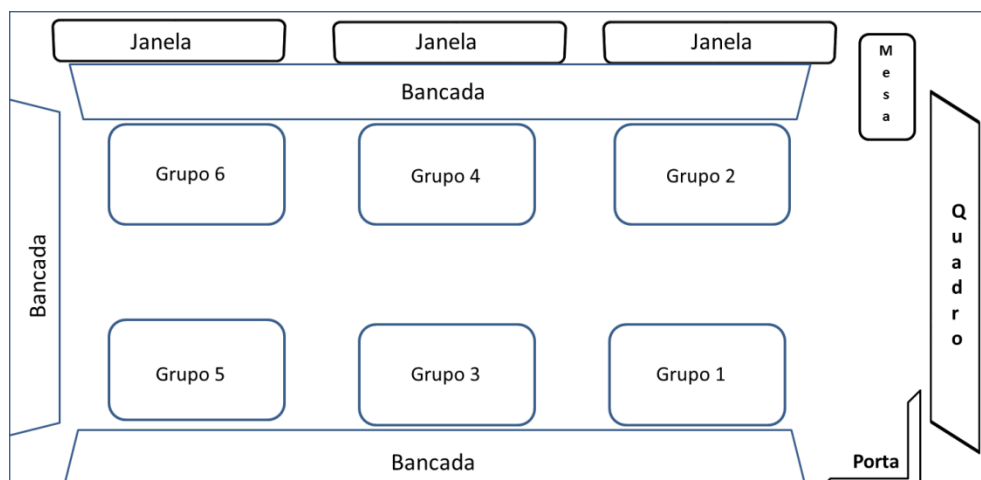
Durante a aplicação da SD com os alunos, procurou-se, ao início de cada aula, atender ao critério de problematizar as situações e conhecimentos como forma de fomentar o compartilhamento de opiniões. Nesta proposta busca-se a viabilidade de articulação e enriquecimento do currículo escolar dos alunos, uma vez que nele, os tópicos de oscilações e ondas ficam relativizados pela abordagem dada pelo professor e suas estratégias e também do livro didático adotado. O planejamento inicial com os 3MP em cada atividade sofreram alterações devido a direcionamentos da própria turma, no entanto, tal mudança já havia sido prevista por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002): “a dialogicidade, por propiciar a interação constante, e possibilitar que a todo momento se façam ajustes na programação” (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2002).

Espera-se que, com o trabalho fundamentado em problematizações e interações, os alunos percam o receio de manifestarem seus pontos de vista, que desenvolvam atitudes de cooperação, de construção coletiva de conhecimentos, tendo o professor como mediador das discussões que surgirem em torno do tema e reconheçam a importância da argumentação científica. As falas, reflexões sobre o tema e o engajamento dos alunos nas aulas e atividades são dados valiosos para a pesquisa e seus registros ficaram a cargo do professor, que, registra em áudio suas percepções ao final de cada aula.

A implementação da SD ocorreu durante o terceiro bimestre do ano letivo de 2016. A turma possui duas aulas semanais, totalizando uma hora e trinta minutos. As aulas ocorreram em grande parte na sala de vídeo, reservada com antecedência para os propósitos de aplicação desta pesquisa, e as carteiras organizadas em seis grupos, conforme figura 1.

Tais grupos foram formados na primeira aula em que se deu a explicação da pesquisa prestes a se iniciar com a turma, assim, com o objetivo de se avaliar sistematicamente a produção coletiva e individual, foi solicitado que, uma vez formado um grupo, os alunos não fizessem mudança nele.

Figura 1 – Esquema de organização da sala de aula.



Fonte: O autor, 2016.

Com a pretensão de obter dados por meio da correção das atividades apresentadas ao longo da SD, os alunos e seus respectivos grupos serão identificados por pseudônimos, quando necessário, de modo a preservar suas identidades.

Uma vez organizada, a dinâmica de início de cada aula ocorreu com um breve diálogo com os estudantes, na busca de diminuir a ansiedade e esclarecer os objetivos e as formas de avaliação daquele momento, para que assim, as ações dos grupos pudessem se encaminhar intencionalmente para se atingir os objetivos propostos daquela aula e que estão disponíveis na SD no material do professor. As etapas posteriores foram igualmente explicadas, e cabe salientar que existe uma continuidade entre os assuntos tratados em cada aula, devendo, essa característica, ficar suficientemente clara para os alunos no decorrer da pesquisa, aplicada ao longo do bimestre.

Para melhor conhecer os estudantes e traçar um perfil de como eles se relacionam com o telefone celular, ou ainda se possuíam algum conhecimento que pretendíamos abordar no estudo da SD, foi solicitado que respondessem a um questionário online. É pertinente ressaltar que os dados do questionário subsidiam a análise dos dados obtidos com a aplicação da SD, porém, alguns itens do questionário não serão registrados nesta pesquisa. A explicação sobre a aplicação do projeto e os passos para acessar e responder ao questionário ocorreram na primeira aula.

Em cada uma das aulas, foi entregue a cada grupo uma pasta contendo uma cópia xerografada da sequência didática a ser explorada naquela aula e folhas em branco, o suficiente para que os alunos registrassem as atividades solicitadas ao longo da SD.

Concomitantemente, partes do material foram exibidas por meio do data show disponível na sala.

### **3.5.1 Primeira etapa: Por dentro do celular**

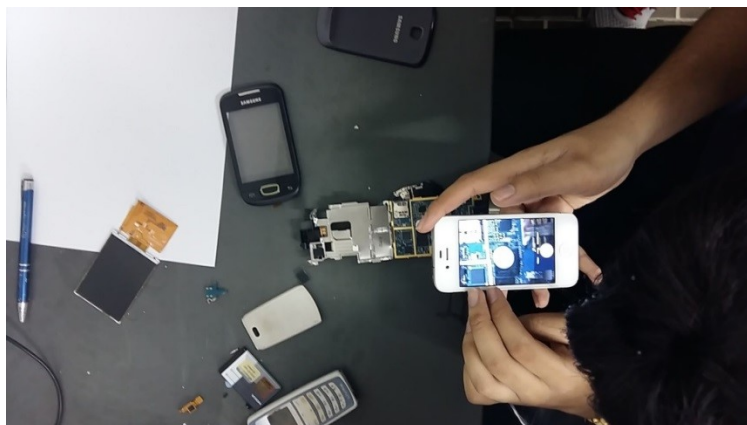
Para a primeira etapa, intitulada “por dentro do celular”, os alunos realizaram em grupo a abertura e exploração das partes constituintes de um telefone celular, conforme mostrado na figura 2. Conforme esperado, nessa atividade introdutória, os estudantes demonstraram expressiva habilidade em desmontar os aparelhos em desuso conseguido pelo professor junto a seus familiares. Em folha fornecida, e conforme o celular ia sendo desmontado, um dos alunos do grupo anotava os materiais e peças constituintes para posterior discussão. Os símbolos ou qualquer outra informação que aparecia gravado no corpo do aparelho também foram colocados em discussão. Os apontamentos levantados sobre a constituição, componentes do celular e os significados dos diversos símbolos poderiam ser retomados ao final do encontro, ou ainda utilizados como forma de argumentação científica na avaliação proposta ao final da SD. A atividade 1.1 (Apêndice C, p.1) foi registrada por um dos alunos de cada grupo.

A segunda aula iniciou-se com uma problematização vinculada à aula anterior: O que vão fazer com todas essas carcaças de celular que vocês desmontaram? Após alguns comentários sobre o destino correto do lixo eletrônico, o texto “A história do E-lixo: O que acontece com a tecnologia depois que é descartada<sup>21</sup>” foi entregue como tarefa de leitura para que a discussão desse primeiro encontro fosse desenvolvida e finalizada.

Figura 2: Registro da primeira atividade da SD.

---

<sup>21</sup> Disponível em: <http://gizmodo.uol.com.br/a-historia-do-e-lixo-o-que-acontece-com-a-tecnologia-depois-que-e-descartada/>



Fonte: O autor, 2016.

Na aula seguinte, o professor atuou como mediador, ao fomentar uma discussão cujo tema eram as respostas da atividade 1.1 e da leitura do texto da aula anterior. Foi questionado o que acharam de interessante na leitura do texto sugerido e de que maneira ele se relaciona com a aula anterior. Ouvir os questionamentos e incentivar os grupos a se manifestarem foi importante para que, nessas primeiras aulas, um clima de fortalecimento ao diálogo ficasse evidente. Por fim, as reportagens sobre reciclagem foram exibidas aos alunos como forma de fechamento de discussões dessa etapa.

O aspecto central dado à tecnologia, concretizado por meio do telefone celular, nessa etapa de estudos da SD, é a forma direta de se trabalhar o enfoque CTSA, ora legitimada pela contextualização do ensino permitida pelo trabalho com o celular, ora viabilizando o senso crítico e de questionamento, ou ainda promovendo a democratização do conhecimento científico, conforme apontam Pinheiro, Silveira, Bazzo (2007).

### **3.5.2 Segunda etapa: A relação cultural**

A segunda etapa, prevista para acontecer em duas aulas, teve como objetivo delinear as relações entre a tecnologia e a cultura e, por esse motivo, a chamamos de “relação cultural”. Após a leitura dos objetivos dessa aula, o professor problematizou, em forma de questionamento, que os alunos expressassem suas opiniões sobre a existência ou não de alguma relação entre tecnologia e cultura.

A leitura do texto “A física das telecomunicações” (Apêndice C, p.7) foi uma ação compartilhada entre os grupos, assim, o professor solicitou que cada grupo lesse um parágrafo, mantendo todos engajados no acompanhamento da atividade. A leitura desse texto

foi importante por permitir uma abordagem de aspectos científicos relativos ao funcionamento do celular, a serem aprofundados na próxima etapa. Uma questão do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), pertinente ao tema telefone celular, foi proposta para resolução (Apêndice C, p.8) e se vincula tanto ao conteúdo do texto lido nessa aula como aos apontamentos realizados na etapa anterior, ao se desmontar um celular. A questão foi então respondida e solicitou-se aos grupos que escrevessem uma justificativa para a alternativa escolhida.

A audição da música “Queremos Saber” ocorreu na segunda aula dessa abordagem cultural dos aspectos tecnológicos. Foram comentadas as intenções do autor em alguns trechos específicos da canção, do ponto de vista do professor e de alguns alunos que se manifestaram. A música foi tocada repetidas vezes, realizando pausas para que os alunos pensassem e opinassem sobre alguns trechos específicos. A atividade 2.2 (Apêndice C, p.8) é pertinente à música e foi respondida pelos grupos. A atividade exploratória foi passada como tarefa e apresentada na aula seguinte.

A terceira aula se iniciou com um questionamento do professor: Qual é a opinião de vocês sobre a proibição do uso do telefone celular em sala de aula? Diversos alunos queriam expressar seus pontos de vista, todos foram ouvidos, atentando para que o ambiente fosse propício para ouvir cada um dos colegas. As opiniões revelaram que os alunos desconheciam o conteúdo de leis que proibiam o uso do celular, foi comentado também que alguns professores permitem o uso do celular e que isso para eles era um claro contrassenso, e que eles dispunham de “artimanhas” para acessar o celular, mesmo cientes da proibição pela direção escolar. De fato, em muitos momentos da aplicação da SD, foi possível perceber alunos utilizando o celular para outras finalidades, ou usando-o para fazer atividade de outra disciplina.

Como proposta de fechamento do momento cultural, os alunos apresentaram a tarefa passada na aula anterior. Os comentários dessa atividade ofereceram aos estudantes uma interpretação mais completa das funcionalidades do celular, ao extrapolar as mais comuns, como a de comunicar, tirar fotos e ouvir música. Ao utilizá-lo como fonte de armazenamento de informação, o celular pode ser vinculado ao mundo do trabalho. Os grupos comentaram suas produções, um grupo mostrou o vídeo com a entrevista produzida na atividade exploratória (Apêndice C, p.11), enquanto os outros, devido à disponibilidade de tempo, transferiram suas produções via *Bluetooth* para o aparelho do professor para posterior avaliação.

### 3.5.3 Terceira etapa: A relação científica

A relação científica explorada na terceira etapa, e prevista para durar cinco aulas, se aproxima dos conteúdos que são abordados em cursos de oscilações e ondas do ensino médio. A problematização inicial: O que se entende por onda na Física? Foi feita com os estudantes, como forma de retomar esse conceito polissêmico, que pode suscitar muitos questionamentos e argumentos por parte dos estudantes. Foram dados alguns minutos para discutirem em grupo e registrarem a resposta dessa problematização na folha fornecida.

Após a leitura dos objetivos das aulas e de como se realizaria a avaliação desta etapa, os grupos procederam à leitura do texto “Os parâmetros fundamentais de uma onda” (Apêndice C, p.12) e foram acompanhados pelo professor, que, com a simulação “Onda em corda<sup>22</sup>” aberta, colaborou na exploração e correto entendimento dos parâmetros que compõem o modelo de ondas. Ainda em grupo, os estudantes responderam ao item do ENEM que aborda os parâmetros da onda explorados até o momento. O professor fez a ressalva de que a questão aborda características para as ondas mecânicas e que o celular utiliza ondas eletromagnéticas para efetuar ligações entre dois aparelhos. Ao final da aula, uma nova problematização foi proposta, sobre como o celular transforma onda mecânica (voz) em onda eletromagnética a ser transmitida para outro telefone. Como tarefa foi passada aos alunos responderem as questões de revisão 1, 2 e 3 (Apêndice C, p.19).

A discussão foi retomada na aula seguinte e então o professor solicitou que respondessem a uma segunda questão do ENEM. Logo após, a leitura do texto abordando a natureza das ondas (Apêndice C, p.15), feita pelo professor, que cuidou de relacioná-la com a problematização feita na aula anterior. Essa segunda aula tornou compreensível a relação entre os conceitos de frequência, comprimento de onda e velocidade, bem como a parcela do espectro eletromagnético que corresponde à luz visível e que apresenta comprimentos de onda bem definidos. É a partir desse apontamento que será possível estabelecer uma continuidade das discussões com o próximo momento, denominado de relação artística.

Nesse momento do bimestre, foi votada uma paralisação em assembleia pelos professores, reivindicando o cumprimento de antigos acordos salariais com o Governo. Em virtude de tais fatos, a continuidade das atividades dessa terceira etapa e o seu fechamento, foi

---

<sup>22</sup> Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/wave-on-a-string](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/wave-on-a-string)

comprometida. Na terceira aula, os alunos participaram de uma aula expositiva na qual o professor fez os comentários sobre a interferência em ondas eletromagnéticas relacionando-a aos fenômenos do cotidiano em que os alunos poderiam identificá-la.

### **3.5.4 Quarta etapa: A relação artística**

Na quarta etapa de estudo, os alunos foram conduzidos rumo a uma compreensão da correlação entre os campos da Física e das Artes. Para tanto, o planejamento foi de quatro aulas para concretizar os objetivos propostos. As problematizações da atividade 4.1 (Apêndice C, p.26) foram compartilhadas com estudantes, que deram início a vários minutos de diálogos e reflexões. Após esse momento de diálogo e tomada de consciência de como os alunos em geral interpretam as possíveis relações entre Física e Artes, iniciou-se a leitura do texto da atividade 4.2 da SD.

A leitura do texto, nos mesmos moldes da etapa anterior, foi acompanhada pela simulação “Visão de cor<sup>23</sup>”. A leitura dos alunos e os comentários do professor tiveram a intenção de encaminhar uma dinâmica de obtenção de cores primárias por luz ou pigmento deixando suficientemente clara para o entendimento dos estudantes.

Para a segunda aula, a atividade Física do cotidiano (Apêndice C, p.30), que relaciona o processo de obtenção das cores e alguns aparelhos comuns em nosso cotidiano, foi feita pelos grupos em sala de aula e, registrada em folha separada, para posterior análise do professor.

A atividade 4.3 (Apêndice C, p.31), que sucede o texto introdutório, refere-se mais diretamente às Artes e foi executada na segunda aula da etapa programada. No texto Física & Artes (Apêndice C, p.31) são exploradas as características das cores-pigmento utilizadas no movimento impressionista no século XIX. Essa atividade consiste na análise e discussão da Catedral de Rouen, pintada por Monet (1840 – 1926) (Apêndice C, p.33), por trinta e uma vezes, com diversas cores e tonalidades, captadas em diferentes épocas do ano e, além disto, permite fazer as amarrações conceituais pertinentes à leitura do texto da SD referente à cor-pigmento.

Noutra atividade, de forma complementar às discussões realizadas até o momento, a resolução da questão do ENEM 2014 (Apêndice C, p.31) referente ao uso de filtros na

---

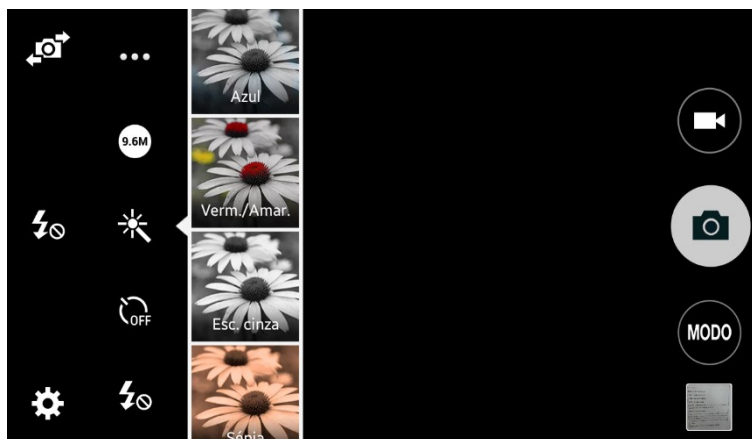
<sup>23</sup> Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/color-vision](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/color-vision)



fotografia foi proposta como atividade introdutória da aula. Essa questão foi comentada e corrigida em sala de aula após os grupos se reunirem por alguns minutos. Como tarefa extraclasse, foi sugerida a leitura do texto “esclarecendo o significado de “cor” em Física<sup>24</sup>”, cujo objetivo é servir como retomada dos conceitos científicos estudados nas aulas sobre os parâmetros fundamentais das ondas e ainda fundamentar as inter-relações existentes entre esses parâmetros das ondas e o fundamento psicológico de cor.

A atividade sobre o uso de filtros na fotografia (Apêndice C, p.33) foi desenvolvida para que, com o auxílio do celular, os alunos expressassem a criatividade pela fotografia como também na utilização de filtros que as alterassem (Figura 3), remetendo aos conhecimentos sobre cores discutidos nessa quarta etapa. Essa atividade foi iniciada em sala de aula, no entanto, devido à grande quantidade de celulares e de aplicativos diferentes que os alunos tinham, o professor e a assistente não conseguiram atender a todos. De forma alternativa, a leitura e interpretação do quadro sobre a aplicação dos filtros na fotografia foi realizada na tentativa de se obter uma maior quantidade de alunos cientes do resultado da aplicação de alguns filtros na fotografia.

Figura 3 – Filtros disponíveis em alguns modelos de celular.



Fonte: O autor, 2016.

### 3.5.5 Quinta etapa: Avaliação final

A penúltima aula do bimestre foi exclusivamente dedicada à avaliação dos conteúdos aprendidos nas quatro etapas da SD. A avaliação foi individual, na qual cada aluno recebeu

<sup>24</sup> Disponível em: [www.sbfisica.org.br/fne/Vol8/Num1/v08n01a06.pdf](http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol8/Num1/v08n01a06.pdf)

uma cópia da proposta de redação (Apêndice C, p.35) e, após lê-la, produziu um texto dissertativo-argumentativo no qual registrou seu aprendizado. A escolha do tema para a redação aponta implicitamente para as diversas abordagens a que tratamos no decorrer da SD e que esperamos o aluno relacionar em sua produção textual. Concomitante a essa avaliação final, todas as outras atividades produzidas em grupo e ainda os diálogos e momentos de discussão de algum problema ou conceito em sala de aula, devem ser considerados para que o professor atribua uma nota a cada um dos alunos.

Na data da avaliação, alguns alunos manifestaram dúvidas sobre os critérios para se redigir um texto dissertativo-argumentativo. Para contemplar o objetivo de propor uma avaliação diferenciada, o professor combinou com a turma que poderiam usar a primeira pessoa do singular para expressar os conhecimentos aprendidos e suas opiniões.

Na última aula do bimestre, as avaliações foram entregues para que os alunos pudessem fazer uma vista das correções e observações feita pelo professor da disciplina e pela professora de linguagens. Após a vista de prova, foram novamente recolhidas para que posteriormente fosse feita a análise de conteúdo.

### 3.6 A ANÁLISE DE CONTEÚDO – UM BREVE RETROSPECTO

Neste tópico será abordada a análise de conteúdo e, antes de mais nada, é suficiente salientar que os dados alvos da aplicação consistem nas produções textuais dos alunos, elaboradas de maneira individual ao final do bimestre letivo. Tais avaliações foram criteriosamente trabalhadas seguindo os pressupostos dessa metodologia.

Laurence Bardin é professora-assistente de Psicologia na Universidade de Paris V, aplicou as técnicas da Análise de Conteúdo na investigação psicossociológica e no estudo das comunicações de massas. É ainda, autora da obra Análise de Conteúdo, que consiste em um método aplicável às pesquisas investigativas de natureza qualitativa ou quantitativa.

Um primeiro momento histórico da Análise de Conteúdo refere-se à afamada definição desse conceito, que surge no final dos anos 40-50 com Berelson e Lazarsfeld, que afirmam: “a análise de conteúdo é uma técnica de investigação que tem por finalidade a descrição objetiva, sistemática e quantitativa do conteúdo manifesto da comunicação” (BARDIN, 1994, p.19). Num segundo momento histórico marcante ocorreram tentativas de aprimoramento do significado e da expansão da técnica para diversas áreas do conhecimento

e, em 1977, foi publicada a obra sobre a análise de conteúdo, na qual traz detalhamentos do método que é utilizado até os dias atuais.

A análise pormenorizada dessa sua obra revela que a análise de conteúdo se presta como uma ferramenta que viabiliza a compreensão da construção de significados exteriorizados pelos atores sociais em um discurso. E nessa compreensão reside nosso real interesse de avaliação da comunicação dos alunos pesquisados, pois permite a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção e recepção das mensagens em sala de aula.

Em sua análise, Moraes (1999) constata que, de certo modo, a análise de conteúdo é uma interpretação pessoal por parte do pesquisador com relação à percepção que tem dos dados. Não é possível uma leitura neutra. Toda leitura se constitui numa interpretação. E assim, é esperado que os alunos externem múltiplos significados em suas falas e atividades, que por sua vez, podem ser analisadas de várias formas distintas, e essas variáveis estão ligadas ao contexto em que ocorre as atividades. Sobre a relevância do contexto dentro da análise de conteúdo, destacamos que

... a compreensão do contexto evidencia-se como indispensável para entender o texto. A mensagem da comunicação é simbólica. Para entender os significados de um texto, portanto, é preciso levar o contexto em consideração. É preciso considerar, além do conteúdo explícito, o autor, o destinatário e as formas de codificação e transmissão da mensagem.

O contexto dentro do qual se analisam os dados deve ser explicitado em qualquer análise de conteúdo. Embora os dados estejam expressos diretamente no texto, o contexto precisa ser reconstruído pelo pesquisador (MORAES, 1999, p.3).

No sentido de retomar o contexto das comunicações produzidas em sala de aula, poderão ser utilizadas diferentes fontes de informações produzidas pelos alunos, a saber; as atividades da sequência didática; questionário investigativo, disponibilizado no Apêndice A, sobre como os alunos se relacionam com o celular e a tecnologia; percepções do professor registradas em caderno; e áudio sobre o desenvolvimento da dinâmica da aula e a produção textual feita pelos alunos.

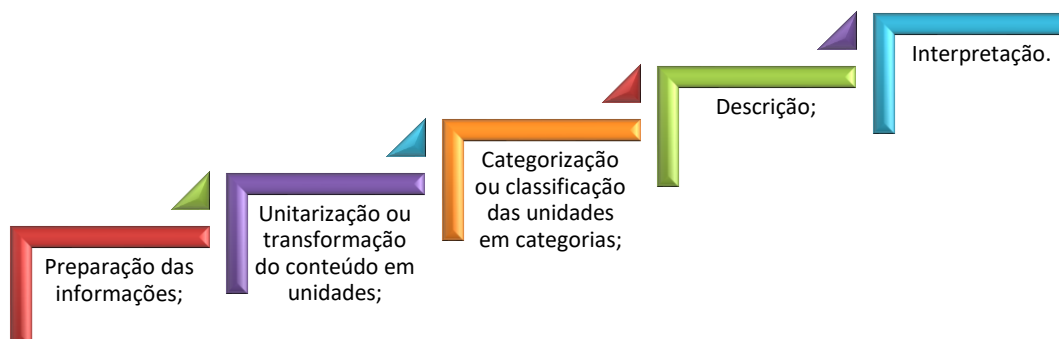
Os objetivos da utilização da análise de conteúdo nos textos produzidos irão auxiliar no entendimento das mensagens transcritas, no seu valor informacional, os conceitos, argumentos e ideias expressas, o que nos aproxima de uma análise temática. É pretendido também, que a análise de conteúdo auxilie no esclarecimento dos resultados obtidos ao permitir identificar e descrever os resultados efetivos das comunicações voltadas ao ensino e aprendizagem dos tópicos abordados na sequência didática.

### 3.7 A ANÁLISE DOS DADOS

Dentre as diversas técnicas sobre a análise de conteúdo, escolheu-se especificamente a análise categorial, que consiste num desmembramento do texto<sup>25</sup> em unidades, em categorias segundo reagrupamentos analíticos (Bardin, 1994, p.153). Para essas categorias, pretende-se seleccionar aquelas que estão estritamente relacionadas com o tema desta pesquisa e que permitirão 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). Esse pesquisador propõe cinco etapas fundamentais da análise de conteúdo, as quais são usadas como subsídio nesta pesquisa com a SD. O diagrama 1, a seguir, sintetiza o método de análise proposto pelo autor, em ordem sequencial.

Diagrama 1- Processo de análise dos dados.



Fonte: O autor, 2016.

A preparação das informações ocorreu em duas ações distintas, a saber: a identificação das amostras de informação a serem analisadas, seguida de uma leitura flutuante de tais materiais com vistas a sondar sua relevância para a pesquisa, e a segunda ação

<sup>25</sup> São as redações que os alunos produziram e sobre as quais serão analisadas com a metodologia da análise de conteúdo.

constituída de uma codificação inicial dos materiais que possibilitasse retornar pontualmente aos documentos, caso fosse necessário. Assim, cada uma das trinta e três avaliações recebeu um código, sendo, A1, A2, A3 e assim sucessivamente.

Para essa etapa de análise foram ainda, selecionados como documentos relevantes para análise, os resultados do questionário investigativo sobre o uso do telefone celular pelos alunos e ainda a produção textual redigida individualmente como um dos critérios de avaliação do terceiro bimestre letivo de 2016. Essa avaliação passou pela correção de uma professora da área de linguagens que, por fim, atribuiu uma nota a cada avaliação, entre zero e dez pontos, e adicionou seus comentários e correções às avaliações.

A segunda parte do processo, a transformação do conteúdo em unidades, compreendeu: a releitura dos materiais com a finalidade de definir as unidades de análise<sup>26</sup> e posterior classificação; a atribuição de códigos relacionados à classificação anterior; o isolamento de cada uma das unidades de análise do seu contexto original; e a definição de unidades de contexto<sup>27</sup>.

Nesse momento da análise objetivou-se reler cuidadosamente os materiais no sentido de identificar as unidades de análise. A opção por analisar os parágrafos das redações se deu pelo fato de que, nessa unidade semântica, o aluno pode desenvolver ideias que permitirão sua categorização em temas que, por sua vez, podem revelar o aprendizado dos alunos sobre diferentes tópicos abordados na SD. Subsequentemente as unidades de análise foram isoladas do seu contexto original e finalmente, foram definidas as unidades de contextos que contêm em si diversas unidades de análise definidas a priori.

Os dados significativos encontram-se transcritos e categorizados no Apêndice B, conforme a terceira etapa do processo de análise de dados adotada nesta pesquisa. É pertinente salientar que nas citações diretas das avaliações, optou-se por conservar a grafia representada pelos alunos, e que as correções somente foram utilizadas nos momentos em que as palavras indicavam duplo sentido ou a perda de significado, estando essas correções destacadas com sublinhado.

---

<sup>26</sup> É a unidade de significação a codificar, e corresponde ao elemento unitário de conteúdo a ser submetido a posterior classificação. Representam um conjunto de informações que tenham um significado completo em si mesmas. Devem ser interpretadas sem o auxílio de nenhuma informação adicional (MORAES, 1999, p.5).

<sup>27</sup> É uma unidade, de modo geral mais ampla do que a de análise, que serve de referência a esta, fixando limites contextuais para interpretá-la. Cada unidade de contexto, geralmente, contém diversas unidades de registro. (IDEM, 1999, p.5)

Quadro 2 – Inter-relação entre as unidades de contexto e unidade de conteúdos evidenciadas na releitura dos textos.

<b>Unidade do contexto</b>	<b>Unidade de Conteúdo</b>
1. Conhecimentos mobilizados	1.1 Cultural
	1.2 Científico
	1.3 Artístico
2. Conteúdos CTSA	2.1 Relações ambientais
	2.2 Relações sociais
	2.3 Relações tecnológicas
	2.4 Relações sobre reciclagem
	2.5 Atitude científica
3. Articulações interdisciplinares	3.1 Ciências da natureza e suas tecnologias
	3.2 Matemática e suas tecnologias
	3.3 Ciências Humanas e suas tecnologias

Fonte: O autor, 2017.

# CAPÍTULO 4

## 4.1 DESCRIÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste momento são apresentados os resultados obtidos com a pesquisa realizada durante a aplicação da SD. Serão feitas, paralelamente, a descrição e interpretação dos dados, a busca de argumentos que respondam à pergunta de pesquisa. São analisados os dados do primeiro questionário enviado para que os alunos respondessem na primeira semana de atividades e disponibilizado no Apêndice A, e ainda, os recortes dos textos dos alunos presentes na avaliação final, separados por unidades e que estão disponibilizados no Apêndice B.

A etapa de descrição dos dados, e seguindo o procedimento proposto por Moraes (1999), consiste no momento de expressar os significados captados e intuídos nas mensagens analisadas. E, por fim, a interpretação consiste na exploração dos significados expressos nas unidades de análise, convenientemente definidas como os parágrafos de cada uma das produções textuais dos alunos pesquisados.

Neste momento final da análise de conteúdo, objetiva-se pela busca de captar sentidos implícitos nas informações manifestas nos textos. Com essa intenção, os parágrafos de cada uma das avaliações dos estudantes foram isolados, analisados e transcritos integralmente no Apêndice B. Tais parágrafos constituem a unidade de análise no âmbito da análise de conteúdo e sobre os quais passamos a analisar com maiores detalhes.

### 4.1.1 Os conhecimentos mobilizados

Como forma de identificar na produção textual dos alunos os conhecimentos abordados durante o estudo da SD, a unidade de contexto deste tópico é composta por três outros tópicos subordinados a este e que remontam à segunda, terceira e quarta partes da SD, em que o telefone celular e outros aspectos da tecnologia são trabalhados sob os enfoques culturais, científicos e artísticos.

#### 4.1.1.1 O conhecimento cultural

A primeira aula foi iniciada com a audição da música, seguida da leitura do texto pelos alunos, previamente reunidos em grupos. Após o término da leitura, foram realizadas



discussões e algumas atividades disponibilizadas na SD. O raciocínio de um dos alunos encontra-se representado a seguir.

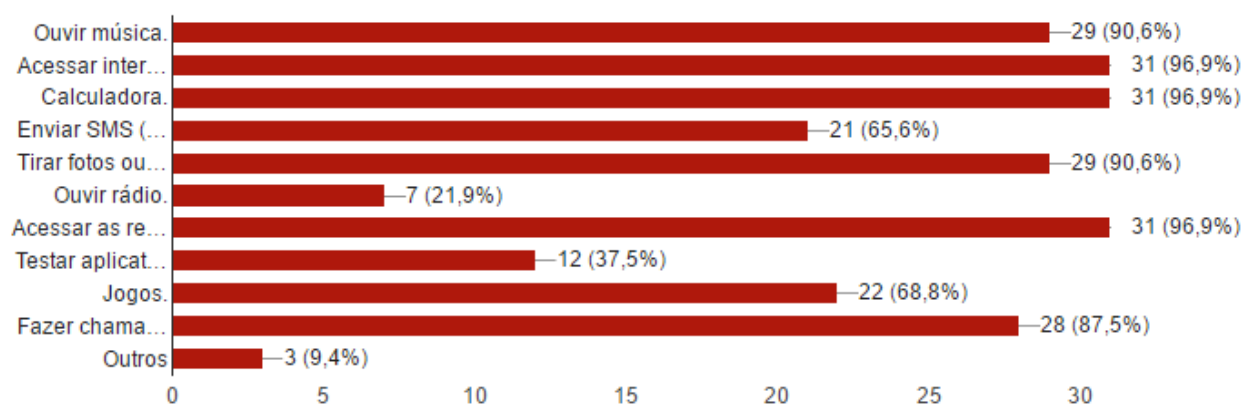
“Com as descobertas, pesquisas e estudos realizados em prol e tornar cada vez mais avançado esse tipo de tecnologia e, assim como a música estudada em sala de aula “queremos saber” será possível descobrir como a comunicação e os telefones celulares serão no futuro.” A19 (grifo nosso).

O estudante demonstrou, em seu raciocínio, uma influência expressiva do estudo da relação cultural na SD, em especial daquele que a música operou em seu entendimento sobre a tecnologia e o celular. Mas era de nosso interesse averiguar o quanto a classe estabelecia relações culturais com a música, ou outras atividades, mediadas pelo celular. Sendo assim, a sétima pergunta do questionário revela alguns dados importantes.

Gráfico 1 – Uso do celular segundo atividades frequentes.

### Você utiliza seu aparelho celular/smartphone para quais finalidades?

(32 respostas)



Fonte: O autor, 2016.

No que se refere à utilização do telefone celular pelos alunos, e considerando as opções que constam na pesquisa, apenas 7 do total fazem uso da função rádio e 29 ouvem músicas, essas são atividades intimamente relacionadas com a cultura, mas explicitadas somente pelo estudante A19 na avaliação final.

Os dados do gráfico 1 justificam também a constante evolução dos aparelhos, que conforme relatado no início, passaram a desempenhar, dentre muitas, a função de tocador de música, como também de armazenamento de arquivos digitais (áudio e imagem), permitindo

ao seu portador ter acesso às suas músicas preferidas e minimizando a utilização de aplicativos de rádio. Ainda nesse sentido, outra argumentação que aponta para a baixa relevância dada aos aplicativos de rádio, as últimas gerações de celulares lançados (Motorola Moto Z Play, Lenovo K6 Power, Iphone 7 e Samsung Galaxy S7) não apresentam mais a função de rádio FM.

As informações contidas no gráfico 1 mostram ainda que, em relação ao acesso à internet e às redes sociais, a maioria dos alunos o faz também por meio do celular. Em recente trabalho sobre o uso da internet por crianças e adolescentes entre 9 e 17 anos no Brasil, o Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI.br, 2015) aponta na pesquisa intitulada Tic Kids Online Brasil 2015 sobre os dispositivos utilizados para acessar a internet:

o crescimento do uso de dispositivos móveis foi destaque na pesquisa TIC Kids Online Brasil nos últimos anos. Em 2012, o dispositivo mais utilizado para acessar a rede era o computador de mesa, citado por pouco mais da metade dos jovens usuários da rede (55%), enquanto o telefone celular era citado por dois em cada dez crianças e adolescentes usuários (21%). Nos anos subsequentes, a pesquisa constatou um aumento importante no uso do celular: em 2013, foi citado por 53% e, em 2014, por 82% das crianças e adolescentes usuários da rede – o que representa um aumento de 61 pontos percentuais no período (CGI.br, 2015, p. 162).

O aparelho de telefone celular está disseminado em todas as classes sociais, e deve-se à sua popularização o fato do acesso à internet ter aumentado expressivamente entre 2012 e 2013, quando passou de 18% para 41% e, na pesquisa de 2015, um registro de 85% (IDEM, 2015, p.163). Essa massiva utilização da internet por meio do celular poderia compor uma abordagem enquanto recurso didático para práticas de ensino de Física.

Muito embora fora uma característica de baixa frequência de citação pelos estudantes em suas avaliações, a SD produzida possui atividades que associam a cultura ao ensino de Física e que vão ao encontro do objetivo de vincular o telefone celular como recurso didático no contexto CTSA.

#### 4.1.1.2 O conhecimento científico

Durante as aulas dedicadas a explorar o aspecto científico do telefone celular na SD, foi comum ouvir de alguns alunos, já terem trabalhado o tópico de ondas no ano anterior. Dessa forma, procurou-se também durante toda a atividade de leitura e de exercícios, dar um

significado ou uma aplicação para aquele conteúdo do qual eles já possuíam algum conhecimento prévio, no que um dos estudantes relata:

“Já estudei ondas em Física, mas não sabia o quão ela é essencial no aparelho celular, para escutar rádio, fazer ligações, ser rastreado, tudo precisa de rede que funciona através de ondas sonoras, ondas longitudinais.” A32.

O relato do estudante indica claramente um erro conceitual referente ao funcionamento do telefone celular. Os exemplos de uso citados remetem exclusivamente ao emprego de ondas eletromagnéticas, ao passo que ondas longitudinais, a exemplo da sonora, foram exploradas na terceira etapa SD e retomadas como texto motivador na avaliação final. Sobre esse erro, certamente trata-se de um conceito que, conforme relatado no referencial teórico, refere-se a um conceito situado na ZDP caracterizada por Vygotsky (2005). Por assim ser, a interação sob a orientação do professor ou outro estudante mais apto para mobilizar os conhecimentos corretos poderia solucionar o erro, por se tratar de um conceito com grande potencial de desenvolvimento pelo aluno. É nessa circunstância que se define o nível de desenvolvimento potencial, e segundo o qual representa mais enfaticamente o desenvolvimento das funções psicológicas do estudante em comparação com o nível de desenvolvimento real, dado que esse nível refere-se a ciclos de desenvolvimento já consolidados.

Por outro lado, o estudante efetua um relevante apontamento do correto reconhecimento das ondas serem essenciais no funcionamento do celular, na transmissão via rádio, no funcionamento do GPS e localização do aparelho que originou a chamada. Estas duas últimas características foram abordadas na resolução de um item do ENEM 2015, na segunda etapa da SD.

E sobre o processo de significação pretendido, durante os estudos, outro relato diz:

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

O raciocínio mostra ter havido uma clara aplicação do conteúdo estudado com o fenômeno da comunicação viabilizada entre telefones celulares. Essa relação feita é, possivelmente, resultado do primeiro momento, onde houve o desmonte do celular e foram identificados componentes relevantes, como o transdutor, e de momentos posteriores em que

se estudou a função dessa peça e a transformação de ondas mecânicas em eletromagnéticas. Para esses estudantes, podemos concluir que o objetivo da SD, de relacionar conhecimento de aulas anteriores com aspectos científicos, foi alcançado.

Na aula dedicada ao estudo dos parâmetros fundamentais da onda, sua natureza e algumas características do espectro sonoro e luminoso foram registradas pelos estudantes de diferentes maneiras.

“Nas aulas de física pude aprofundar o conhecimento na relação entre o telefone celular e a física. Aprendi que a comunicação pelo aparelho é feito através de ondas eletromagnéticas nas quais podemos medir seu comprimento ( $\lambda$ ) afim de encontrar sua frequência, velocidade, etc.” A28.

Outro estudante é mais específico na abordagem do conceito de comprimento de onda e faz uma relação com o fenômeno da comunicação amplamente presente ao longo de toda a SD. Ele escreve:

“Com base no meu conhecimento adquirido sobre o telefone celular, consegui compreender que nos comunicamos através de ondas, temos as ondas longitudinais que é um exemplo de ondas sonoras que se propagam no ar e as ondas transversais. Podemos saber o comprimento das ondas transversais medindo a distância entre dois vales e duas cristas, e para descobrir o comprimento das ondas longitudinais entre o espaço do ponto de compressão até o outro. A comunicação entre os celulares é simples, um celular emite a onda ao outro, existe uma estação de comunicação que recebe a onda e encaminha a informação para o outro, no momento da ligação cada uma das células procura um canal de frequência livre e assim se transmite.” A18.

Durante o processo de análise e a categorização das avaliações, foi percebida a forte influência que a construção da proposta de redação desempenhou sobre os alunos, pois uma parte expressiva dos alunos descreveu o que aprendeu sobre ondas e comunicação, usando como fonte um dos textos motivadores da proposta, como pode ter sido o caso do estudante A18. Paralelamente, é razoável considerar também que o estudante pode ter desenvolvido seu raciocínio com base em estudos fora de sala de aula, não havendo possibilidade dessa forma, de saber como isso ocorreu.

Aspectos relevantes das problematizações desse momento do estudo, também foram demonstrados pelos estudantes. É o caso em que, durante a exploração do conceito de frequência, utilizando a simulação “ondas de rádio e campo eletromagnético”, o professor questionou a classe sobre o significado de AM e FM e quais as diferenças entre essas ondas. Um estudante apresentou o seguinte raciocínio.

“Foi discutido também sobre a frequência, o porque cada rádio tem seu número diferente, descobrimos que quanto maior o seu número (frequência) mais longe pega o seu sinal.” A17.

Embora a informação apresentada pelo A17 esteja equivocada, a aplicação dos momentos pedagógicos fez o aluno mobilizar seu conhecimento e expressá-lo, relacionando o conceito e uma aplicação, conforme desejado na etapa de aplicação do conhecimento e relatado por Angotti e Delizoicov (1991). A informação passada aos alunos pelo professor remete ao fato de ondas de rádio AM terem uma alteração em sua amplitude e uma frequência de oscilação menor em comparação à onda de rádio FM, que representa uma frequência modulada e valores de frequência maiores em relação à outra.

No tocante aos estudos feitos sobre os espectros, um raciocínio se destaca:

“Ao estudar sobre som vi que o ultrassom para ver crianças dentro da barriga também é física; no espectro sonoro os elefantes escutam mais que nós seres humanos, e o morcego também escuta em relação ao espectro sonoro só não lembro se era o infra ou ultra. Para um celular ter sinal ele precisa de 3 rádio base. As rádios Fm e AM, são frequências da física, e que não pode ter duas frequências sendo a mesma.” A22.

Em um mesmo parágrafo, o estudante expressa três momentos estudados e comentados em sala de aula: a questão do espectro sonoro e suas aplicações no cotidiano, o princípio de funcionamento do celular para efetuar chamadas telefônicas e a atividade sobre ondas de rádios ao identificar AM e FM como conhecimentos da Física, acompanhado com um breve comentário sobre interferência.

Notadamente o aluno apresenta conhecimentos científicos construídos e conforme o último passo dos 3MP consegue efetivar distintas aplicações para o mesmo conhecimento explorado e também não faz uso de conhecimentos de senso comum, que é algo frequente em se tratando de explicação de fenômenos ou funcionamento de aparatos tecnológicos. Essa autonomia com que o estudante seleciona e aplica os conceitos em sua escrita também pode ser referenciada em Vygotsky (2005), dado que ele demonstra ter alcançado certo nível de aptidão para compreender o conhecimento proposto.

As atividades realizadas, em especial no tocante às questões do ENEM presentes ao longo de toda a SD, foram citadas nas palavras de um estudante.

“(...) outro exemplo, e que caiu até mesmo em uma questão de enem, é que por conta das ondas transmitidas precisa-se de uma triangulação para poder achar de onde foi

feita uma ligação de celular e que existe o transdutor que transforma as ondas mecânicas em ondas eletro magnéticas. ” A30.

É oportuno lembrar que, interpretar e responder corretamente esse tipo de questão, é um objetivo contemplado na SD. Durante a realização de atividades, os alunos puderam discutir as respostas com o grupo, tirar possíveis dúvidas com o professor antes de prosseguir para a próxima atividade. É importante ressaltar nesse momento a relevância do trabalho com os elementos mediadores, os signos segundo os referenciais de Vygotsky (2007), que na fala do aluno é retratada no uso da linguagem e dos conceitos. Assim, o aluno relata o seu conhecimento reportando-se a atividades cujos mediadores foram o professor e a discussão da mesma com o grupo de estudantes.

Em seus argumentos nas avaliações, alguns declararam terem estudado anteriormente aspectos relativos às ondas e como resultado dos estudos da SD, manifestaram entender o princípio de funcionamento de transmissão da comunicação entre dois aparelhos, a transformação da onda mecânica em onda eletromagnética dando, portanto, relevante significação para o conteúdo.

Validando as análises precedentes, os gráficos 2, 3 e 4 mostram como o celular está presente na vida dos estudantes. O gráfico 2 indica que todos os estudantes (100%) possuem telefone celular. Outro aspecto de particular interesse em se analisar, é o número de aparelhos e a quantidade de *chips* que os alunos possuem: os gráficos 3 e 4 trazem esses resultados.

Os resultados obtidos são próximos aos da pesquisa TIC Domicílios 2015 de responsabilidade do CGI.br<sup>28</sup>, que indica uma proporção de indivíduos que possuem o aparelho celular de 94% para os alunos de Ensino Médio do país e na faixa etária de 16 a 24 anos, correspondente à idade dos alunos pesquisados, para 91% deles.

Os gráficos também apresentam consonância com a proporção de indivíduos, por quantidade de linhas de telefone celular na pesquisa sobre TIC do CGI.br. Para as mesmas categorias, o percentual sobre a população de 16 a 24 anos que não possuem linha de telefone celular é de 9%, para uma linha 58%, duas linhas e três ou mais são, respectivamente, 38% e 1%. Essa pesquisa sobre o tema celular e o gráfico dos alunos pesquisados aponta para a predominância da utilização de apenas uma linha por aparelho. É relevante salientar que comumente, um único aparelho pode suportar concomitantemente duas linhas telefônicas.

---

<sup>28</sup> Disponível em: < <http://cetic.br/tics/usuarios/2015/total-brasil/J2/>>

Gráfico 2 – Representação dos alunos que possuem telefone celular.

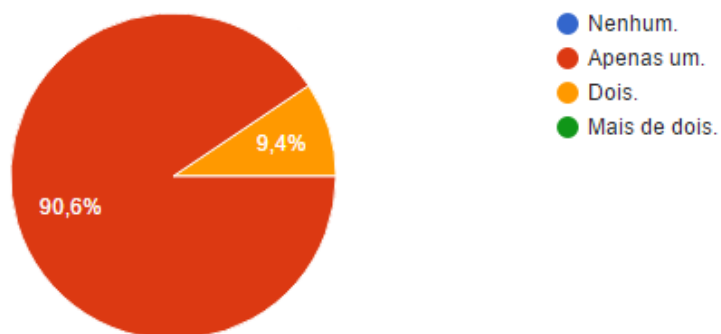
Você possui telefone celular/smartphone? (32 respostas)



Fonte: O autor, 2016.

Gráfico 3 – Percentual de aparelho celular por aluno.

Quanto(s) celular(es) smartphone(s) você possui? (32 respostas)



Fonte: O Autor, 2016.

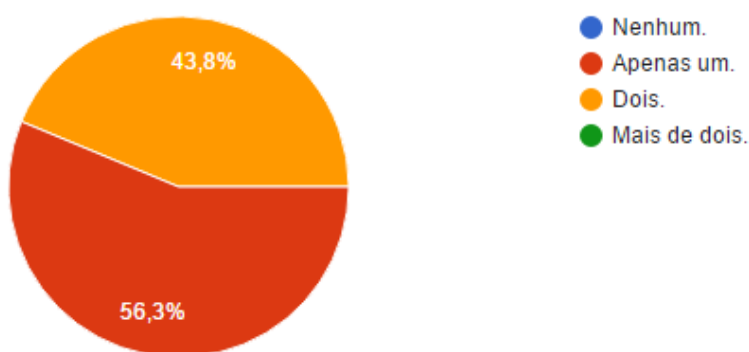
A análise do gráfico 3 revela uma estratégia de considerável relevância para a atividade 1.1 da SD, de que, conforme disponibilidade, os alunos ou os grupos podem analisar os próprios aparelhos, fazendo se possível a desmontagem básica que consiste em, após desligar o aparelho, retirar a capa traseira de proteção da bateria, nos casos em que essa operação é possível e observar constituintes, partes e símbolos presentes.

Essa atividade vai ao encontro da proposta de um currículo CTS, uma vez que integram os estudantes ao conhecimento científico com os produtos da tecnologia e o mundo social de suas experiências do dia a dia (HOFSTEIN, AIKENHED e RIQUEARTS 1988, p.358, apud MORTIMER e SANTOS, 2000, p.113).

Do mesmo modo, a realização da atividade mencionada possibilitará que outras características fundamentais em um currículo CTSA sejam concretizadas, como é a tomada de consciência a respeito de possíveis impactos ambientais no descarte da tecnologia e outras questões éticas pertinentes à produção e comercialização do telefone celular.

Gráfico 4 – Número de linhas telefônicas utilizadas pelos alunos.

**Quantos chips de celular você usa em seu aparelho?** (32 respostas)



Fonte: O Autor, 2016.

Considerando os argumentos dos estudantes e os dados apresentados, é razoável inferir que houve uma melhoria da compreensão dos temas em discussão ao se estabelecer condições para relacionar o conteúdo trabalhado ao que ele já conhece e mantém certo domínio, como é o caso do telefone celular. Esses apontamentos validam a abordagem socioconstrutivista que pretendeu-se desenvolver para a aplicação da SD.

Sobre essa abordagem e considerando os dados dos gráficos até aqui, é possível concluir que para os estudantes o telefone celular é, segundo Vygotsky (2007), o instrumento que se interpõe entre o homem e o mundo e permite a ampliação de possibilidades de transformação das relações sociais como também do próprio mundo (MARTINS, 1994, p. 291).

#### 4.1.1.3 O conhecimento artístico

No início das atividades com os alunos, foi feita uma problematização sobre a utilização de cores em determinados locais que, com certa frequência visitamos ou vemos, nos diversos meios de comunicação. Após o registro e discussão da resposta, deu-se início a



leitura dos textos e exercícios propostos na SD. Como resultado dessas dinâmicas, muitos argumentos sobre a relação artística perfazem os diversos textos produzidos, dos quais se destacam:

“Foi possível compreender que a tela do telefone celular possui milhões de pixels que passam por um filtro colorido chamado RGB (sigla dada às cores primárias) para gerar cor à luz da tela do aparelho.

Além disso pude conhecer mais sobre luz e cor: a cor vista por nossos olhos é relativa em função do comprimento de onda e a frequência da luz. O comprimento de onda da luz é medido por  $\lambda' = \lambda/n$ . O conceito de cor deve ser associado à frequência. O sistema RGB (cor luz) gera o branco, o sistema de cor-pigmento (cores secundárias – amarelo, magenta, ciano) gera o preto (ausência de cor). Cor luz é formada pela emissão direta da luz e cor pigmento é refletida por um objeto.” A28.

O estudante mostra, em sua primeira argumentação, a compreensão da discussão sobre resolução da tela dos aparelhos e de fotografias, desencadeada pelo conceito de *megapixels*. Em seguida, mescla argumentos de cor-luz e cor-pigmento com os conceitos de comprimento de onda e frequência. Esta última relação pode ter sido desencadeada pela tarefa passada aos alunos, que foi a leitura do artigo científico “Esclarecendo o significado de “cor” em Física”. Além disso, criar condições para que eles entendam a relação entre cores e os distintos comprimentos de ondas é um dos objetivos daquele momento da SD.

Martins (1994) chama a atenção para o fato de se estabelecer uma diferença entre mediação efetivada pelos instrumentos, ou pelos signos. E nessa citação, e em outras que são analisadas em seguida, os conceitos de cor e também o *megapixel* foram representados em um contexto científico de aprendizagem, posto que frequentemente remetem apenas ao senso comum. Assim, esses signos (linguagem) são efetivados em função do próprio sujeito e vão orientá-lo “para si mesmo, conduzindo suas ações psicológicas – na relação consigo mesmo (MARTINS, 1994, p. 291).

A respeito da diferenciação entre cor-luz e cor-pigmento, um estudante apresentou o seguinte raciocínio:

“Temos as cores luz que são compostas pelo filtro colorido RGB (vermelho, verde e azul) que são refletidas pelos pixel de telas de celulares e televisores para que nos que estamos assistindo possamos ver as imagens mais nítidas e com cores, mais também temos as cores pigmentos que são conhecidas como CYM (ciano, amarelo e magenta) essas cores são utilizadas por exemplo: para que a tinta de uma impressora saia numa folha branca, não precisando de nenhum emissor de luz.” A16.

Apesar da confusão entre os conceitos de emissão e reflexão utilizados para explicar respectivamente os conceitos de cor-luz e cor-pigmento, o estudante elaborou um raciocínio que inclui as diversas situações abordadas na SD, como a aplicação tecnológica em celulares, televisores e impressoras, diferenciando quais desses aparelhos utilizam o processo de cor-luz e cor-pigmento.

Noutro argumento, sobre as discussões artísticas, é descrito o seguinte raciocínio:

“Além da emissão e transferência de sons, um aparelho celular (não somente ele, mas também televisão, tablets, etc) também produz imagens e luminosidade. Isso se dá devido aos pixels que contém em uma tela de LCD gerada por uma lâmpada fluorescente de catodo frio.

A luz gerada por cada pixel não contém cor, então ela precisa passar por um filtro chamado RGB que possui as cores vermelho, verde e azul. RGB é a sigla dessas cores na língua inglesa. As imagens também dependem desse filtro para controlar as suas intensidades.

O padrão RGB é que produz as imagens exibidas nos aparelhos celulares. Quando a luz branca se encontra com as cores primárias, origina as cores secundárias que auxiliam na produção das imagens.” A15.

Nesse argumento, o estudante demonstra uma generalização da aplicação de produção de imagens. Estabelece também uma relação entre a cor-luz, a intensidade das imagens, bem como suas cores inseridas no contexto de uma tela de celular. Reside nessa capacidade de generalização, o fundamento do terceiro momento pedagógico 3MP e ainda resultado de um processo de ensino problematizador e reflexivo vinculado à realidade do estudante, conforme proposto por Paulo Freire (1987).

Outro conteúdo discutido em aula foi a existência de um padrão primário e outro secundário de cores, para cor-luz e cor-pigmento. Os dizeres de um dos estudantes demonstra tal percepção e sua relação com a tecnologia.

“Outro assunto abordado e que já foi visto há alguns anos atrás na matéria de artes é sobre as cores que dão “vida” aos celulares e TV’s. começando pela sigla RGB (vermelho, verde e azul em inglês). Nesse padrão estão presentes as cores primárias e as cores secundárias que são ciano, magenta e amarelo. Dentro de milhares de outras cores, essas são as que dão a cada pixel presente dentro de uma tela de celular ou TV, sendo um conjunto de cores até chegar aos nossos olhos veem.” A30.

É perceptível a influência que os textos motivadores da proposta de redação tiveram sobre a composição das avaliações. Uma parte significativa das ideias desenvolvidas nos parágrafos representa retomada de conhecimentos que alguns dos textos motivadores apresentam. Ao menos em parte torna-se compreensível o fato de apenas um estudante ter feito referência direta ao conteúdo cultural trabalhado, em especial às ideias presentes na

composição de Gilberto Gil, visto que não há um texto motivador que faça referência aos aspectos culturais estudados em sala de aula.

#### **4.1.2. Os conteúdos CTSA**

Ao longo da exploração da SD pode-se notar a constante intenção de promover a democratização de conhecimentos científicos e tecnológicos, por vezes atrelados à temática ambiental do movimento CTSA, fazendo com que esses conhecimentos se integrem ao cotidiano dos alunos. Concomitantemente houve a pretensão de que esses aspectos científicos e tecnológicos estivessem associados à disciplina de Física e ao seu ensino. Assim, evitamos o ensino privilegiado em conteúdos específicos da Física.

De modo especial, Aikenhead (1990), citado por Teixeira (2003), apresenta uma sequência de aprendizagem inspirada na concepção CTS que, em muito, se assemelha ao desenvolvido nesta pesquisa. No modelo proposto, a sequência flexível de ações adotadas constituem:

1. Uma problemática é extraída da sociedade e introduzida no contexto educacional;
2. Uma tecnologia relacionada ao tema social é apresentada e analisada;
3. Trabalha-se o conteúdo científico em função do tema proposto;
4. A tecnologia é estudada em função dos conteúdos;
5. Retomada da questão social.

Considerando também os outros referenciais teóricos adotados, o efeito dos 3MP e do processo de descentralização da transmissão do conhecimento por parte do professor e referenciado em Vygotsky (2007), também contribuem fortemente para a concretização de objetivos educacionais desejáveis em um processo de ensino com perspectiva CTSA arrolada ao longo de toda a SD implementada.

Os tópicos a seguir, identificam conteúdos relativos à abordagem CTSA que foram demonstrados pelos alunos em suas avaliações. O momento em que esses conteúdos estão mais intimamente relacionados é a primeira parte da SD, cujo título é “Por dentro do celular”.

#### 4.1.2.1 Relações ambientais

Aproximadamente uma em cada três avaliações apresentava parágrafos contendo um conteúdo estritamente relacionado com o meio ambiente. Em particular, esse tipo de relação entre o aparelho celular, ou qualquer outro artefato tecnológico, e o meio ambiente, foram explorados com a discussão das reportagens, o texto sobre o lixo eletrônico e a atividade, na qual os alunos deveriam entrevistar pessoas do seu cotidiano como forma de pesquisar como as pessoas se relacionam com a tecnologia e como ela é descartada.

Num primeiro argumento, o estudante A1 refere-se ao aparelho celular, quando descartado, como lixo comum.

“(...) 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.” A1.

Mesmo sem detalhar quais são os prejuízos, o estudante demonstra estar ciente de que há uma forma adequada para se descartar produtos eletrônicos e que a falta de informação colabora para que danos continuem sendo causados ao meio ambiente.

Em um raciocínio mais elaborado, o estudante A 25 relata o seguinte:

“O meio ambiente é o que mais sofre quando nossos eletros “perdem” a utilidade e eu acho de extrema importância ressaltar que existem vários pontos de coletas para que se possa descartar pilhas, baterias, CPU’s, impressoras, celulares e etc. Ao fazer isso incorretamente acarretará vários danos ao solo, que consequentemente retornará como problema para a população.” A25.

Existe uma clara demonstração de que se conhece a existência de locais específicos para descartar produtos eletrônicos, sem mencionar que são os ecopontos. Além do mais, faz uma explícita referência que uma das partes atingidas pelos danos do descarte incorreto é o solo e que, por sua vez, retornará como prejuízo para a população.

Especificamente sobre as relações ambientais abordadas e as atividades a elas correlacionadas, e contrastando com os argumentos escritos pelos estudantes em suas avaliações, é possível identificar uma visão ingênua por parte do pesquisador e dos estudantes de que o processo educativo, de forma exclusiva, pode transformar a problemática ambiental proposta. Silva, Cavalari e Muenchen (2015) defendem a superação deste tipo de visão no

contexto educacional e que foi encontrada com frequência em trabalhos apresentados nas edições dos Encontros de Pesquisa em Ensino de Física, de 2000 a 2012.

Por outro lado, esses autores citados acabam por concluir que a inserção da temática ambiental no ensino deve ser acompanhada da problematização dos valores que sustentam a cultura capitalista, sobretudo de sua lógica centrada no individualismo e no consumismo, sendo estas duas características explicitamente presentes na análise dos gráficos 2 e 3, como também, alvo de crítica nos versos da canção “Queremos Saber” de Gilberto Gil.

#### 4.1.2.2 Relações sociais

Embora não seja uma relação explicitamente abordada em sala de aula nos momentos de discussão, alguns parágrafos escritos relatam esse tipo de associação entre o conteúdo estudado e aspectos sociais.

Interessantes apontamentos são feitos por dois estudantes, que dizem:

“Hoje no mundo em que vivemos existe uma forte linha de integração e alienação entre os seres humanos com o apoio e agregação da tecnologia comunicativa por meio de aparelhos celulares. Já é notável por pesquisas realizadas que há sim uma dependência principalmente da parte dos jovens deste aparelho (celular).” A1.

“Outro problema que este avanço trouxe foi uma maior dependência desses aparelhos, isso vem causando uma série de transtornos na saúde dos usuários, como surgimento de síndromes e ainda agravando casos de depressões.” A12.

No apontamento de A1 é estabelecida relação entre conceito de alienação e o telefone celular enquanto produto da tecnologia. Existe também uma ênfase ao acusar a existência de uma dependência, em especial dos jovens para com o celular, conclusão compartilhada também pelo estudante A12. Embora tal dependência não tenha sido tratada explicitamente durante os estudos com a SD, uma consulta rápida revela existir de fato uma nomofobia, que é o vício pelo celular, apontada pelos estudantes. É perceptível que ambos os estudantes reconhecem existir um problema relacionado ao uso exclusivo do telefone celular como mediador de relações sociais.

Em uma abordagem complementar da problemática social, outros alunos propõem uma ação de intervenção de órgãos governamentais ou do próprio Governo no sentido de orientar ou alertar a sociedade para problemas ambientais e sociais relacionados ao uso intenso ou descarte do celular.

“Em busca de atenuar esses problemas que os telefones estão gerando, é preciso que Anatel, responsável pela fiscalização de adequação do uso do celular, seja mais rígida nos padrões de durabilidade dos aparelhos por meio de testes e as empresas que desrespeitarem não ganhem autorização para vender. E, que o ministério do meio ambiente crie leis que faça as empresas repararem todos os seus danos ao meio ambiente.” A8 (grifo nosso).

“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 ira perceber que realmente o celular transcende, é muito mais complexo do que apenas um meio de comunicação.” A5.

Os argumentos apresentados pelos estudantes nesse tópico de relações sociais revelam que eles podem ter assumido esse discurso em outros momentos, outras disciplinas ou leituras, apenas no momento de discussão e interpretação da música “Queremos saber” tratou-se de implicações sociais entre a sociedade e a tecnologia.

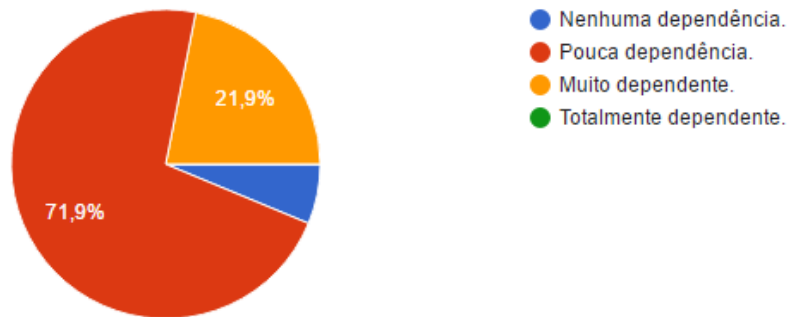
Nesse momento, após análise do pensamento desses estudantes, torna-se possível evidenciar o aspecto relativo à natureza sociológica da abordagem da Ciência, que, conforme ROSENTHAL (1989), referenciado por MORTIMER e SANTOS (2000, p. 116), inclui a discussão sobre a influência da Ciência e Tecnologia sobre a sociedade e dela, sobre o progresso científico e tecnológico, bem como os limites e possibilidades de se usar a Ciência e Tecnologia na solução de problemas sociais.

Questionados sobre o quanto os estudantes da turma se sentem dependentes do aparelho celular, foi obtida a seguinte distribuição.

Gráfico 5 – Autoavaliação da dependência dos alunos em relação ao celular.

Em sua concepção qual é o seu nível de dependência com relação ao celular/smartphone?

(32 respostas)



Fonte: O autor, 2016.

O gráfico 5 revela que, na autoanálise dos estudantes, uma parte significativa deles declara ter pouca dependência com relação ao uso do celular. Por outro lado, apenas sete alunos se veem como muito dependentes dele. Uma cena comum na sala de aula dessa turma é a utilização das tomadas para carregar as baterias dos aparelhos, enquanto se desenvolve(m) a(s) aula(s), conforme figura 4.

Figura 4 – Utilização da tomada da sala de aula para carregamento de vários celulares.



Fonte: O Autor, 2016.

É importante salientar a importância desses argumentos utilizados pelos estudantes, que mostram postura crítica frente ao uso do telefone celular, e que articulam conhecimentos das áreas da Ciência, Tecnologia com os do campo social. Os argumentos classificados nessa relação social permitem concluir que esse aspecto não ficou secundarizado no trabalho da SD, haja vista que o trabalho com a temática ambiental tangencia em diversos momentos as dimensões políticas, sociais e econômicas, justificando parcialmente a ocorrência dos argumentos aqui apresentados. A relevância da dimensão social nesse contexto é referenciada em diversos artigos sobre a pertinência de um currículo CTS na educação brasileira, a exemplo de BAZZO (1998); GRINSPUN (1999); PALACIOS, OTERO e GARCIA, (1996); PINHEIRO, SILVEIRA e BAZZO, (2007).

#### 4.1.2.3 Relações tecnológicas

Neste tópico buscamos nas avaliações, argumentos relacionados com a abordagem CTSA e que também tenham apontamentos sobre conhecimentos sobre tecnologia. No primeiro momento de estudo da SD, em que há o estudo do celular, o desmonte para conhecer suas peças mostrou forte influência em alguns parágrafos elaborados pelos estudantes.

“Aprendi várias coisas como: desmontar um aparelho celular, o que significa todos aqueles símbolos, até mesmo fizemos a descoberta de uma pequena cidade dentro do aparelho.” A23.

“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.” A30.

Os símbolos aos quais se refere o estudante são aqueles abordados na atividade 1.3 do material do aluno (Apêndice C). A descoberta da “pequena cidade” a que ele se refere são, conforme registro do professor durante as interações em sala de aula, os muitos dispositivos interconectados pela placa, tais como, alto falante, tela, bateria, circuito de alimentação, entrada para cartão SIM ou cartão de memória.

Outro importante registro feito durante a realização dos exercícios pelos grupos é o reconhecimento dos símbolos presentes em peças no interior dos aparelhos desmontados, em especial da bateria. De tal maneira os alunos recortaram as etiquetas de algumas de suas camisetas e compararam com os símbolos da bateria, conforme mostra a figura 5.

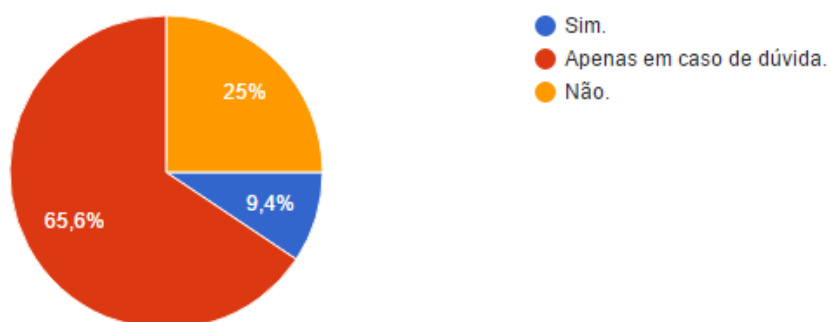




Gráfico 6 – Taxa de leitura do manual do aparelho celular pelos alunos pesquisados.

Ao adquirir um aparelho celular/smartphone, você tem o hábito de ler o manual que acompanha o produto?

(32 respostas)



Fonte: O autor, 2016.

Nota-se que a quarta parte dos respondentes apontam não fazerem a leitura do manual dos aparelhos que possuem. A maioria recorre ao manual em caso de dúvida. Esses dois estratos da amostra podem estar relacionados à maneira com que esses estudantes se relacionam e aprendem com a tecnologia.

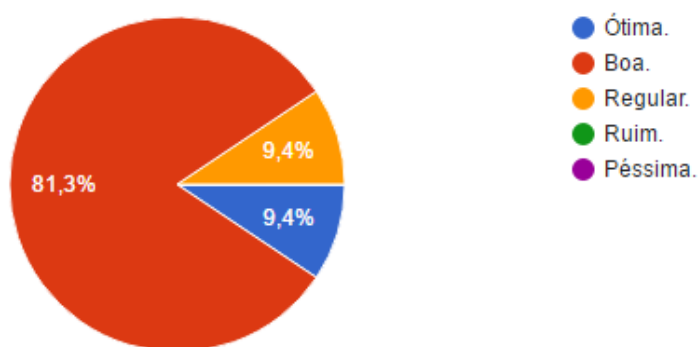
O pesquisador e educador Marc Prensky (2001) descreve que esses jovens buscam num primeiro momento, informações de forma rápida em meios digitais, em detrimento das mídias impressas. Tal comportamento os insere numa geração adjetivada como Nativos Digitais, ou seja, possuem significativa intimidade com os produtos da tecnologia e a linguagem digital desde o seu nascimento.

Dos dados analisados até aqui, deriva uma interessante análise, referente à declaração da maioria dos estudantes assumir não ser dependente do telefone celular como consta no gráfico 5, mas descreve, em alguns casos, na avaliação, que a dependência pelo celular em especial existe na sociedade.

A naturalidade com que os estudantes manuseiam o aparelho celular e se reconhecem habilidosos em seu manuseio é mostrada no gráfico 7.

Gráfico 7 – Autoavaliação da habilidade com o telefone celular pelos alunos pesquisados.

Como você classifica sua habilidade com o celular/smartphone? (32 respostas)



Fonte: O autor, 2016.

Uma inferência possível de se fazer ao analisar o gráfico é que nenhum dos estudantes apresenta certo grau de estranhamento com relação a lidar com o celular. Ao se declararem, em grande parte, detentores de boa habilidade com o aparelho, temos de lembrar que muitos deles não leram o manual de funcionamento do mesmo.

Outra forma de entendimento da relação tecnologia no contexto de exploração da SD é revelada no argumento do estudante 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.” A11.

O estudante revela que a utilização do telefone celular tem se diversificado, ou seja, deixou de ser exclusivo para a realização de ligações telefônicas como também passou a estar mais acessível para a população global. Tais apontamentos são ratificados nas análises que o CGI.br divulga periodicamente.

#### 4.1.2.4 Relações sobre reciclagem

Diferentemente das relações ambientais, tratadas anteriormente e sobre as quais discutiu-se essencialmente as consequências para o meio ambiente sobre o descarte incorreto do celular e outros eletrônicos como lixo comum, as relações sobre reciclagem indicam

pontualmente que esse conceito conquistou uma relevância na forma de proceder o descarte da tecnologia para alguns alunos.

“Mas o que mais achei interessante foi a respeito das Reciclagens de aparelhos como Pilhas, Baterias, celulares, TVs e etc. Foram as aulas de física mais interessante des do 1º ano Pra mim.” A6.

O estudante faz uma afirmação na qual diz que o estudo e as discussões geradas em torno do conceito de reciclagem são as mais interessantes. É possível constatar que historicamente a ênfase dada ao ensino de conteúdos específicos da Física, fez com que a forma de trabalhar esse tópico de Ciências causasse surpresa ao aluno. Por tal constatação torna-se evidente que a dimensão ambiental no ensino de Física é atualmente algo marginal e frequentemente relegada, ficando a sua abordagem a cargo das demais ciências, em especial as Ciências Humanas.

No que tange aos objetivos da SD em descrever os componentes do circuito e conceituá-los, o estudante A10 escreveu:

“Um aparelho celular é formado por placa de circuito, plastico, metais, placa de magnesio e cristais liquidos e oitenta por cento desses todo é reciclavel e boa parte do lixo eletrónico ajuda varias pessoas a ter uma renda ou melhorar sua renda.” A10.

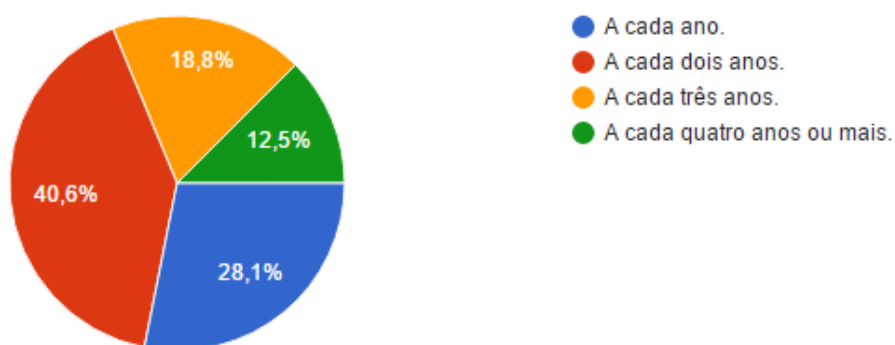
A análise interessante nesse argumento é, além do reconhecimento de alguns componentes do celular, o apontamento de uma relação com as possibilidades de renda que a reciclagem pode gerar para algumas famílias, cuja renda tem forte ligação com esse aspecto de descarte de aparelhos da tecnologia. As discussões particulares desse momento foram trabalhadas na terceira aula do bimestre com a exibição de vídeos sobre o tema reciclagem.

A partir da primeira atividade desencadeada pela aplicação da SD, e perseguindo dois relevantes objetivos do ensino com enfoque CTSA, que consiste no desenvolvimento de valores vinculados a interesses coletivos e também a tomada de decisão, outras atividades e discussões foram desenvolvidas com os estudantes. Com as atividades, vídeos, leituras e diálogos buscou-se ir além da abordagem reducionista da tecnologia em seus constituintes e características técnicas, conforme sugerem Santos e Mortimer (2000).

Também foram temas de abordagem do questionário, aspectos referentes à maneira que a reciclagem está presente no cotidiano dos estudantes e suas famílias. O gráfico trata da frequência com que os alunos trocam de aparelho celular.

Gráfico 8 – Taxa referente à frequência de troca do telefone celular pelos alunos pesquisados.

**Com qual frequência você faz a troca de seu telefone celular/smartphone?**  
(32 respostas)



Fonte: O autor, 2016.

Ao analisar o gráfico 8 é possível constatar que a maioria dos alunos faz a troca do aparelho celular a cada um ou dois anos. Dessa maneira, podem fazer algumas ações com o aparelho antigo, que se relaciona diretamente com o aspecto ambiental já tratado nesta pesquisa; podem trocar o aparelho antigo ou guardá-lo, o que evitaria o descarte do mesmo como lixo comum, ou descartá-lo nos ecopontos, conforme demonstra o seguinte raciocínio:

“E outra coisa bastante importante e que eu não sabia, era o fato de aparelhos eletrônicos poderem ser reciclados de uma forma bem interessante, e que uma peça desse aparelho que parece ser insignificante, se for reaproveitada tem grande importância.” A9.

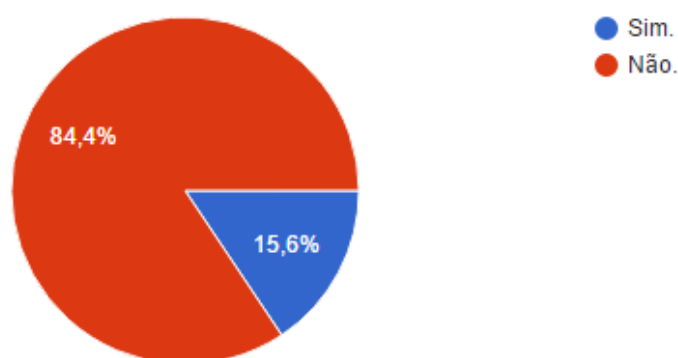
Embora as avaliações não apresentem muitos parágrafos sobre os estudos realizados sobre a reciclagem, para os alunos que a mencionaram diretamente, as discussões sugerem ter tido grande relevância para o aprendizado.

Questionados sobre manterem algum hábito de reciclagem, foram obtidos os resultados que apresentamos no gráfico 9.

Gráfico 9 – Percentual de algum hábito de reciclagem de materiais eletrônicos.

**Você e/ou sua família mantém algum hábito de reciclagem de materiais eletroeletrônicos?**

(32 respostas)



Fonte: O autor, 2016.

Um dado preocupante, que revela que a prática de ações direcionadas à seleção do lixo para posterior descarte não tem sido praticada por muitos dos alunos e suas famílias. É importante destacar que Uberlândia já possui doze ecopontos espalhados por diversos setores, que facilitam o descarte de diversos tipos de resíduos sólidos e, ainda, conta com um programa de coleta seletiva de lixo desde janeiro de 2011, que abrange 44,6% da área da cidade. Um dos objetivos da oferta deste serviço é conscientizar a população da importância de se reduzir, reutilizar e reciclar os resíduos sólidos, tentando resolver os problemas de acumulação de lixo nos centros urbanos, reintegrando-os ao ciclo industrial, trazendo vantagens ambientais e econômicas.

#### 4.1.2.5 Atitude científica

Uma característica diferenciada da abordagem CTSA é a construção de conhecimentos, habilidades e valores necessários para que o aprendiz tome decisões responsáveis sobre tópicos relevantes da Ciência e da Tecnologia (SANTOS, 2007, p.2). Com essa linha de pensamento, foram extraídos das avaliações dois parágrafos que indicam que a apropriação do conhecimento tem como consequência uma mudança de postura desses estudantes.

“Não sabia que existe um ecoponto para aparelhos eletrônicos, pois diversas vezes já descartei como lixo comum, e isso polui bastante pois contém metais poluentes.” A32.

Esse é um raciocínio no qual o estudante revela desconhecer a existência do ecoponto na cidade, discutida na atividade 1.2 (Apêndice C, p.2). Ele revela ainda que, em diversas situações, agiu de uma forma errada com o meio ambiente e que, conforme discutido na atividade 1.3 (Apêndice C, p.3), passa a reconhecer os perigos do descarte inadequado de aparelhos eletrônicos.

O segundo raciocínio apresentado, revela também uma explícita tomada de consciência frente aos estudos realizados.

“Sim, de muito nos valeu, hoje temos além de conhecimento, conscientização, temos também, a sabedoria de como lidar com nossos aparelhos, aonde descarta los, entramos em plano subdimensional aonde encontramos o mistérios das luzes e suas cores e culturas. E com tudo o que aprendemos eu, resolvi fazer a minha parte e com o intuito de não me prejudicar, resolvi a ser moderado em relação com o meu aparelho celular e creio que assim deve ser.” A4.

Foi mencionado que obteve conhecimento, conscientização e sabedoria no manejo com os aparelhos, muito embora não especifique se é sobre o aparelho celular, tratado continuamente ao longo de toda a SD. Relata brevemente o conteúdo de arte estudado com os conceitos de luz e cor e finaliza dizendo que decidiu moderar o uso do celular ao considerar os estudos e discussões realizados com a aplicação da SD.

#### 4.1.3 Articulações interdisciplinares

A abordagem de conceitos que possam ser trabalhados na Física, Química, Artes, Biologia e até mesmo na História e Sociologia permite que o tema *telefone celular* seja examinado em múltiplas perspectivas. Busca-se com as problematizações, atividades e discussões, permitir que os alunos façam essas inter-relações entre as diferentes áreas do conhecimento, mobilizando dinamicamente os conceitos relevantes para a compreensão do tema.

Nesse último tópico, o contexto de relações interdisciplinares foi isolado de algumas redações, segundo três categorias, que indicam potenciais relações de um ou mais conceitos entre a Física e outras disciplinas. No entanto, grande parte dos parágrafos produzidos é composta por dois ou mais períodos, nos quais abordam os conceitos trabalhados

pontualmente, o que ainda não poderia ser encaixado em nenhuma das categorias anteriores, tendo em vista os critérios da exclusividade que indicam que uma unidade de conteúdo não possa pertencer a mais de uma categoria.

#### 4.1.3.1 Ciências da Natureza e suas tecnologias

Aqui, foram isolados os conteúdos das avaliações que mostram ter ocorrido a articulação de um algum conceito explorado na SD e seu entendimento pelo estudante, de forma que transcendesse o aspecto estritamente disciplinar, em especial o da Física.

“O telefone celular é um aparelho que com o avanço tecnológico está cada vez mais presente na vida das pessoas. Suas funções com o passar dos anos estão se diversificando, isto é, antigamente este tipo de aparelho tinha como principal papel realizar ligações e era acessível apenas a parcela mais rica da população. Contudo, na era contemporânea em que vivemos, o telefone celular permite-se acessar internet, calculadora, ler livros, assistir filmes, jogar, até mesmo assistir televisão, sendo acessível a grande parte da sociedade.

O telefone celular tem em sua composição materiais que a maioria das pessoas não imaginam e com isso podem trazer riscos a quem o utiliza, pois ele não pode ser descartado de qualquer maneira, em um lixo comum, por exemplo. Além de 80% de seus componentes poderem ser reciclados e atualmente, apensar de raros, existem locais especializados em realizar esse tipo de trabalho.” A19.

As informações presentes na argumentação do aluno, de que antigamente o telefone celular era restrito a uma parcela abastada da população, e que com o decorrer dos anos o avanço tecnológico foi um fator responsável pela popularização do celular. Outra ideia elaborada é a respeito da diversificação de suas funções, uma vez que originalmente somente realizava ligações.

Em outro parágrafo, o estudante mescla argumentos de relações ambientais e sobre a reciclagem ao reconhecer que há componentes que causam riscos a quem o utiliza ou o descarta de maneira inadequada e em seguida diz existir locais para o correto descarte do telefone celular.

Já outro estudante, que também utiliza o argumento da evolução tecnológica para a diversificação das funções do aparelho celular, registrou o seguinte raciocínio:

“O telefone tem grande importância, pois ele é uma ferramenta de comunicação e de buscas que auxilia no cotidiano de todos. E, com decorrer das evoluções tecnológicas esse dispositivo está transcendendo as suas funções inicialmente desejadas. Contudo, há produtos cada vez menos resistentes, isso gera danos ao ambiente, além de piorar o consumismo, e se um aparelho pode desenvolver tanto



seu desempenho, é preciso cuidar para que haja maior durabilidade.” A8 (grifo nosso).

O conceito de evolução tecnológica não foi explorado durante o estudo da SD e, portanto, as relações efetuadas pelos estudantes A19 e A8 decorrem de outras fontes de informação. Segue-se em sua análise que, em contraponto à diversificação das funções dos aparelhos celulares, eles estão com a durabilidade comprometida e afirma ter relação entre a baixa resistência dos aparelhos e o seu consequente descarte.

Em outra ideia, agora desenvolvida pelo estudante 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.” A4.

O fato social a que se refere o aluno é a alienação dos seres humanos em relação à tecnologia. É perceptível que apesar do estudante elaborar um parágrafo com argumentação de relações sociais, de conhecimentos artísticos e científicos, nenhuma das ideias foi desenvolvida ou detalhada, estabelecendo uma relação entre elas. Em parte, a dificuldade de estabelecer essas relações deve-se à baixa carga horária para estudos da Física e de outras disciplinas que se limitam a trabalhar conteúdos pontuais e dificultam o estabelecimento de inter-relações entre assuntos afins.

#### 4.1.3.2 Matemática e suas tecnologias

A ênfase dada na abordagem e interpretação dos conceitos foi acompanhada em alguns momentos, pela respectiva relação matemática. Em especial, a abordagem científica com o aprofundamento na interpretação do conceito de frequência, comprimento de onda e velocidade de propagação propuseram o estudo de relações matemáticas que enriqueceram a exploração dos conceitos e foi representada em um argumento.

“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 28.

As questões de revisão da atividade 3.2 da SD e também a atividade 3.3 (Apêndice C, p.19) foram os momentos em que se trabalhou a interpretação dos conceitos de frequência,

comprimento de onda e velocidade de propagação subsidiada com a interpretação da Matemática. Segundo os registros do professor, o cálculo da frequência de oscilação das ondas de rádio e a compreensão do que significa o número associado à frequência das rádios da cidade foi uma atividade que despertou muito o interesse e a curiosidade dos alunos.

#### 4.1.3.3 Ciências Humanas e suas tecnologias

Alguns argumentos contêm significado histórico ao relacionar conceitos abordados durante o estudo da SD. Tais ideias registram também uma relação do meio de comunicação, representado no telefone celular, e a construção da vida social, conforme relata o estudante A33, com o seguinte pensamento:

“O telefone celular, criado em 1925, foi inicialmente desenvolvido com o intuito de comunicação à distância. Conforme o avanço tecno-científico suas funcionalidades foram se expandindo e tornando a sociedade cada vez mais dependente de seu uso.” A33.

Uma outra forma de abordar aspectos da história é a contida no seguinte argumento:

“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.” A7.

Destaca-se desse parágrafo um posicionamento do aluno referente ao fetiche de mercadoria, identificando-o como algo negativo e afirmando um valor pela vida. Seguramente a articulação dos conceitos de fetiche de mercadoria e tecnologia evidenciada pelo estudante foi elaborada em outros momentos e demonstrada no momento da avaliação.

Em um segundo argumento semelhante, o estudante A8 diz:

“Isso é um resultado do capitalismo, pois seus fundamentos são criar produtos mais atrativos para que haja consumo regular, que é o sustento desse tipo de sistema econômico. Por isso, com passar dos dias esses telefones são mais sensíveis, por quanto a pessoa que adquiriu não possa contar com ele por muito tempo.” A8

Segundo sua linha de raciocínio, produtos com baixa durabilidade estão relacionados com a lógica capitalista do consumo de aparelhos tecnológicos e, em específico, o aparelho celular. Tal questionamento está de acordo com os objetivos educacionais propostos para um

ensino fundamentado no enfoque CTSA, assim, as questões éticas relacionadas à produção e comercialização de produtos da tecnologia e o questionamento da ordem capitalista (SANTOS e MORTIMER, 2000, p. 114,) explícitos na escrita do estudante, ainda que não estejam relacionados como objetivos específicos ao longo da SD, é um raciocínio intimamente relacionado com as origens do enfoque CTSA.

#### **4.1.4 Análise final da pesquisa**

Diante dos dados analisados, e considerando as ações didáticas vinculadas na SD bem como a potencialidade dos referenciais teóricos considerados, torna-se possível obter ao menos duas respostas para a pergunta de pesquisa proposta: É possível conceber um caminho pedagógico que considere o uso do telefone celular como recurso didático para o ensino e aprendizagem em Física?

A primeira delas, ao considerar apenas o aparelho de telefone celular enquanto recurso físico e sem explorar o seu funcionamento, aplicativos e conectividade, conforme realizamos. E uma segunda e enriquecedora possível resposta, que considere a exploração de recursos funcionais, aplicativos e conectividade dos aparelhos, conforme os alunos já fazem ao se comunicarem individualmente ou em grupos, em redes sociais, mensagens.

De qualquer maneira o uso do telefone celular como um recurso didático para a prática do ensino de Física, seguramente, consolida um caminho pedagógico que deve ser considerado na prática educativa. A pesquisa na literatura e a participação dos alunos nas atividades colaboraram no apontamento da significativa relevância em considerar o celular como recurso didático. E em segundo lugar, mas não menos importante, lançamos um olhar sobre os estudantes e sua relação com as TIC. Conforme apontam os documentos oficiais produzidos pelo MEC (LDB, DCNEM, PCNEM e mais recentemente BNCC) e diversas pesquisas na literatura (AUTH, 1995; GASPAR 2005; PINHEIRO, SILVEIRA e BAZZO, 2007; SILVA e MARCONDES, 2015; CAVALCANTE, PIFER e NAKAMURA, 2001), os adolescentes se interessam por práticas contextualizadas que aproximam o processo de ensino de sua realidade e cultura, por utilizarem tão intensamente o celular em seu dia a dia e estarem inseridos num contexto da sociedade do conhecimento.

Em síntese, os dados que revelam as múltiplas finalidades para as quais os adolescentes utilizam o celular (Gráfico 1), de que a totalidade dos estudantes possuem pelo menos um desses aparelhos (Gráficos 2 e 3), e que 81,3% dos estudantes dizem ter boa

habilidade no manuseio do celular (Gráfico 7), nos permite concluir que encontramos um caminho pedagógico para uso do celular, e que ele não é único, posto que o aparelho possui múltiplas funções para se explorar.

A seleção criteriosa dos referenciais teóricos para a pesquisa realizada permitiu a valoração de conhecimentos conceituais, contidos nas leituras e atividades individuais ou em grupos, e na postura de respeito perante as opiniões e discussões desencadeadas. São compromissos coletivos que puderam ser observados durante o bimestre. Foram ainda desenvolvidos de forma enfática os conteúdos conceituais, pois visaram, num contexto do ensino de ondulatória, desenvolver significações ou ressignificações nos educandos em relação aos símbolos, ideias, imagens e representações pertinentes ao telefone celular e mencionados em Zabala (1998).

A reorganização do trabalho didático realizado com a SD proposta, tornou viável um novo arranjo que, segundo as orientações da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) do Brasil (1996), deve confrontar os desafios impostos pelos processos globais e pelas transformações sociais na sociedade contemporânea. A todo momento tentou-se afastar de um modelo de ensino sustentado pela transmissão do conhecimento, objetividade e exatidão da Ciência, para tal feito, o referencial dos 3MP (DELIZOICOV, ANGOTTI, 1995) se mostrou essencial.

Enquanto estratégia metodológica, os 3MP permitiram uma cisão, segundo expectativas dos estudantes, de aulas com respostas prontas para os questionamentos propostos. Nesse sentido, a proposição de um questionamento, e a partir deste, outros, pelos alunos, revelaram o quão importante é, para o aprendizado, uma postura questionadora e crítica. Na sequência, a organização e a aplicação do conhecimento serviram para criar uma rotina de leituras e discussões que se relacionassem com a busca de respostas para os questionamentos, como também, a ampliação do conhecimento para outras situações que, de forma adjacente, pudessem ser respondidas com o mesmo conhecimento compartilhado.

O referencial CTSA foi eficaz em propiciar uma nova interpretação de um mundo permeado por intensas atividades tecnológicas e científicas. Foi possível também romper o processo de isolamento disciplinar vivenciado pelo ensino de Física ao se tratar inter-relações de conceitos com enfoque interdisciplinar, como é o caso mais enfático das cores, na última etapa da SD, que trata de conhecimentos de Ciência e Arte.

Até aqui temos um profícuo ambiente de aprendizagem, construído pela escolha minuciosa de referenciais teóricos que permitiu alcançar os objetivos propostos na pesquisa.

A elaboração e aplicação da SD também colaboraram em grande parte para se estabelecer a dinâmica de ensino responsável por conseguirmos vislumbrar um caminho pedagógico que considere o telefone celular como recurso didático para o ensino de Física.

#### 4.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A seguir, são apresentadas algumas reflexões sobre o uso do telefone celular, viabilizadas pela aplicação desta pesquisa. Num primeiro momento, elas permitiram o enriquecimento da compreensão da centralidade que o telefone celular apresenta no contexto social e educacional. Percebe-se também que, infelizmente, há uma escassez de metodologias, sejam elas representadas pelo livro didático ou pela figura do professor, que valorizam o diálogo e os conhecimentos prévios dos alunos na busca do conhecimento.

Por tais constatações, esta pesquisa agrega uma relevância do enfoque CTSA para o ensino e aprendizagem em Física ao propor a exploração do telefone celular em seus múltiplos aspectos - tecnológico, cultural, científico - no qual foram abordados os conhecimentos de oscilações e ondas a partir do telefone celular e a relação artística, numa SD que permite aos discentes externar seus conhecimentos e dialogar sobre conceitos pouco abordados e inter-relacionados no ensino médio.

É possível acreditar no ensino que possui como pressupostos a valoração de uma cultura do diálogo fundamentada nos 3MP, na perspectiva sociointeracionista de Vygotsky e pelo enfoque CTSA. É perceptível que, tomando como função da educação formal a possibilidade do aluno compreender melhor a realidade ao seu redor, a utilização do telefone celular, que por sua vez emerge do próprio contexto real dos alunos, permite por intermédio das ações planejadas na SD e da mudança de postura do professor que os estudantes participem ativamente do processo de aprendizagem. O conhecimento que deles emerge, em uma proposta como a apresentada aqui, oferece oportunidade de abordagem da temática cultural e artística que nenhum dos estudantes reconhecia como possível no âmbito da Física.

A respeito dos conhecimentos desses estudantes na etapa final do ensino médio e que foram externados em diversas atividades, focos de contínua avaliação, consideramos que foram relevantes, em todo momento, na sustentação de opiniões diversas, em especial nos momentos em que se colocavam as problematizações e se buscava a socialização das falas, o seu respeito e discussões.

De tal modo, é possível perceber que os conteúdos das opiniões nas problematizações continham fragmentos de conhecimentos relacionados a estudos e aprendizados efetivados em outros momentos de escolarização e/ou de outros conteúdos curriculares quando, por exemplo, se referiram a trechos da música trabalhada na segunda etapa da SD, relacionando-a a aspectos da Geografia ou História. Entretanto, o fato é que eles poderiam relacionar até mesmo com suas próprias histórias de vida, pois estamos continuamente na busca de conhecer algo até então desconhecido, como fazíamos naquele momento de estudo sobre tópicos de oscilações e ondas numa perspectiva CTSA, ou de melhor entendermos nossa relação com os produtos da tecnologia.

Nesse contexto, também, se sobressai a noção comum que os alunos tinham a respeito da tecnologia, que está relacionada aos objetos do nosso dia a dia e permeados de certa modernidade, como os celulares, frutos de análise da pesquisa, ou computadores, carros e internet. De fato, a própria noção inicial do pesquisador continha tal compreensão simplória sobre a tecnologia, mas, com a aplicação e discussão da SD, pôde ser aperfeiçoada, passando, portanto, a pensar que a tecnologia é uma forma de atuar sobre o mundo, uma faca de dois gumes que pode ser tanto útil como nociva.

Nos momentos em que foi solicitada a resolução de atividades da SD, era esperado que houvesse uma considerável divergência de respostas, necessitando de intervenção direta do professor. Contrariamente a isso, a demanda por dúvidas nas atividades foi menor em relação às atividades individuais atribuídas em bimestres anteriores. Tal diferença está relacionada à possibilidade dos alunos trocarem ideias em grupos antes de requisitarem auxílio do professor; essa diferença está contemplada pela proposta que se apoia na perspectiva de Vygotsky.

Percebeu-se nesse momento de atribuição de tarefas, uma limitação na utilização da SD. Ela não oportunizou tarefas que os estudantes pudessem realizar em casa, até mesmo porque, conforme relatado anteriormente, devido às características da turma em relação a já executar uma atividade profissional, ela dispõe de pouco tempo para realização de tais tarefas. As atividades que propunham a interação com as simulações tiveram que ser projetadas pelo professor, o que gerou momentos de dispersão da atenção ao que era proposto analisar. Uma última limitação se relaciona com a considerável amplitude dos conceitos e conteúdos abordados na SD. As duas aulas semanais foram insuficientes para executar todo o estudo programado, o que requisitou alguns recortes do que ensinar dentro do prazo do bimestre.

Assim, o aperfeiçoamento da SD aqui proposta se faz necessário e constitui uma sugestão de pesquisa futura, empregando determinadas escolhas e recortes do que ensinar, não perdendo de vista os objetivos maiores aos quais se propõe a dinâmica de estudo com esta SD, minimizando o risco de fazer dela apenas extensão do que se poderia fazer com o livro didático. Aplicando uma ou duas das etapas da SD já seria possível estabelecer um cronograma de atividades e estudo que viabilize o aprofundamento das discussões e a atribuição de tarefas que complemente o que for realizado em sala de aula.

Assim, é possível concluir que o engajamento obtido na aplicação desta pesquisa com os estudantes, por meio da abordagem do telefone celular em uma SD e pela socialização dos conhecimentos ao longo do bimestre, mostrou-se como uma possibilidade, permeada de complexidades.

O trabalho relativo ao enfoque CTSA desencadeou momentos de tomada de consciência por parte dos alunos, em especial no aspecto ambiental, ao se trabalhar o manuseio e descarte responsável de aparelhos tecnológicos. Os momentos de problematização evidenciaram uma nova perspectiva do processo de ensino, ao se concretizar na elaboração e compartilhamento de argumentos pelos alunos, servindo ainda de eixo condutor para efetivação dos objetivos específicos da pesquisa. A consideração das falas dos alunos no grande grupo serviu de incentivo ao surgimento de novas falas e favorecimento de um rico diálogo entre os alunos e dos alunos com o professor. Assim, conforme propõe Zabala (1998) pôde-se acompanhar o desenvolvimento de raciocínios pelos alunos ao permitir que eles interagissem, expressando seus pensamentos, ainda que de início fossem pouco claros sobre o que pretendiam dizer.

Na avaliação final dos alunos, ocorreu a predominância de argumentos sobre os textos motivadores presentes na proposta. Isso nos leva a considerar que há uma preocupação deles em escrever o que o professor espera ler, como se houvesse uma redação gabarito para comparação e atribuição de certo e errado às ideias registradas. De tal maneira, futuras aplicações que considerem esta proposta de avaliação deverão considerar alternativas que não restrinjam as possibilidades de escrita dos alunos, como era a intenção original.

Ainda sobre os argumentos, foi possível destacar que os escritos foram diferentes e mais espontâneos que os orais, compartilhados nas problematizações e atividades de cada etapa da SD. Na avaliação final, enquanto escreviam, os estudantes estavam concentrados e o ambiente favorecia a reflexão sobre o que precisavam escrever. Por outro lado, os argumentos orais ocorriam no momento dos diálogos e discussões, exigiam pensamento mais rápido em

um ambiente onde constantemente haviam outras ideias sendo discutidas e exigindo mais atenção.

A administração do tempo representou o maior desafio, pois impôs o grande obstáculo da escolha de quanto tempo se levaria na discussão de cada conceito e por fim, quais atividades planejadas teriam que ser retiradas do planejamento bimestral. De tal maneira que, se existisse a possibilidade de trabalhar com ao menos três aulas semanais, haveria um aprofundamento e enriquecimento das discussões, inclusive daquelas levantadas pelos alunos.

O desenvolvimento da SD e sua aplicação expandiu o conhecimento do professor a respeito dos aspectos legais que norteiam o uso do celular em sala de aula. Agora, detentor de uma prática pedagógica consciente e contextualizada, poderá enveredar por caminhos mais sinuosos, evitando aceitar de imediato o primeiro argumento, sobre a proibição do telefone celular dentro de sala de aula, posto que a lei estabelece a exceção para o uso didático.

Em virtude de tais fatos torna-se preciso reavaliar os caminhos tomados pelo ensino. Os problemas enfrentados para a melhoria da escolarização, citados na introdução, não se limitam ao sucateamento ou subaproveitamento dos espaços físicos da escola, é, anteriormente, uma necessidade de atualização pedagógica dos professores frente às demandas dos alunos por um ensino que considere suas expectativas. É mudar o foco do que o professor deseja que seus alunos aprendam para o que eles realmente aprendem e como aprendem.

Acreditamos que esta proposta de ensino subsidiada por uma SD, contribuiu como um estímulo ao diálogo em sala de aula. As atividades desenvolvidas, tendo como foco os telefones celulares, favoreceram em diversos momentos a socialização de ideias e a execução de atividades escritas. A natureza dos diálogos produzidos e o engajamento da classe ao longo de todo o bimestre foram características ímpares que, de acordo com alguns relatos, eram inéditos para esses estudantes. Essa sensação também é comum ao sentimento do professor e pesquisador ao ponderar todas as atividades realizadas no ano letivo.

O meu envolvimento direto nesta pesquisa, ao assumir a função de docente e pesquisador, possibilitou-me tomar posição a respeito da utilização das TIC em sala de aula, em particular do telefone celular. A centralidade do celular na sociedade e o sentimento de pertença dos estudantes com esse artefato tecnológico representa uma verdadeira cultura adolescente, a qual é impossível ignorar ou proibir, todavia sim, regulamentar com o uso intensivo de diálogo e explicação de regras.



Ao considerar o objetivo geral e a relevância que a estratégia de elaboração e estudo de uma SD representou para o aprendizado dos estudantes, podemos citar alguns possíveis desdobramentos que facilitarão futuras aplicações. No que diz respeito ao referencial da interdisciplinaridade, a SD pode ser trabalhada como um projeto entre disciplinas. Assim, a primeira etapa pode ser trabalhada e expandida em conjunto com a disciplina de Química, favorecendo a exploração dos aspectos ambientais e provendo maior significação conceitual aos elementos químicos que são aplicados em artefatos tecnológicos, devido a certas propriedades químicas. A segunda etapa pode ser trabalhada com o auxílio da Língua Portuguesa ao reforçar as características da linguagem trabalhada na música e na cultura. A última etapa pode ser trabalhada correlacionando-se às Artes, ao permitir leituras mais amplas de obras de artes ou do próprio mundo vivencial dos alunos e que estão presentes nas cores.

Ao considerar a relevância para o ensino de Física, a proposta de utilização de uma SD em que o telefone celular fundamenta as discussões e atividades contribuiu no sentido de que, utilizando ou não o telefone celular, é uma ferramenta possível de se aplicar e adaptar para a realidade de diferentes escolas. Há ainda uma contribuição maior por permitir momentos de diálogo, discussões e reflexões que dificilmente ocorreriam em aulas tradicionais de Física, quando o enfoque é o conteúdo e atividades do livro didático.

Explorar o telefone celular como fonte de estudo de tópicos da Física ondulatória, por intermédio de uma SD, consiste no caminho trilhado até aqui, pelo qual algumas limitações foram encontradas. Contudo, é possível tentar outras formas de aplicação, mudando em especial o ponto de vista que adotamos. Os caminhos que podemos seguir revelam-se áridos de serem percorridos, mas, até este ponto, tudo indica que vale a pena tentarmos.

## REFERÊNCIAS

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, jan. 2001. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132001000100002&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132001000100002&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 26 out. 2016.

AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: Pressupostos para o Contexto Brasileiro. **Ciência & Ensino**, Campinas, v.1, n. especial, p. 01-20, 2007.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a Implementação do Movimento CTS no Contexto Educacional Brasileiro. **Ciência e Educação (UNESP)**, Bauru - SP, v. 7, n.1, p. 1-13, 2001.

AUTH, M. A. et al. Prática Educacional Dialógica em Física via Equipamentos Geradores. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 12, p. 40-46, 1995.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições Setenta, 1994. 226p.

BAUER, A. Usos dos Resultados das Avaliações de Sistemas Educacionais: Iniciativas em Curso em Alguns Países da América. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 91, p. 315-344, 2010.

BAZZO, W. A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: e o Contexto da Educação Tecnológica**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998.

BECKER, F. R. Avaliação Educacional em Larga Escala: a Experiência Brasileira. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 53.1, p. 2, 2010.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de lei nº 2.246/2007**. Disponível em: <[http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra?codteor=517286&filename=Avulso+-PL+2246/2007](http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=517286&filename=Avulso+-PL+2246/2007)>. Acesso em: 12 set. 2016.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei nº 9.394. Brasília: Congresso Nacional, 20 dez. 1996.

BRASIL. Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 jun. 2014. Edição extra - seção 1.

BRASIL. Ministério da Educação. (Ed.) **BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR**. 2016. Proposta preliminar. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso em: 14 fev. 2016.

BRASIL. Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Para o Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2000.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

BRASIL. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica**. Curitiba: Secretaria de Estado da Educação do Paraná, 2008.

BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M. Serão as Regras da Transposição Didática Aplicáveis aos Conceitos de Física Moderna? **Investigação em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p.387-404, 2005. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID136/v10\\_n3\\_a2005.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID136/v10_n3_a2005.pdf)>. Acesso em: 25 out. 2016.

CARVALHO, A. M. P. **Uma Metodologia de Pesquisa para Estudar os Processos de Ensino e Aprendizagem em Salas de Aula**, 2004. Disponível em: <[www.researchgate.net](http://www.researchgate.net)>. Acesso em: 19 jun. 2016.

CAVALCANTE, M. A.; PIFER, A.; NAKAMURA, P. O Uso da Internet para a Compreensão de temas de Física Moderna para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 23, n.1, p. 108-112, 2001.

COMITÊ GESTOR DA INTERNET NO BRASIL - CGI.br. **TIC Domicílio e Empresas 2013**. São Paulo: CGI.br, 2013. Disponível em: <[www.cgi.br](http://www.cgi.br)>. Acesso em: 09 mai. 2016.

\_\_\_\_\_. **Tic Kids Online Brasil 2015: Pesquisa sobre o Uso da Internet por Crianças e Adolescentes no Brasil**. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2015. Disponível em: <[www.cgi.br](http://www.cgi.br)>. Acesso em: 17 dez. 2016.

CHRISTENSEN, P. H. et al. Mobilidades Cotidianas das Crianças: Combinando Etnografia, GPS e Tecnologias de Telefone Móvel em Pesquisa. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 35, n. 128, p. 699-716, set. 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo>>. Acesso em: 01 jul.2016.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1991.

---

. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1995.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências**: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002.

DRISCOLL, M. P. (1995). *Psychology of Learning and Instruction*. Boston, MA: Allyn and Bacon. 409p.

FERNANDES, A. C. P. et al. Efeito Doppler com tablet e smartphone. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 38, n. 3, e3504, set. 2016. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-11172016000300604&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172016000300604&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 01 jul.2016.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FONTOURA, H. A. da (Org.) **Políticas Públicas, Movimentos Sociais**: Desafios à Pós-graduação em Educação em suas Múltiplas Dimensões. Rio de Janeiro: Anped Nacional, 2011. 190 p. Disponível em: <<http://www.fe.ufrj.br/anpedinha2011/livro3.pdf>>. Acesso em: 02 abr.2016.

GASPAR, A. **Experiências de Ciências Para o Ensino Fundamental**. São Paulo: Ed. Ática, 2005.

GEHLEN, S. T. et al. O Pensamento de Freire e Vygotsky no Ensino de Física. **Experiências em Ensino de Ciências (UFRGS)**, v. 7, p. 76-98, 2012.

GEHLEN, S. T.; MALDANER, O. A.; DELIZOICOV, D. Momentos Pedagógicos e as Etapas da Situação de Estudo: complementaridades e contribuições para a Educação em Ciências. **Ciência e Educação (UNESP. Impresso)**, v. 18, p. 1-22, 2012.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GRINSPUN, M. P. S. Educação Tecnológica. In: GRINSPUN, M. P. S. (Org.). **Educação Tecnológica**: Desafios e Perspectivas. São Paulo: Cortez, 1999. p. 25-73.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). **Acesso à Internet e Posse de Telefone Móvel Celular para Uso Pessoal**. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em: 10 mai. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Exame Nacional do Ensino Médio (Enem): Fundamentação Teórico-metodológica**. Brasília: O Instituto, 2005. 121 p.

JAPIASSU, H. **Um desafio à educação: Repensar a Pedagogia Científica**. São Paulo: Letras & Letras, 1999.

JOSÉ, W. D. et al. ENEM, Temas Estruturadores e Conceitos Unificadores no Ensino de Física. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências** (Online), v. 16, p. 171-188, 2014.

KRASILCHIK, M. **O professor e o Currículo das Ciências**. São Paulo: EDUSP, 1987.

MACHADO, N. J. Interdisciplinaridade e Contextuação. In: I SEMINÁRIO NACIONAL DO ENSINO MÉDIO, 1999. Inep Mec. Brasília, 1999. p. 1-23.

MARTINS, J. B. A Perspectiva Metodológica em Vygotsky: o Materialismo Dialético. **Semina: Ci. Soc./Hum.**, Londrina, v. 15, n.3, p.287 – 295, set. 1994.

MELLO, G. N. de. **Transposição Didática, Interdisciplinaridade e Contextualização**. São Paulo, 2004. Disponível em: <[www.namodemello.com.br/pdf/escritos/outros/contextinterdisc.pdf](http://www.namodemello.com.br/pdf/escritos/outros/contextinterdisc.pdf)>. Acesso em: 25 out. 2016.

MORAES, R. Análise de Conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v.22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MORAIS, V. C. S.; SANTOS, A. B. Implicações do Uso de Atividades Experimentais no Ensino de Biologia na Escola Pública. **Investigações em Ensino de Ciências** (Online), v. 21, p. 166-181, 2016.

MOREIRA, M. A. **Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências: Comportamentalismo, Construtivismo e Humanismo**. Porto Alegre: Ed. do Autor, 2009. 64p.

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

MORTIMER, E. F.; SANTOS, W. L. P. 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.

MUENCHEN, C. **A Disseminação dos Três Momentos Pedagógicos**: Um Estudo sobre Práticas Docentes na Região de Santa Maria/RS. 2010. 137 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

PALACIOS, F. A.; OTERO, G. F.; GÁRCIA, T. R. **Ciencia, Tecnología y Sociedad**. Madrid: Ediciones Del Laberinto, 1996.

PERNAMBUCO, M. M. C. A. Quando a Troca se Estabelece. In: PONTUSCHKA, N. N. (Org.). **Ousadia no Diálogo**. São Paulo-SP: Edições Loyola, 1992, v. 01, 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 e Educação (UNESP)**, v. 13, p. 5, 2007.

PRENSKY, M. Digital Natives Digital Immigrants. In: PRENSKY, M. On the Horizon. **NCB University Press**, v. 9, n. 5, oct. 2001. Disponível em: <<http://www.marcprensky.com/writing/>>. Acesso em: 23 jan.2017.

RAMOS, M. G. A Importância da Problemática no Conhecer e no Saber em Ciências. In: GALIAZZI, M. do C.; AUTH, M.; MORAES, R.; MANCUSO, R. (Org.). **Aprender em Rede na Educação em Ciências**. Ijuí: Editora Unijuí, 2008. v. único. p. 57-75.

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.

RICARDO, E. C.; ZYLBERSZTAJN, A. Os Parâmetros Curriculares Nacionais Para As Ciências Do Ensino Médio: Uma Análise A Partir Da Visão De Seus Elaboradores. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 257 – 274, 2008.

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.

SANTOS, A. B.; VIEIRA, J. A.; EXPEDITO, C. M. Análise dos Itens de Física do ENEM por Professores em Formação Inicial. In: X ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2015.

SANTOS, V. E. O. dos, et al. Método Hidrometalúrgico para Reciclagem de Metais Terras Raras, Cobalto, Níquel, Ferro e Manganês de Eletrodos Negativos de Baterias Exauridas de Ni-MH de Telefone Celular. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 22-26, 2014. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422014000100005&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422014000100005&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 01 jul. 2016.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no Ensino de Ciências por Meio de Temas CTS em uma Perspectiva Crítica. **Ciência & Ensino** (UNICAMP. Impresso), 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** (Impresso), Belo Horizonte, v. 2, n.2, p. 133-162, 2000.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: Compromisso com a Cidadania**. Ijuí: Unijuí, 2003. 144p.

SIGANSKI, B. P.; FRISON, M. D.; BOFF, E. T. O. O Livro Didático e o Ensino de Ciências. In: XIV ENEQ, 2008, Curitiba. **Conhecimento Químico: Desafios e Possibilidades da Pesquisa e da Ação Docente**. Curitiba: EDUQUIM, 2008. v. 1. p. 39-39.

SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. Materiais Didáticos Elaborados por Professores de Química na Perspectiva CTS: uma Análise das Unidades Produzidas e das Reflexões dos Autores. **Ciência & Educação**, v. 21, p. 65-83, 2015.

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

SILVA, L. F.; CAVALARI, M. F.; MUENCHEN, C. Compreensões de Pesquisadores da Área de Ensino de Física sobre a Temática Ambiental e as suas Articulações com o Processo Educativo. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências** (Online), v. 17, p. 283-307, 2015.

SILVEIRA, S. A. (Org.); PRETTO, N. L. (Org.). Além das Redes de Colaboração: Internet, Diversidade Cultural e Tecnologias do Poder. 1. ed. Salvador/Bahia: Edufba, 2008.

TEIXEIRA, P. M. M. A Educação Científica sob a Perspectiva da Pedagogia Histórico-Crítica e do Movimento CTS no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9 (2), n.2, p. 177-190, 2003.

UNESCO (Org.). **Diretrizes de Políticas da UNESCO para a Aprendizagem Móvel**. 2014. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002277/227770por.pdf>>. Acesso em: 06 abr. 2016.

VIEIRA, L. P.; LARA, V. O. M. Macrofotografia com um Tablet: Aplicações ao Ensino de Ciências. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo , v. 35, n. 3, p. 1-5, set. 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-11172013000300022&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172013000300022&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 01 jul.2016.

VIEIRA, L. P.; LARA, V. O. M.; AMARAL, D. F. Demonstração da Lei do Inverso do Quadrado com o Auxílio de um Tablet/Smartphone. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo , v. 36, n. 3, p. 1-3, set. 2014 . Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-11172014000300017&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172014000300017&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 01 jul.2016.

VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente**. 7. ed. Rio de Janeiro: Martins Fontes, 2007.

\_\_\_\_\_. **Pensamento e Linguagem**. 3. ed. Rio de Janeiro: Martins Fontes, 2005.

ZABALA, A. **A Prática Educativa: Como educar**. Porto Alegre, 1998.



## APÊNDICE

**APÊNDICE A – Questionário aplicado aos participantes da pesquisa****Questionário diagnóstico sobre uso do aparelho celular**

---

**Questionário do participante**

Caro(a) estudante:

O presente questionário faz parte da pesquisa: Sequência Didática para o Ensino e Aprendizagem de Oscilações e Ondas com Enfoque CTSA. Pretende-se utilizar as informações obtidas por meio deste exclusivamente para fins de pesquisa. Para que você se sinta à vontade, não há a necessidade de identificação pessoal. As questões elaboradas objetivam investigar as possibilidades da utilização do telefone celular como um recurso didático no espaço escolar, para auxiliar no direcionamento e na produção de práticas de ensino de Física.

Antecipadamente, agradeço sua colaboração.

Att: Prof. Antônio Pereira Siqueira Neto

1. Gênero:  
☐ Feminino ☐ Masculino
2. Qual faixa etária pertence?  
☐ Entre 15 e 17 anos.  
☐ Entre 18 e 20 anos.  
☐ Entre 21 e 23 anos.  
☐ Maior de 23 anos.
3. Qual das seguintes categorias melhor descreve a sua situação?  
☐ Empregado, trabalhando de 1 a 39 horas por semana.  
☐ Empregado, trabalhando 40 horas ou mais por semana.  
☐ Desempregado, procurando emprego.  
☐ Desempregado, não procurando emprego.
4. Você possui telefone celular/smartphone?  
☐ Sim. ☐ Não.
5. Quanto(s) celular(es)/smartphone(s) você possui?  
☐ Nenhum.  
☐ Apenas um.  
☐ Dois.  
☐ Mais de dois.
6. Quantos chips de celular você usa em seu aparelho?  
☐ Nenhum.  
☐ Apenas um.  
☐ Dois.  
☐ Mais de dois.
7. Você utiliza seu aparelho celular/smartphone para quais finalidades?

- ☐ Ouvir música.
  - ☐ Acessar internet.
  - ☐ Calculadora.
  - ☐ Enviar SMS.
  - ☐ Tirar foto ou fazer filmagens.
  - ☐ Ouvir rádio.
  - ☐ Acessar as redes sociais.
  - ☐ Jogos.
  - ☐ Outros.
8. Ao adquirir um aparelho celular/smartphone, você tem o hábito de ler o manual que acompanha o produto?
- ☐ Sim. ☐ Não.
9. Como você classifica a sua habilidade com o celular/smartphone?
- ☐ Ótima.
- ☐ Boa.
- ☐ Regular.
- ☐ Ruim.
- ☐ Péssima.
10. Em sua concepção qual é o seu nível de dependência com relação ao celular/smartphone?
- ☐ Nenhuma dependência.
- ☐ Pouca dependência.
- ☐ Parcialmente dependente.
- ☐ Totalmente dependente.
11. Com qual frequência você faz a troca do seu telefone celular/smartphone?
- ☐ A cada ano.
- ☐ A cada dois anos.
- ☐ A cada três anos.
- ☐ A cada quatro anos ou mais.
12. Como você avalia a sua atração pelos últimos modelos de aparelho celular/smartphone lançados no mercado?
- ☐ Me sinto muito atraído.
- ☐ Me sinto moderadamente atraído.
- ☐ Me sinto pouco atraído.
- ☐ Não sinto atração.
13. Você e/ou sua família mantém algum hábito de reciclagem de materiais eletroeletrônicos?
- ☐ Sim. ☐ Não.
14. Qual(is) destes produtos você já descartou como lixo comum?
- ☐ Pilhas ou baterias.
- ☐ Fios elétricos.
- ☐ Eletrodoméstico estragado (Secador de cabelo, liquidificador, processador de alimento, televisor, aparelho de som).
- ☐ Computadores ou periféricos (Monitor, impressoras, teclado, mouse, CPU, estabilizador de voltagem).

( ) Telefone celular ou smartphone.

**OBRIGADO!**

Sua participação é muito importante.

APÊNDICE B – Unidades de análise identificadas nas avaliações.

Unidade de contexto	Unidade de conteúdo	Unidade de análise
1. Conhecimentos mobilizados	1.1 Cultural	A19: “Com as descobertas, pesquisas e estudos realizados em prol e tornar cada vez mais avançado esse tipo de tecnologia e assim como a música estudada em sala de aula “queremos saber” <u>será possível descobrir</u> como a comunicação e os telefones celulares <u>serão</u> no futuro.”

Unidade do contexto	Unidade de conteúdo	Unidade de análise
1. Conhecimentos mobilizados	1.2 Científico	A19: “Com os avanços no estudo da física, entre outros, pode-se otimizar e entender melhor o funcionamento dos celulares. Desse modo, sabermos que para efetuar ligações ondas mecânicas (que precisam de um meio material para se propagar) são transformadas em ondas eletromagnéticas (se propagam no vácuo). ”
		A2: “ Também vimos como funcionam as ondas e suas frequências, como nas rádios por exemplo. ”
		A21: “Isto é possível devido a emissão de ondas dos celulares. Com o

		avanço da tecnologia temos sempre o aprimoramento desses aparelhos.”
		A28: “Nas aulas de física pude aprofundar o conhecimento na relação entre o telefone celular e a física. Aprendi que a comunicação pelo aparelho é feito através de ondas eletromagnéticas nas quais podemos medir seu comprimento ( $\lambda$ ) afim de encontrar sua frequência, velocidade, etc.”
		A32: “Já estudei ondas em Física, mas não sabia o quão ela é essencial no aparelho celular, para escutar rádio, fazer ligações, ser rastreado, tudo precisa de rede que funciona através de ondas sonoras, ondas longitudinais.”
		A26: “Porém, o que mais fascina, não é estes aparelhos realizarem essas funções, mas sim como realizam. A física por trás de cada funcionalidade é tão encantadora tanto quanto complicada como por exemplo na ligação, onde ondas sonoras são transformadas em eletromagnéticas, e ao chegar ao receptor voltam ao seu estado inicial, de onda sonora.”
		A24: “Em relação ao campo eletromagnético, suas funções são importantes a serem compreendidas, cada onda possui sua função como por exemplo, a onda sonora sendo ela longitudinal não precisa de um meio material para se propagar, e seu comprimento é identificado até o final desta, como para se comunicar através de um aparelho celular que é necessário que se encontre um meio livre para se comunicarem, <u>tendo</u> que passar primeiramente por uma central de comunicação que destinará para onde e de onde vem a chamada.”

		A23: “Adquirimos também o conhecimento de ondas sonoras que pode variar em MHz.”
		A22: “Ao estudar sobre som vi que o ultrassom para ver crianças dentro da barriga também é física; <u>no</u> espectro sonoro os elefantes escutam mais que nós seres humanos, e o morcego também escuta em relação ao espectro sonoro só não lembro se era o infra ou ultra. Para um celular ter sinal ele precisa de 3 rádio base. As rádios Fm e AM, são frequências da física, e que não pode ter duas frequências sendo a mesma.”
		A20: “Na sua forma de comunicação precisa-se de uma central de comunicação e controle, e outras bases espalhadas para reunir os sinais e <u>identifica-los</u> durante uma ligação, e antenas paralelas para captar o sinal.”
		A18 “Com base no meu conhecimento adquirido sobre o telefone celular, consegui compreender que nos comunicamos através de ondas, temos as ondas longitudinais que é um exemplo de ondas sonoras que se propagam no ar e as ondas transversais. Podemos saber o comprimento das ondas transversais medindo a distância entre dois vales e duas cristas, e para descobrir o comprimento das ondas longitudinais entre o espaço do ponto de compressão até o outro. A comunicação entre os celulares é simples, um celular emite a onda ao outro, existe uma estação de comunicação que recebe a onda e encaminha a informação para o outro, no momento da ligação cada uma das células procura um canal de frequência livre e assim se transmite.”

		A17: “Foi discutido também sobre a frequência, o porque cada rádio tem seu número diferente, descobrimos que quanto maior o seu número (frequência) mais longe pega o seu sinal.”
		A16: “Aprendemos também sobre como uma pessoa consegue se comunicar com a outra pelos aparelhos de celular, de como que a voz chega de um lugar para outro que as ondas sonoras se propagam pelo ar, para que duas pessoas consigam se comunicar falando em celulares elas precisam de pelo menos duas rádios base e uma central de comunicação e controle para fazer a captação dos sinais.”
		A15: “Um aparelho celular se comunica com outro através de ondas sonoras em uma frequência específica. Esta comunicação depende de uma central de comunicação que capta os sinais de um e transfere para o outro buscando sempre uma frequência livre.”
		A29: “Entretanto, vimos também sobre como as ondas do celular são transformadas de ondas mecânicas para ondas eletromagnéticas através do transdutor e assim possibilitando ampliar a rede de comunicação e mostrar como uma chamada de longa distância pode ser feita em um curto prazo de tempo.”
		A30: “(...) outro exemplo, e que caiu até mesmo em uma questão de enem, é que por conta das ondas transmitidas precisa-se de uma triangulação para poder achar de onde foi feita uma ligação de celular e que existe o transdutor que transforma as ondas mecânicas em ondas eletro magnéticas.”
		A14: “Aprendi que o aparelho celular eletro magnética e ao falar ao telefone usa-se onda mecânica; que também precisa de antenas para



		<p>levar esse sinal de um lugar para o outro e até de um país para o outro. Sabia que com o rádio as frequências também são transmitidas através de ondas eletro magneticas, pois aqueles números que apreço ao se sintonizar a radio quer dizer MHZ, cada coisa que eu nem imaginava pensava que era apenas para ter um nome; para ajudar encontrar a sua rádio preferida.”</p>
		<p>A11: “O aparelho de telecomunicação consegue “aproximar” as pessoas com uma simples ligação a partir de um transdutor (uma <u>peça</u> acoplada ao aparelho) na qual transforma onda mecânica (transmitida pela <u>voz</u>) em onda eletromagnética.”</p>
		<p>A10: “Discutimos tambem sobre como o celular liga pra outro aparelho assim descobrindo que é preciso de estações de radio que se ligam e coloca as duas linhas para se falar em determinado canal de frequencia. Vimos também como é feito para localizar um celular por rastreador, precisando de varias torres para achar o sinal e também vimos como o som é transmitido de um aparelho para o outro.”</p>
		<p>A9: “Essas aulas me ajudaram a entender sobre ondas transversais: o que é crista; o que é vale; como se calcula o comprimento de onda; entre outras coisas.”</p>
		<p>A7: “Portanto, acredito que essa experiência foi muito boa e repleta de aprendizagens, como por exemplo: relembrar a definição de ondas, aprofundar no espectro luminoso e aprender como funciona a central de rádio de uma cidade e suas interferências.”</p>
		<p>A3: “O celular é um aparelho muito utilizado, com imensas possibilidades a curto prazo, ele proporciona acesso rápido, agilidade,</p>

		<p>praticidade, mas para comunicação ele é vital, com sua agilidade seja ela em uma mensagem de SMS ou em uma ligação comum, já é possível notar que em menos de 10 segundos o telefone receptor recebe a ligação, ou seja, chama.</p> <p>Mesmo os aplicativos utilizados para comunicação como o Facebook, Twitter, Snap, Whatsapp entre outros, requer um curtíssimo espaço de tempo, isso deve-se a onda mecânica que ao ser transformada em eletromagnética é enviada e detectada por uma torre de comunicação que é responsável por encaminhar está ligação ao destinatário, já a mensagem é enviada diretamente pela onda eletromagnética.”</p>
		A6: “Revimos as ondas longitudinais e transversais, essa matéria tínhamos visto no 2º ano mas agora aprendemos aonde ela se aplica como no aparelho celular como meio de comunicação.”
		A5: “O celular, tem uma ligação bem direta com a física, pois, para compartilhar as informações, fazer ligações, ele transmite os sinais por meio de ondas eletromagnéticas, estas ondas passam por antenas em uma enorme velocidade e por isso obtem-se informação em tempo real.”

<b>Unidade do contexto</b>	<b>Unidade de conteúdo</b>	<b>Unidade de análise</b>
1. Conhecimentos mobilizados	1.3 Artístico	A19: “Uma melhor qualidade da imagem, deve-se aos pixels. As cores projetadas na tela do celular passam pelo filtro colorido RGB.”
		A2: “Vimos que as telas de LCD geram uma luz sem cor, por isso ela

		passa por um filtro colorido RGB.”
		A21: “Desde celulares com antenas externas a internas, com telas em LCD aos com tela de LED que são os com a qualidade de imagem mais nítida devido a sua emissão de luz dos pixels.”
		A25: “O que também me chamou bastante atenção foi descobrir que as cores que enxergamos em um televisor, tratam-se de um filtro colorido, conhecido como RGB, que são as cores primárias que dão origens às cores frias (magenta amarelo e ciano), que facilitou a compreensão sobre como se é formado o pixel.”
		A28: “Foi possível compreender que a tela do telefone celular possui milhões de pixels que passam por um filtro colorido chamado RGB (sigla dada às cores primárias) para gerar cor à luz da tela do aparelho. Além disso pude conhecer mais sobre luz e cor: a cor vista por nossos olhos é relativa em função do comprimento de onda e a frequência da luz. O comprimento de onda da luz é medido por $\lambda' = \lambda/n$ . O conceito de cor deve ser associado à frequência. O sistema RGB (cor luz) gera o branco, o sistema de cor-pigmento (cores secundárias – amarelo, magenta, ciano) gera o preto (ausência de cor). Cor luz é formada pela emissão direta da luz e cor pigmento é refletida por um objeto.”
		A31: “Além disso, descobrimos que o pixel é utilizado na resolução de imagens possuindo uma luz que é filtrada através do padrão RGB, que é responsável pela emissão de cores.”
		A33: “Outro princípio físico presente nos smartphones é a formação de imagens por meio da óptica Newtoniana, utilizando paletas RGB.”
		A32: “Aprendi que tem ligação matérias como Física e Artes, a tela do

		celular que transmite as cores através do padrão RGB, que forma diversas cores. Existe bastante ligações aprofundadas para fazer o superficial funcionar de forma extraordinário, como funciona, foi bastante divertido estudar e defender os seus pontos positivos.”
		A24: “As cores luz sendo elas primarias (RGB) usadas para o controle de intensidade por exemplo da origem a pigmentação, sendo elas cores secundárias (amarelo, magenta e ciano). Com a função das cores primarias (RGB) se desenvolver o pixel que é encontrado nas telas de celulares, televisões e outros meios mais tecnologicos que apresentam particulas cada vez menores.”
		A23: “Estudamos sobre os pixels aprendi o que seria a qualidade de imagem e o que faria ela ficar tão bela que se nomeia cor luz. Que é uma mistura de cores que deixa as fotos diferentes e modificadas, que foi o último conteúdo estudado em sala de aula.”
		A22: “Achei bem interessante sobre as cores de um computador, celular, televisão e etc, onde através dos pixels o RGB junta e forma outras cores.”
		A16: “Temos as cores luz que são compostas pelo filtro colorido RGB (vermelho, verde e azul) que são refletidas pelos pixel de telas de celulares e televisores para que nos que estamos assistindo possamos ver as imagens mais nítidas e com cores, mais também temos as cores pigmentos que são conhecidas como CYM (ciano, amarelo e magenta) essas cores são utilizadas por exemplo: para que a tinta de uma impressora saia numa folha branca, não precisando de nenhum emissor de luz.”

		<p>A15: “Além da emissão e transferência de sons, um aparelho celular (não somente ele, mas também televisão, tablets, etc) também produz imagens e luminosidade. Isso se dá devido aos pixels que contém em uma tela de LCD gerada por uma lâmpada fluorescente de catodo frio. A luz gerada por cada pixel não contem cor, então ela precisa passar por um filtro chamado RGB que possui as cores vermelho, verde e azul. RGB é a sigla dessas cores na língua inglesa. As imagens também de pendem desse filtro para controlar as suas intensidades. O padrão RGB é que produz as imagens exibidas nos aparelhos celulares. Quando a luz branca se encontra com as cores primárias, origina as cores secundárias que auxiliam na produção das imagens.”</p>
		<p>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.”</p>
		<p>A30: “Outro assunto abordado e que já foi visto há alguns anos atrás na matéria de artes é sobre as cores que dão “vida” aos celulares e TV’s. começando pela sigla RGB (vermelho, verde e azul em inglês). Nesse padrão estão presentes as cores primárias e as cores secundárias que são ciano, magenta e amarelo. Dentro de milhares de outras cores, essas são as que dão a cada pixel presente dentro de uma tela de celular ou TV, sendo um conjunto de cores até chegar ao os nossos olhos veêm.”</p>
		<p>A14: “Vimos também sobre os mega pixele da nossa tv, as cores que são desenvolvidas atraves do RGB também usado para controlar a</p>

		intensidade das imagens.”
		A11: “Não só o aparelho celular, mas as TV’s e rádios por exemplo são meios de comunicação que a cada dia vem nos mostrando grandes avanços. As telas ou monitores agora em LCD’s e LED’s trouxeram um novo conceito em imagem descartando o uso do RGB, mais usado nas Tv’s de “tubo” popularmente ditas. A grande diferença entre as mesmas e que o RGB tem uma espécie de “misturador” onde cada pixel tem uma determinada cor primária na qual a mesma vai se misturando e formando as cores secundárias. Já as LCD’s e LED’s não utilizam desse mesmo padrão. Por isso, apresentam mais nitidez.”
		A9: “E o que eu mais achei legal foi como usar arte em física, aprendendo sobre como as cores também são importantes na física, descobri o que é o pixel, fiz exercícios que me ajudaram a saber como a imagem de uma televisão por exemplo é formada, etc.”
		A6: “Aprendemos também sobre as cores como as primárias que dão origem a todas as outras e que a luz branca é uma combinação de todas as primárias red, blue e green.”

<b>Unidade do contexto</b>	<b>Unidade de conteúdo</b>	<b>Unidade de análise</b>
2. Conteúdos CTSA	2.1 Relações ambientais	A26: “Mas como todo avanço tem uma consequência negativa, este não foi diferente, onde o celular, que era posse de poucos, se tornou algo comum, necessitando cada vez mais o aumento de sua produção. E com isso o descarte inadequado se tornou cada vez mais comum,

		prejudicando a natureza.”
		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.”
		A12: “Contudo este grande avanço vem trazendo problemas, como por exemplo o descarte desses aparelhos no meio ambiente sem alguma forma de controle. O descarte desses aparelhos deve ser feito de maneira cuidadosa haja visto que, estes possuem materiais que poluem muito o meio ambiente.”
		A21: “Porém estes materiais são muito tóxicos para o meio ambiente se não forem descartado corretamente.”
		A25: “O meio ambiente é o que mais sofre quando nossos eletros “perdem” a utilidade e eu acho de extrema importância ressaltar que existem vários pontos de coletas para que se possa descartar pilhas, baterias, CPU’s, impressoras, celulares e etc. Ao fazer isso incorretamente acarretará vários danos ao solo, que consequentemente retornará como problema para a população.”
		A 31: “Portanto aparelhos eletrônicos não devem ser descartados de qualquer forma e em qualquer lugar, pois todo aparelho tem um certo risco para o meio ambiente e como qualquer objeto não dura para sempre. Para que esse descarte seja efetuado com sucesso existem os eco pontos.”
		A33: “Por outro lado, há um consumismo exacerbado desses aparelhos

		o que gera diversos problemas sociais, de saúde e ambientais. Por isso, é necessário fiscalização por parte da Anatel, assim para diminuir os impactos desse.”
		A15: “Apesar do celular ser um aparelho que facilita muito a vida das pessoas, ele é uma ameaça ao meio ambiente, por esse motivo existem os ecopontos para o descarte dessa e outras tecnologias. Lá eles reciclam o que dá de um aparelho e fazem o descarte adequado do que não pode ser utilizado novamente em nossos aparelhos.”
		A14: “Aprendi também que não devemos descartar aos aparelhos eletrônicos em qualquer lugar, pois ajuda a desmatar a natureza pois para que isso não aconteça leve até um ecoponto.”
		A11: “Acontece que mais uma vez acabamos esquecendo que este aparelho é descartável e ele tem um tempo útil, e quando não descartado corretamente causará problemas ao meio ambiente. O que leva a causa de doenças.”

<b>Unidade do contexto</b>	<b>Unidade de conteúdo</b>	<b>Unidade de análise</b>
2. Conteúdos CTSA	2.2 Relações sociais	A4: “Hoje no mundo em que vivemos existe uma forte linha de integração e alienação entre os seres humanos com o apoio e agregação da tecnologia comunicativa por meio de aparelhos celulares. Já é notável por pesquisas realizadas que há sim uma dependência principalmente da parte dos jovens deste aparelho (celular).”
		A8: “Em busca de atenuar esses problemas que os telefones estão



		gerando, é preciso que Anatel, responsável pela fiscalização de <u>adequação</u> do uso do celular, seja mais rígida nos padrões de durabilidade dos aparelhos por meio de testes e as empresas que desrespeitarem não ganhem autorização para vender. E, que o ministério do meio ambiente crie leis que faça as empresas repararem todos os seus danos ao meio ambiente. ”
		A7: “Compreende-se que com o decorrer da evolução dos meios de comunicação, tornou-se relativamente comum a interação e até mesmo a alienação entre os indivíduos. Neste contexto, desde a Revolução Científica, os celulares e outros aparelhos eletrônicos, tomaram conta do espaço em que os seres humanos vivem.”
		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 irá perceber que realmente o celular transcende, é muito mais complexo do que apenas um meio de comunicação.”
		A26: “Para reduzir ao máximo este dano, é necessário empresas específicas para a reciclagem desse material, além da consciência de evitar o consumo desnecessário, ou seja, a troca frequente de celular.”
		A1: “Porém o grande crescimento e modernização dessa tecnologia, vem apresentando grandes problemas para a população, pois o aparelho e montado por diversas peças e possui varias composições diferentes, e com isso, já foram feitos estudos de que a longo prazo com o uso constante do aparelho pode se causar problemas a saúde.”

		A12: “Outro problema que este avanço trouxe foi uma maior dependência desde aparelhos, isso vem causando uma serie de transtornos na saúde dos usuários, como surgimento de síndromes e ainda agravando casos de depressões.”
--	--	---

<b>Unidade do contexto</b>	<b>Unidade de conteúdo</b>	<b>Unidade de análise</b>
2. Conteúdos CTSA	2.3 Relações tecnológicas	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.”
		A25: “Pois bem, o professor Neto disponibilizou suas aulas de física com intuito de concluir seu mestrado e nos ensinar sobre o funcionamento de um aparelho eletrônico, quais suas funções e até mesmo como descarta-los e vimos também que existem vários selos de fabricantes que garantem a qualidade e seguransa.”
		A3: “Desde a década passada teve-se grandes avanços tecnológicos, como os computadores, tablet’s, smartphones, internet, moldem e outras inúmeras inovações. Mas dentre eles o que abordarei será o celular smartphone.”
		A20: “O seu mecanismo não é muito complexo, pois nele possui uma placa responsável por tudo, e as extensões dessa placa (que faz o celular ficar completo) ficam presas nessa placa com pequenos

		conectores em formato de correias, que são totalmente desmontáveis, facilitando consertos. E que cada bateria possui uma energia contada por amperes, e uma tela de LCD.”
		A27: “Celulares modernos tem pouca durabilidade de bateria porque tem tantos aplicativos que utilizamos que no máximo 4 horas já temos que colocar o celular para carregar, por exemplo, moto G, ótimo celular, tem de tudo que você precisa, mas por ter muito aplicativos tem que carregar 2 ou 3 vezes ao dia.”
		A23: “Aprendi várias coisas como: desmontar um aparelho celular, o que significa todos aqueles símbolos, até mesmo fizemos a descoberta de uma pequena cidade dentro do aparelho.”
		A22: “Ao voltar ao começo da matéria onde desmontamos o celular e vimos quantas coisas tem dentro dele como o cobre.”
		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. “
		A12: “O celular a muito tempo deixou de ser um aparelho utilizado apenas para a realização de ligações. Hoje os modernos smartphones são verdadeiros computadores que cabem na palma da mão.”

Unidade de contexto	Unidade de conteúdo	Unidade de análise
---------------------	---------------------	--------------------

2. Conteúdos CTSA	2.4 Relações sobre reciclagem	A4: “Aprendemos também <u>sobre</u> a reciclagem dos aparelhos celulares, nos questionamos o porque de reciclar, vimos que pode ser perigoso não fazer-lo.”
		A6: “Mas oque mais achei interessante foi a respeito das Reciclagens de aparelhos como Pilhas, Baterias, celulares, TVs e etc. Foram as aulas de física mais interessante des do 1º ano Pra mim.
		A9: “E outra coisa bastante importante e que eu não sabia, era o fato de aparelhos eletrônicos poderem ser reciclados de uma forma bem interessante, e que uma peça desse aparelho que parece ser insignificante, se for reaproveitada tem grande importância.”
		A16: “Muitas pessoas não sabem mas a varios lugares para descarte de aparelhos celulares para que eles possam ser reciclados de forma correta, um aparelho tem até 80% que pode ser reciclado e reaproveitado.”
		A18: “Não sabemos muito sobre mas podemos reciclar quase todos os componentes do celular assim tendo maior proveito.”
		A10: ”Um aparelho celular é formado por placa de circuito, plastico, metais, placa de magnesio e cristais liquidos e oitenta por cento desses todo é reciclavel e boa parte do lixo eletrónico ajuda varias pessoas a ter uma renda ou melhorar sua renda.”

Unidade de contexto	Unidade de conteúdo	Unidade de análise
2. Conteúdos	2.5 Atitude	A4: “Sim, de muito nos valeu, hoje temos alem de conhecimento,

CTSA	científica	conscientização, temos também, a sabedoria de como lidar com nossos aparelhos, aonde descarta los, entramos em plano subdimensional aonde encontramos o mistérios das luzes e suas cores e culturas. E com tudo o que aprendemos eu, resolvi fazer a minha parte e com o intuito de não me prejudicar, resolvi a ser moderado em relação com o meu aparelho celular e creio que assim deve ser. ”
		A32: “Não sabia que existe um ecoponto para aparelhos eletrônicos, pois diversas vezes já descartei como lixo comum, e isso polui bastante pois contém metais poluentes.”

Unidade do contexto	Unidade de conteúdo	Unidade de análise
3. Articulações interdisciplinares	3.1 Ciências da natureza	A26: “Este avanço permitiu que um aparelho tão pequeno efetuasse cálculos complicados, que antes eram feitos por computadores do tamanho de um aparetamento (130m <sup>2</sup> ). Além disso a conexão entre pessoas por ele fornecida, hoje, se torna muito mais presente, podendo ter, até mesmo, conversas a video conferencia.”
		A5: “Por outro lado, fica evidente a falta de conhecimento da população com relação aos riscos ambientais, e até mesmo riscos de saúde que este pode proporcionar, o descarte de maneira incorreta pode causar a contaminação dos solos, rios, lençol freático e até mesmo a contaminação nos seres vivos. A radiação, assunto abordado na física, pode gerar sérios problemas ao ser humano.”

		A8: “O telefone tem grande importância, pois ele é uma ferramenta de comunicação e de buscas que auxilia no cotidiano de todos. E, com decorrer das evoluções tecnológicas esse dispositivo está transcendendo as suas funções inicialmente desejadas. Contudo, há produtos cada vez menos <u>resistentes</u> , isso gera danos ao ambiente, além de piorar o consumismo, e se um aparelho pode desenvolver tanto seu desempenho, é preciso cuidar para que haja maior durabilidade.”
		A29: “Primeiramente assimilamos a música do Gilberto Gil com o avanço tecnológico e a reciclagem das novas invenções. Vimos também que para se ter a localização de um celular é necessário triangular a área.”
		A17: “Com o novo projeto estudado no bimestre aprendemos muitas coisas interessantes sobre a matéria, como: o uso do celular e suas funções, a verdadeira cultura do celular, do que é composto, e como emite a ligação.”
		A30: “O que foi visto e apresentado durante as aulas é na maioria das vezes novidade para as pessoas, pois é comum estar interessado somente nos avanços de tecnologias que vão surgindo sem pensar no que vai ficando para trás, como exemplo o descarte incorreto dos celulares, baterias, lâmpadas incandescentes, entre outros, que feito no lixo comum pode trazer consequências futuramente, mas que infelizmente a coleta desses materiais são feitas em poucos lugares corretamente.”
		A22: “Aprendi que tem o lugar certo para descarte deste, pois na natureza os danos são enormes. Eu pesquisei também sobre famílias que sobrevive sobre a renda de <u>peças</u> de eletro domesticos, pegados das

		ruas, ou mesmo comprados por um preço baixo.”
		A20: “O celular é um aparelho que além de servir para se comunicar, também é altamente reciclável, no qual 80% são aproveitadas. E que mesmo não deve ser descartado em lixos comuns, pois eles possuem uma radiações consideravelmente altas.”
		A33: “Diante disso, é evidente que o celular transcende a função de comunicação uma vez que atualmente, é utilizado como meio de lazer, trabalho e até mesmo estudos. É importante destacar, ainda, que a relação dos aparelhos telefônicos com a física é muito ampla, visto que a comunicação entre eles se dá por meio da transformação de ondas mecânicas em ondas eletromagnéticas.”
		A31: “Aprendemos que para o funcionamento do celular é necessária a união de materiais que não imaginávamos ter, como: ouro, mercúrio e cristal liquido. Destacamos também as ondas que são essenciais para a comunicação geral do aparelho e para o rastreamento.”
		A13: “Porem mesmo tendo esse acesso, o por que e como ele funciona é um mistério para a maioria das pessoas, mas com a ajuda dos professores temos conhecido mais sobre, logo esse não mais mistério é colocado em pauta seu funcionamento, conhecendo mais sobre ondas, suas funções, sobre o avanço melhorias e também o lado negro desse bem, conhecemos sobre o seu descarte, como ele agride a terra.”
		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.”
		<p>A2: “(...) também sabemos que os televisores de LED são mais finos pois cada pixel na tela contém as luzes vermelha, azul e verde que gera numa intensidade de luz certa as cores necessárias, sem a necessidade de usar um filtro colorido.</p> <p>(...) Os celulares de uma forma geral sempre é descartado de forma errada, o que agride o meio ambiente, pois há elementos radioativos, e também descobrimos que 80% dos componentes do celular é reciclável, mais para isto ele deve ser descartado de forma correta.”</p>
		<p>A19: “O telefone celular é um aparelho que com o avanço tecnológico está cada vez mais presente na vida das pessoas. Suas funções com o passar dos anos estão se diversificando, isto é, antigamente este tipo de aparelho tinha como principal papel realizar ligações e era acessível apenas a parcela mais rica da população. Contudo, na era contemporânea em que vivemos, o telefone celular permite-se acessar internet, calculadora, ler livros, assistir filmes, jogar, até mesmo assistir televisão, sendo acessível a grande parte da sociedade.</p> <p>O telefone celular tem em sua composição materiais que a maioria das pessoas não imaginam e com isso podem trazer riscos a quem o utiliza, pois ele não pode ser descartado de qualquer maneira, em um lixo comum, por exemplo. Além de 80% de seus componentes poderem ser reciclados e atualmente, apensar de raros, existem locais especializados em realizar esse tipo de trabalho.”</p>

Unidade do contexto	Unidade de conteúdo	Unidade de análise
---------------------	---------------------	--------------------



3. Articulações interdisciplinares	3.2 Matemática e suas tecnologias.	A28: “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.”
------------------------------------	---------------------------------------	--

Unidade de contexto	Unidade de conteúdo	Unidade de análise
3. Articulações interdisciplinares	3.3 Ciências humanas e suas tecnologias.	A7: “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.”
		A33: “O telefone celular, criado em 1925, foi inicialmente desenvolvido com o intuito de comunicação à distância. Conforme o avanço tecno-científico suas funcionalidades foram se expandindo e tornando a sociedade cada vez mais dependente de seu uso.”
		A13: “Vivemos em tempos que a tecnologia assumiu um papel fundamental na sociedade, não só como uma facilidade de comunicação, mas como um objeto de manufatura, mas dentre esse contexto tecnologico existe um manual de funcionamento e de uma constante evolução. Sabemos que a tecnologia está inclusa na vida da população, talvez mais nas famílias de melhor renda, porem a chamada classe média e as camadas sociais abaixo dela, com a facilitação de adquirir essa tecnologia, também tem o acesso a tal.”

		<p>A8: “Isso é um resultado do capitalismo, pois seus fundamentos são criar produtos mais atrativos para que haja consumo regular, que é o sustento desse tipo de sistema econômico. Por isso, com passar dos dias esses telefones são mais sensíveis, por quanto a pessoa que adquiriu não possa contar com ele por muito tempo.”</p>
--	--	--

**APÊNDICE C – Sequência Didática: Material do aluno.**

## 1. Por dentro do celular

## 2. A relação cultural

### 3. a relação científica

#### 4. A relação artística

## 5. Avaliação final



Universidade  
Federal de  
Uberlândia

**Campus Santa Mônica –  
Bloco 1A – Sala 207A**

Av. João Naves de Ávila,  
2121 – CEP: 38408 - 100  
Uberlândia - MG

[www.ppgecm.ufu.br](http://www.ppgecm.ufu.br)

---

## APRESENTAÇÃO

---

Caro aluno:

Sou licenciado em Física, graduado pela Universidade Federal de Uberlândia em 2012. Atualmente sou professor efetivo no ensino médio de uma escola da rede pública de Uberlândia e, desde 2007, ainda durante a graduação, vejo-me envolvido com a pesquisa em Ensino de Física.

O convívio diário com estudantes no ambiente escolar e com suas recorrentes queixas para compreender a Física me motivou a escrever este trabalho simples e dinâmico que se adaptasse a muitas das dificuldades relatadas.

Esta sequência didática, preparada em quatro etapas, tem por objetivo apresentar a Física numa linguagem simples e orientada para trabalhar aspectos da comunicação e de produtos tecnológicos que modificaram e modificam nossa interação com o mundo.

Pensar nas ligações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente é relevante para a escola como também para a Física. A opção por trabalhos quase sempre realizados em grupos nas etapas desta sequência didática é uma forma de valorizar seu pensamento e opiniões, de encontrar um ritmo de aprendizado próprio da sala por meio de atividades diversificadas que relacionam aspectos culturais, científicos e artísticos pertinentes à Física.

Desejo que ao longo dos estudos nesta sequência didática, você encontre conhecimentos que lhe permita ressignificar o seu olhar do mundo, como também, superar as queixas recorrentes de tantos outros estudantes apresentam a respeito da Física. Ficarei satisfeito se este trabalho contribuir de alguma forma para tornar mais fáceis e prazerosos os seus estudos.

O autor

---

## Sumário

<b>1. Por dentro do celular .....</b>	<b>1</b>
Atividade 1.1.....	1
Atividade 1.2.....	2
Atividade 1.3.....	3
Atividade complementar 1.4.....	5
<b>2. A relação cultural.....</b>	<b>7</b>
Atividade 2.1.....	7
Atividade 2.2.....	9
Atividade 2.3.....	10
Atividade complementar 2.4.....	12
<b>3. A relação científica .....</b>	<b>13</b>
Atividade 3.1.....	13
Atividade 3.2.....	13
Atividade 3.3.....	19
Atividade 3.4.....	20
Atividade complementar 3.5.....	24
<b>4. A relação artística.....</b>	<b>26</b>
Atividade 4.1.....	26
Atividade 4.2.....	26
Atividade 4.3.....	30
Atividade complementar 4.4.....	33
<b>5. Avaliação final .....</b>	<b>36</b>

## 1. POR DENTRO DO CELULAR

---

Nesta primeira atividade proposta, você vai analisar um aparelho de telefone celular, que possa ser desmontado integralmente ou parcialmente, com a finalidade de conhecer sua estrutura, partes, localização das peças e símbolos que trazem informações importantes para melhor compreender seu funcionamento. Observe a lista de materiais necessários e siga as instruções.

**Atividade 1.1:** Nesta atividade prática você vai analisar os componentes de um telefone celular.

Materiais:

- ✓ Um telefone celular inutilizado;
- ✓ Lápis e caderno para anotações;
- ✓ Chave de fenda de precisão;
- ✓ Mesa ou bancada para apoio;
- ✓ Luva cirúrgica.

De início, vamos retirar a capa traseira de modo que a bateria do aparelho fique exposta. Logo após, separe a bateria que se encontra encaixada no corpo do aparelho, colocando de lado tanto a tampa traseira, como a bateria.

Em seguida, o grupo deve pensar em uma maneira de prosseguir desmontando o aparelho, sem estragar suas peças e componentes. A integridade das mesmas nos ajudará a descobrir respostas relevantes sobre seu funcionamento e composição. À medida que o aparelho revelar cada uma de suas distintas peças, outros questionamentos poderão ser elaborados pelos estudantes. Anote cada material ou peça encontrada.

Figura 1 – Aparelho Nokia, modelo 2115 (desmontado).



Fonte: O autor, 2016

Responda às seguintes questões:

1. Quais os tipos de materiais que o grupo conseguiu identificar na composição do aparelho?
2. Quais são as informações presentes na bateria do aparelho? Quais destas você conhece o significado?
3. Descreva os componentes do circuito do aparelho (dimensões, funções, composição). Existe algum componente do circuito que você não conhece? Em caso afirmativo, descreva-os.
4. O aparelho possui antena? Como identificá-la?
5. Você já leu o manual do seu aparelho celular? Qual é a importância da leitura deste manual?

**Atividade 1.2:** Nesta atividade vamos analisar, e discutir algumas questões referentes ao que fazer, como por exemplo, com o aparelho celular que vocês acabaram de desmontar e se transformou em um lixo eletrônico (E-lixo).

Assista à reportagem e discuta com seu grupo as respostas para os seguintes questionamentos:

- ✓ É do conhecimento de vocês que o E-lixo é um problema real para o Brasil e outros países do mundo?
- ✓ Vocês sabem quais são as substâncias químicas e tóxicas estão presentes no celular?



- ✓ Vocês têm em suas casas algum aparelho eletrônico armazenado esperando para jogá-lo no lixo? Quais aparelhos são esses?
- ✓ Vocês conhecem algum ecoponto na cidade?

Figura 2 - Foto reprodução do vídeo da atividade 1.2.

Edição do dia 10/11/2015

10/11/2015 21h42 - Atualizado em 10/11/2015 21h42

## Destino do lixo eletrônico vira um desafio planetário

Pesquisa do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento mostra que só 724 cidades no Brasil têm algum tipo de coleta de lixo eletrônico.



Fonte: <http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2015/11/destino-do-lixo-eletronico-vira-um-desafio-planetario.html>

**Atividade 1.3:** Nesta outra atividade, vamos analisar um segundo vídeo, de modo a dar continuidade ao que foi discutido na atividade anterior. Iremos agora estabelecer uma relação ambiental com a questão do E-lixo. Respondam a estes questionamentos antes da exibição do vídeo:

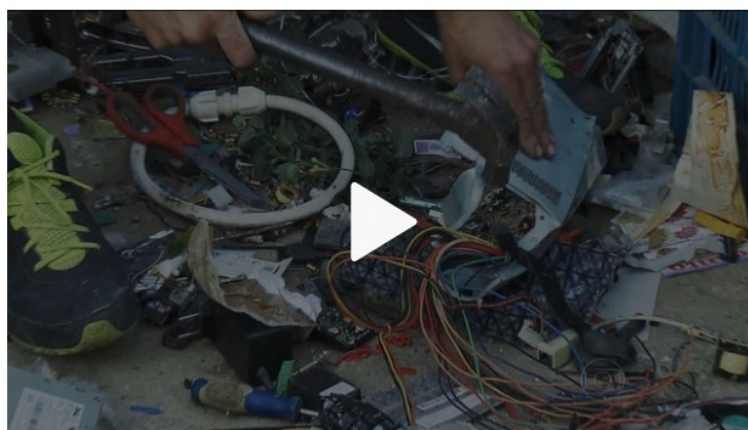
- ✓ É do conhecimento de vocês os perigos para a saúde humana quando o lixo é descartado de forma inadequada como lixo comum? Quais são estes perigos?
- ✓ Quais as consequências para o meio ambiente decorrente do descarte deste lixo eletrônico?

Figura 3 - Foto reprodução do vídeo da atividade 1.3.

Edição do dia 11/11/2015  
11/11/2015 21h36 - Atualizado em 11/11/2015 21h40

## Lixo eletrônico pode ser altamente perigoso com manuseio inadequado

Estudo identificou taxas anormais de metais como chumbo e cádmio em catadores. JN apresenta série sobre o problema do lixo eletrônico no mundo.



Fonte: <http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2015/11/lixo-eletronico-pode-ser-altamente-perigoso-com-manuseio-inadequado.html>

1. Marque no quadro abaixo quais destes símbolos você conhece o significado e o escreva.

Quadro 1 - Alguns símbolos presentes em telefones celulares.

	Símbolo	Significado
1		
2		
3	TM	
4		
5		
6		

**Atividade complementar 1.4:** Após assistir ao filme Wall-E, responda as questões que seguem:

Figura 4 - Filme Wall-E; referente a atividade complementar 1.4.



Fonte: Walt Disney

### Questionário

1. As primeiras cenas do filme mostram o planeta Terra totalmente desabitado. Quais os motivos são aparentes nestas cenas?
  2. O filme relata uma história real ou fictícia? Argumente.
  3. Qual era a função do Wall-E? Por que ele guardava alguns equipamentos tecnológicos em sua casa? Como entender o fato dele ser o único robô funcionando naquele tempo?
  4. Como era a vida dos seres humanos a bordo da nave? Escreva um parágrafo relatando a forma como eles se relacionam com a tecnologia. Era uma relação benéfica? Argumente.
  5. Faça uma resenha inter-relacionando aspectos positivos e negativos abordados no estudo desta parte da sequência didática, com as consequências de uma vida sedentária associada a grande produção de lixo eletrônico.
-

---

## 2. A RELAÇÃO CULTURAL

---

**Atividade 2.1-** Leia com atenção o texto abaixo para em seguida responder a uma questão do ENEM 2015.

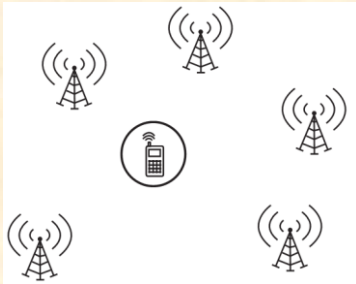
### A Física das telecomunicações

É muito provável que ao seu alcance você tenha um celular ou smartphone. Nós estamos habituados a conviver e a utilizar este artefato tecnológico diversas vezes ao dia para uma série de atividades que incluem sua função básica de fazer uma ligação. No entanto, você já se questionou como um celular transmite informação para outro?

É necessário saber que os aparelhos telefônicos em geral podem fazer a transformação de uma onda sonora, também conhecida como onda mecânica, em uma onda eletromagnética. O aparelho responsável por essa transformação na natureza da onda chama-se transdutor. A principal distinção entre as naturezas destas ondas deve-se ao fato de que as ondas mecânicas necessitam de um meio material para sua propagação ao passo que as ondas eletromagnéticas não têm esta dependência de um meio material, como é o caso da luz.

## Caiu no ENEM 2015

Para obter a posição de um telefone celular, a polícia baseia-se em informações do tempo de resposta do aparelho em relação às torres de celular da região de onde se originou a ligação. Em uma região, um aparelho está na área de cobertura de cinco torres conforme o esquema.



Considerando que as torres e o celular são puntiformes e que estão sobre um mesmo plano, qual o número mínimo de torres necessárias para se localizar a posição do telefone celular que originou a ligação?

- A. Uma.
- B. Duas.
- C. Três.
- D. Quatro.
- E. Cinco.

Basicamente o celular é um telefone acoplado a um rádio, unidos com muita tecnologia. O seu funcionamento é semelhante ao do rádio, quando se quer ouvir determinada rádio você deve sintonizar determinada estação, ou ainda determinada faixa de frequência. Assim é o celular, ele funciona em uma faixa de frequência bem definida dentro do amplo espectro eletromagnético. Essa frequência de funcionamento é regulamentada pela ANATEL e está disponível para seu conhecimento no manual do fabricante. Atualmente a faixa de frequência em que os celulares com conexão 4G podem funcionar varia entre 700 Mhz a 2,5 Ghz. No Brasil é utilizada a frequência de 2,5 Ghz.

No entanto, não há uma frequência de funcionamento para cada aparelho e mesmo que houvesse, as chamadas de longa distância necessitariam de um aparelho com muita potência o que inviabilizaria o tamanho reduzido dos aparelhos de hoje em dia. Assim, as cidades são divididas em áreas a serem cobertas, também chamada de células, e então temos a relação do nome celular. Ao dividir as cidades em pequenas células as mesmas faixas de frequência podem ser reutilizadas em outras células, desde que não seja adjacente para minimizar o risco de interferências.

Existe para a célula ao menos uma antena retransmissora denominada estação rádio base que se conecta a uma central telefônica interconectada a várias outras viabilizando a comunicação entre células da mesma cidade ou de outras. A comunicação entre os celulares e antenas ocorrem por meio de ondas

eletromagnéticas e a energia de cada onda está relacionada a sua frequência de oscilação.

Frequência e comprimento de onda são duas características das ondas, que são inversamente proporcionais, e juntas formam a velocidade de propagação da onda. Por exemplo, o comprimento de onda da luz solar varia pouco entre  $4,0 \times 10^{-7}$  e  $7,5 \times 10^{-7}$  metros, por outro lado as ondas eletromagnéticas utilizadas nas telecomunicações podem variar de 1 cm a  $10^5$  km.

## Atividade 2.2

Nesta atividade faremos a audição da música Queremos Saber de Gilberto Gil. Pense por alguns minutos o que a música pode representar enquanto crítica à dualidade Tecnologia x Progresso da Humanidade e resposta aos questionamentos que são propostos em seguida:

Queremos saber – Gilberto Gil	
Queremos saber, o que vão fazer	Pra iluminação do homem
Com as novas invenções	Tão carente sofredor
Queremos notícia mais séria	Tão perdido na distância
Sobre a descoberta da antimatéria e suas implicações	Da morada do senhor
Na emancipação do homem	Queremos saber, queremos viver
Das grandes populações	Confiantes no futuro
Homens pobres das cidades	Por isso se faz necessário prever
Das estepes dos sertões	Qual o itinerário da ilusão
Queremos saber, quando vamos ter	A ilusão do poder
Raio laser mais barato	Pois se foi permitido ao homem
Queremos de fato um relato	Tantas coisas conhecer
Retrato mais sério do mistério da luz	É importante que todos saibam
Luz do disco voador	O que pode acontecer
	Queremos saber, queremos saber

1. Pense por um momento na função do telefone celular na sociedade. É possível afirmar que ele é essencial para o desenvolvimento da humanidade? Argumente.
2. Nós estamos fazendo uso correto dos muitos dispositivos tecnológicos que dispomos em nosso dia-a-dia? Quais destes dispositivos podem ser exemplo do mal uso dado às invenções tecnológicas?
3. O autor retrata nos versos da música uma relação entre avanços tecnológicos e seus produtos com o homem. Como você interpreta essa relação?

### Atividade 2.3

Neste momento, será explorado os aspectos legais que proíbem o uso do telefone celular em sala de aula. Discuta com o seu grupo sobre a seguinte problemática: Qual é a sua opinião sobre a proibição do uso do telefone celular em sala de aula? Quais os argumentos que você usa para justificar sua opinião?

Agora leia com atenção o que diz algumas leis estaduais sobre o uso do celular em sala de aula.

Quadro 2: Alguns Estados brasileiros que proibiram o uso do celular em sala de aula.

<b>Estado</b>	<b>Lei</b>	<b>Data aprovação</b>
Rio de Janeiro	Lei municipal nº 4734:  Fica proibido o uso de telefone celular, games, ipod, mp3, equipamento eletrônico e similar em sala de aula.	04/01/2008
São Paulo	Lei estadual nº 12.730:  Ficam os alunos proibidos de utilizar telefone celular nos estabelecimentos de ensino do Estado, durante o horário das aulas.	11/10/2007
Minas Gerais	Lei estadual nº 14.486:	09/12/2002



	Fica proibida a conversação em telefone celular e o uso de dispositivo sonoro do aparelho em salas de aula, teatros, cinemas e igrejas.	
Brasil	<p>Lei federal nº 2.246</p> <p>Fica proibido o uso de aparelhos eletrônicos portáteis nas salas de aula dos estabelecimentos de educação básica e superior.</p> <p>Parágrafo único: Serão admitidos, nas salas de aula de estabelecimentos de educação básica e superior, aparelhos eletrônicos portáteis, desde que inseridos no desenvolvimento de atividades didático-pedagógicas e devidamente autorizados pelo docente ou corpo gestor.</p>	03/06/2009

### **Atividade exploratória: O uso da tecnologia com ciência.**

Como sugestão de atividade monte um grupo responsável por entrevistar algumas pessoas do seu entorno social (professores, familiares, amigos). O objetivo desta atividade é colher a percepção sobre como as pessoas entendem a importância do telefone celular associada à comunicação em seu dia a dia.

1. Discuta com seu grupo um roteiro de perguntas que farão aos entrevistados.
2. Vocês podem usar o smartphone como instrumento de gravação e coleta de dados.
3. Façam uma síntese das opiniões das pessoas as quais seu grupo entrevistou. Estabeleça pontos em comum e as divergências. Apresente este texto em forma de

um resumo jornalístico de um importante jornal sobre Ciência Tecnologia e Sociedade.

**Atividade complementar 2.4:** Assistir ao primeiro episódio da terceira temporada da série Black Mirror para em seguida responder aos seguintes questionamentos:

1. Qual é a crítica que se pode estabelecer entre o uso da tecnologia e o convívio social mostrado no episódio? Há aspectos positivos e negativos, liste alguns.
2. Atualmente, o aplicativo UBER, permite que o usuário tenha uma nota de avaliação ao usufruir do serviço de transporte privado, muito semelhante à nota que os personagens do episódio atribuem ao interagirem. A obsessão por uma boa avaliação é pertinente somente no contexto da ficção abordado no episódio ou já é uma realidade em nosso meio social. Argumente sua posição usando outros exemplos.

### 3ª PARTE - A RELAÇÃO CIENTÍFICA

---

#### Atividade 3.1

Para iniciar a dinâmica desta aula, vocês alunos devem se organizar em grupos.

Pensem e discutam com seus colegas sobre o seguinte problema:

Considerando o experimento telefone de cordel (figura 10), onde um telefone rústico é construído com duas latinhas e um barbante. É possível se comunicar com este telefone? Quais as semelhanças e quais as diferenças do telefone de cordel com o telefone celular? Registrem no caderno os raciocínios e questionamentos de vocês.

Figura 5 - Telefone de cordel.



Fonte: [www.flickr.com/photos/cizake4164756091](http://www.flickr.com/photos/cizake4164756091)

#### Atividade 3.2

##### Parâmetros fundamentais de uma onda

Analise a figura 6. Perceba que ao movimentar a mão para cima e para baixo em ritmo constante, e mantendo sempre o mesmo desnível, damos início ao movimento vibratório. De uma forma geral, qualquer coisa que oscile para a frente e para trás, para cima e para baixo, para lá e para cá ou de um lado para outro está vibrando. **Vibração** é um conceito importante no movimento ondulatório pois se relaciona com o surgimento de uma onda. Vibração é um conceito que compartilha significado com o de **oscilação**, consiste na variação periódica de alguma grandeza física, por exemplo, posição, pressão, densidade. Ou seja, é uma variação em

## Caiu no ENEM 2014

Quando adolescente, as nossas tardes, após as aulas, consistiam em tomar às mãos o violão e o dicionário de acordes de Almir Chediak e desafiar nosso amigo Hamilton a descobrir, apenas ouvindo o acorde, quais notas eram escolhidas. Sempre perdíamos a aposta, ele possui o ouvido absoluto.

O ouvido absoluto é uma característica perceptual de poucos indivíduos capazes de identificar notas isoladas sem outras referências, isto é, sem precisar relacioná-las com outras notas de uma melodia.

LENT, R. **O cérebro do meu professor de acordeão.**

Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br>.

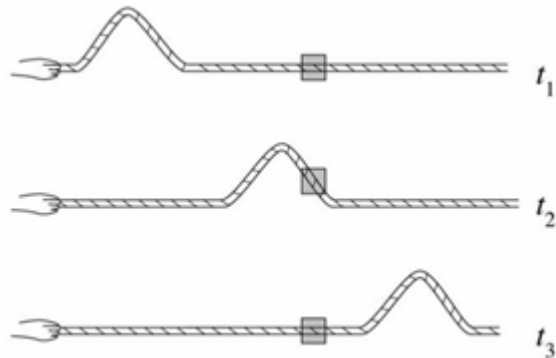
Acesso em 15 ago. 2012 (adaptado).

No contexto apresentado, a propriedade física das ondas que permite essa distinção entre as notas é a

- A. frequência.
- B. intensidade.
- C. forma da onda.
- D. amplitude da onda.
- E. velocidade de propagação

função do tempo. Uma onda é uma oscilação que possui variações na posição em função do tempo, ao qual denominamos **período (T)**.

Figura 6 – A mão faz uma vibração produzindo uma oscilação na corda.



Fonte: wikipremed.com

Alguns outros conceitos são importantes para a caracterização de uma onda, por exemplo, ondas de rádio podem contornar obstáculos pois possuem **amplitude [A]** de oscilação relativamente grande. Este conceito se refere ao máximo afastamento, em relação a um ponto intermediário de oscilação conforme mostra a figura 5 logo abaixo.

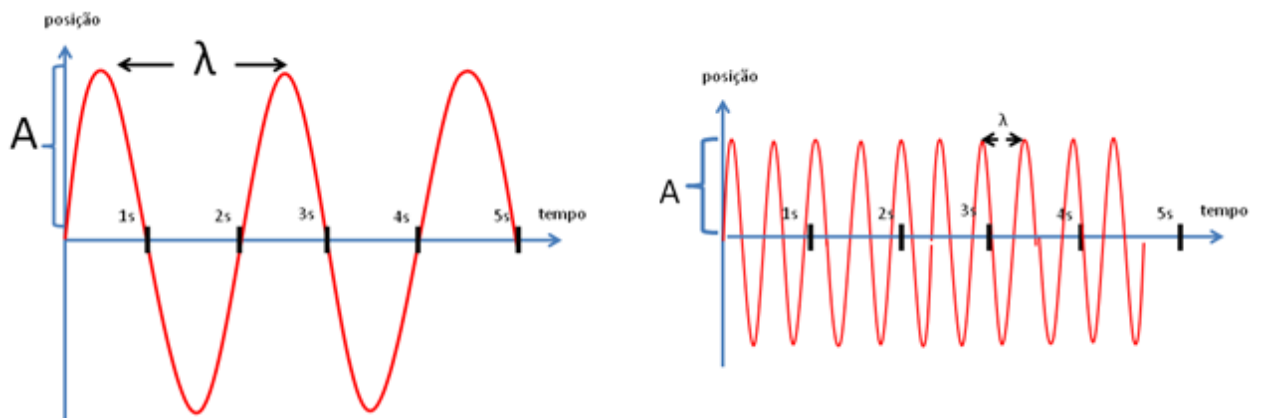
Já as micro-ondas tem **comprimento de onda [λ]** pequeno o suficiente para interagir com as moléculas de água dos alimentos a fim de aquecê-los. O comprimento de onda, assim como a amplitude é uma medida de distância, neste segundo conceito se refere a distância entre dois elementos idênticos e sucessivos da onda, a exemplo de duas cristas ou dois vales.

A **frequência [f]** de oscilação das ondas está relacionada com o número de vezes que a onda oscila em um certo intervalo de tempo.

$$\text{Frequência} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de oscilações}}{\text{segundo}}$$

Ondas de rádio na frequência de 100 MHz oscilam com milhões de vezes a cada segundo, incrível não acha?

Figura 7 - Uma onda com grande amplitude e grande comprimento de onda (Esquerda); Uma onda com baixa amplitude e pequeno comprimento de onda (Direita).

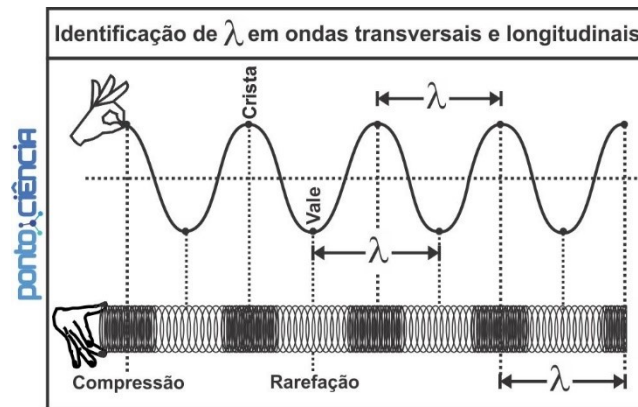


Fonte: O autor, 2016.

Quando a fonte de uma onda oscila na mesma direção de propagação da onda, é produzida uma onda longitudinal. Significa que as partes de um meio material em que a onda se propaga a onda estão comprimidas para frente e para trás.

No caso da fonte oscilar perpendicularmente à direção de propagação, temos uma onda transversal. É o caso da corda na qual cada um de seus pontos oscilam para cima e para baixo enquanto a onda se propaga na horizontal.

Figura 8 – Acima a representação de ondas transversais. Abaixo a representação de ondas longitudinais. (Figura adaptada)



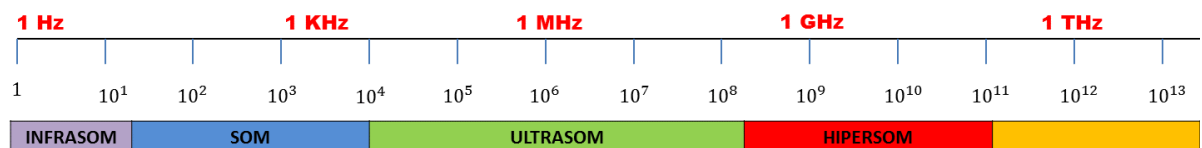
Fonte: Banco internacional de Objetos Educacionais

## A natureza das ondas

Quanto à sua natureza as ondas podem ser eletromagnéticas ou mecânicas. Ondas mecânicas possuem a dependência de um meio material para sua propagação. O exemplo mais comum é o som, que se propaga em meios materiais como no ar a uma velocidade de aproximadamente 340 metros por segundo. Esta velocidade pode variar de acordo com fatores de temperatura e umidade.

A figura 9 apresenta em ordem crescente de frequência a classificação das ondas mecânicas.

Figura 9 - Esquema do arranjo do espectro sonoro.



Fonte: O autor, 2016.

Sabe-se que os elefantes conseguem se comunicar usando infrassons, esta é uma das funções de suas grandes orelhas. Na outra ponta do espectro temos os golfinhos e morcegos que utilizam os ultrassons para procurar seus alimentos. Localizado no intervalo intermediário, após o infrassom e antes do ultrassom encontra-se o espectro audível que compreende todas as frequências sonoras que o ouvido humano pode captar.

As ondas eletromagnéticas são ondas transversais e que não apresentam dependência de um meio material para se propagar. Este tipo de onda tem como origem fontes que transformam energia elétrica e magnética conjuntamente. No caso da telecomunicação são os elétrons da antena de transmissão que originam as ondas eletromagnéticas. A velocidade de propagação deste tipo de onda é de 300.000 Km/s ou ainda  $3 \times 10^8$  m/s. O espectro eletromagnético é mais amplo que o espectro sonoro apresentando diversos representantes bem conhecidos como as cores.

Quadro 3 - Relação entre luz monocromática, comprimento de onda e frequência de oscilação.

Luz	Comprimento de onda ( $10^{-7}$ m)	Frequência ( $10^{14}$ Hz)
Vermelho	6,2 a 7,5	4,0 a 4,8
Laranja	5,9 a 6,2	4,8 a 5,0
Amarelo	5,7 a 5,9	5,0 a 5,3
Verde	5,3 a 5,7	5,3 a 5,7
Azul	5,0 a 5,3	5,7 a 6,0
Anil	4,5 a 5,0	6,0 a 6,7
Violeta	4,0 a 4,5	6,7 a 7,5

Fonte: wikipedia.org

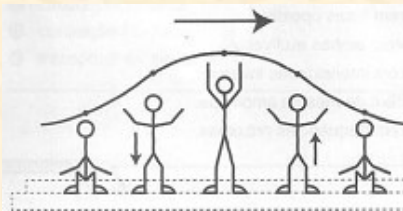
### A velocidade de propagação de uma onda

Agora que você já entendeu diversas características de uma onda, vamos considerar algo importante a respeito da velocidade de propagação de ondas. Você já percebeu que em certas condições ao acompanhar a queima de fogos durante um réveillon ou uma tempestade a considerável distância, nossos olhos captam o fenômeno luminoso (luz dos fogos de artifício, ou raio da tempestade) para segundos depois ouvirmos o fenômeno sonoro? Qual a razão disto acontecer?

A velocidade de propagação de uma onda depende de alguns fatores do meio de propagação e da fonte que produz a onda. Tais fatores podem ser a tensão na corda, densidade do meio material entre outros fatores.

## Caiu no ENEM 2013

Uma manifestação comum das torcidas em estádios de futebol é a ôla mexicana. Os espectadores de uma linha, sem sair do lugar e sem se deslocarem lateralmente, ficam de pé e se sentam, sincronizados com os da linha adjacente. O efeito coletivo se propaga pelos espectadores do estádio, formando uma onda progressiva, conforme ilustração.



Calcula-se que a velocidade de propagação dessa “onda humana” é 45 km/h, e que cada período de oscilação contém 16 pessoas, que se levantam e se sentam organizadamente e distanciadas entre si por 80 cm.

Disponível em: [www.ufsm.br](http://www.ufsm.br). Acesso em: 7 dez. 2012 (adaptado).

Nessa ôla mexicana, a frequência da onda, em hertz, é um valor mais próximo de:

- A. 0,3.
- B. 0,5.
- C. 1,0.
- D. 1,9.
- E. 3,7.

O som detectado pela audição é um exemplo de onda mecânica. É uma onda longitudinal, cuja velocidade de propagação depende do meio material em que o som se propaga. Portanto, no ar é da ordem de 340 m/s, e de aproximadamente 1500 m/s na água.

Já as cores que enxergamos são representadas por ondas eletromagnéticas que se propagam com velocidade de  $3,0 \times 10^8$  m/s mas em meios mais densos como a água sofre uma redução de cerca de 25% em sua velocidade.

$$V = \lambda \cdot f$$

Ao considerar o mesmo meio de propagação, a velocidade da onda, seja ela mecânica ou eletromagnética, é constante. Assim temos:

Quadro 4 - Relação entre velocidade de propagação, comprimento de onda e frequência de oscilação.

Velocidade de propagação no ar (v)		Comprimento de onda ( $\lambda$ ) m	Frequência (f) Hz
Mecânica	340 m/s	$[0 - 1,7 \times 10^{-4}]$	$[0 - 2,0 \times 10^4]$
Eletromagnética	$3 \times 10^8$ m/s	$[1,5 \times 10^7 - 1 \times 10^{-14}]$	$[20 - 3 \times 10^{22}]$

Fonte: O autor, 2016.

## Questões de revisão

1 – De maneira geral, qual é a fonte das ondas mecânicas? E das ondas eletromagnéticas?

2 – Qual é a relação entre a frequência, o comprimento de onda e a velocidade de propagação de uma onda?

3 – Quantas vibrações por segundo ocorrem em uma onda de rádio típica de sua cidade?

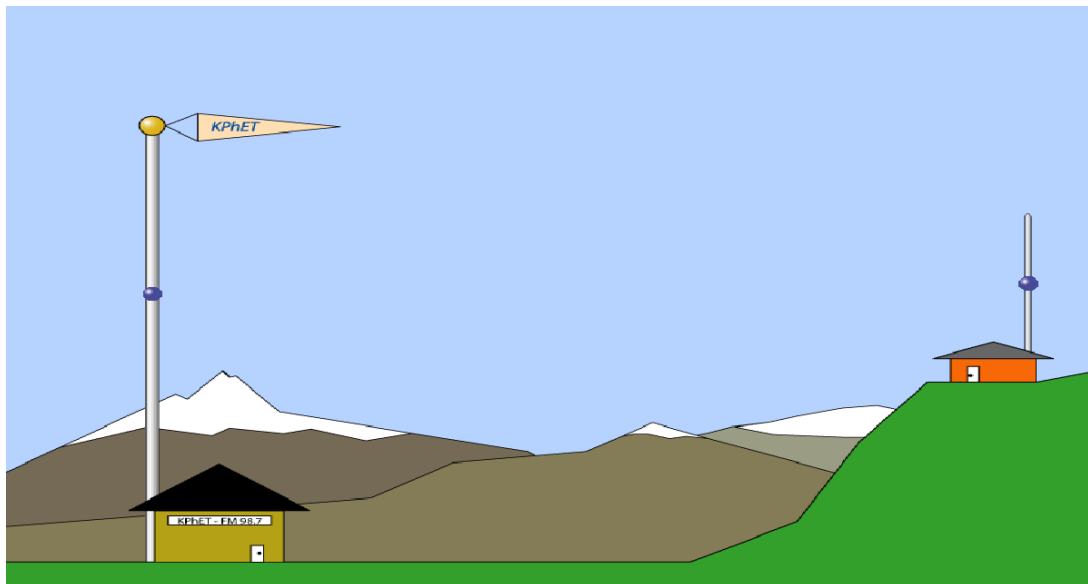
❖ Radio Líder – 93,1 MHz



- ❖ Radio Cultura – 95,1 MHz
- ❖ Rádio Paranaíba – 100,7 MHz
- ❖ Rádio Universitária – 107,5 MHz
- ❖ Rádio Educadora Jovem Pan – 780 KHz
- ❖ Rádio Vitoriosa – 1390 KHz

**Atividade 3.3:** Continuando os estudos sobre ondas, vamos utilizar a simulação “Ondas de rádio e campo eletromagnético” para se ter uma melhor representação de como as ondas que os aparelhos celulares emitem se como se propagam no espaço.

Figura 6 - Representação da simulação da atividade 3.3



Fonte: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/radio-waves](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/radio-waves)

Pense e responda:

1. Como é produzido o sinal eletromagnético (onda) quando as estações de rádio estão funcionando? Incluir em sua resposta uma descrição do que está produzindo o sinal, bem como o raciocínio por trás de como isso poderia produzir um sinal.
2. Como uma antena receptora trabalha para detectar este sinal eletromagnético produzido quando as estações de rádio estão funcionando?

Inclua os princípios físicos que suportam sua descrição de como esse sinal é detectado.

3. De que maneira a transmissão de sinal entre dois ou mais aparelhos celulares é semelhante à sua resposta do item anterior? Argumente.

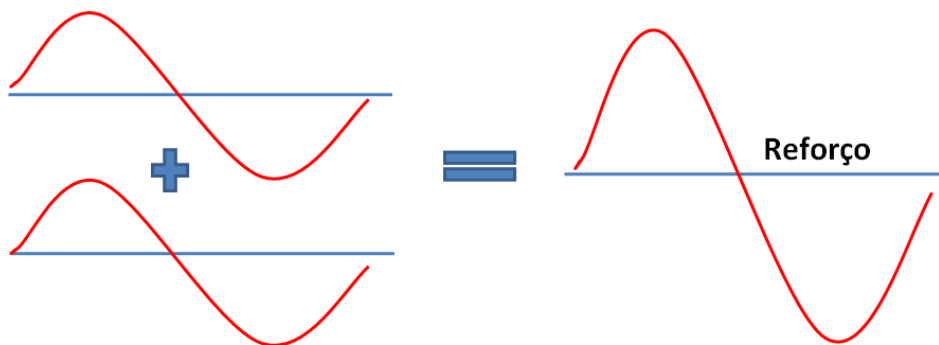
### Atividade 3.4

#### Interferência em ondas

Provavelmente você já se deparou com situações em que, ao falar ao telefone com algum conhecido, você escutou uma voz estranha ou chiado e que possivelmente era de outra ligação ou ainda, ao sintonizar determinada estação de rádio ter ouvido alguma outra música ou voz que não a da estação sintonizada. Você já reparou nos belos padrões de cores na superfície de uma bolha de sabão? Por que acontecem essas situações, e o que elas têm em comum?

Primeiramente vamos considerar que duas ou mais ondas, de mesma natureza, se interagem. Um possível resultado desta interação é uma interferência de uma onda com a outra, de tal forma que o resultado seja um reforço de sua amplitude.

Figura 7 - Interferência construtiva de uma onda transversal.

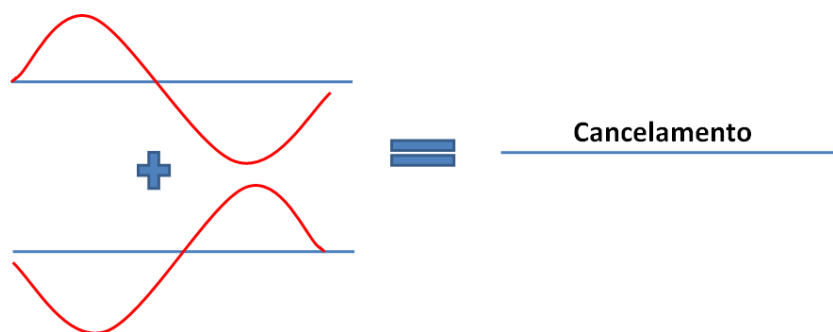


Fonte: O autor, 2016.

Podemos concluir que a sobreposição (adição) de duas ondas com frequências idênticas tem como resultado uma terceira onda que apresenta a mesma frequência das ondas individuais, mas o dobro da amplitude. No caso de ondas de luz, este efeito de aumento de amplitude é equivalente a ao aumento da intensidade do brilho.

Há também uma segunda possibilidade, a de que duas ondas, também de mesma frequência interajam de tal forma que estejam defasadas em meio comprimento de onda. Assim sendo, a crista de uma onda se sobrepõe ao vale de outra. O resultado desta interação é conhecido como interferência destrutiva e não há a produção de uma terceira onda pois sua amplitude de oscilação é reduzida a zero.

Figura 8 - Interferência destrutiva de uma onda transversal.



Fonte: O autor, 2016.

O fenômeno de interferência é uma característica tanto de ondas mecânicas como de eletromagnéticas, apesar de estarmos discutindo com ênfase sua aplicação neste segundo tipo de onda, o raciocínio será equivalente para ambas as naturezas das ondas.

O conceito de fase é relevante para o entendimento da interferência. Trata-se do estágio que se encontra a onda em relação a um sistema ou ponto de referência. Assim, analisando a figura 16, temos dois sistemas realizando movimento ondulatório em fase um em relação ao outro. Na figura 17 um sistema apresenta uma defasagem de meio comprimento de onda em relação ao outro sistema.

Um fenômeno comum na qual se aplica os conceitos de interferência é a visualização do espectro de cores refletidas em uma bolha de sabão. Este fenômeno é chamado iridescência<sup>29</sup>.

---

<sup>29</sup> Propriedade de certas superfícies apresentam em mudar sua cor conforme o ângulo de visão ou de iluminação se altera.

Figura 9 - Cores em uma bolha de sabão por interferência luminosa.

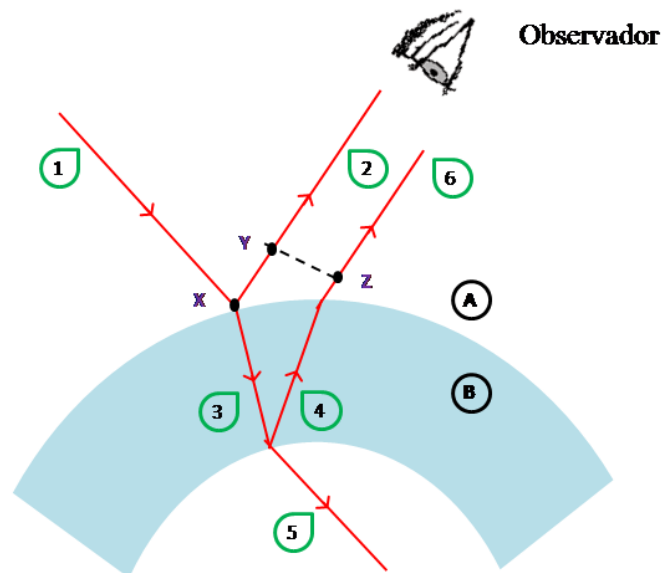


Fonte: commons.wikimedia.org/wiki/File:Macro\_PhotoGraph\_of\_a\_soap\_bubble.jpg

A bolha de sabão apresentará iridescência quando iluminada pela luz branca e a espessura de sua superfície for aproximadamente igual ao comprimento de onda da luz.

Considere raios de luz branca e paralelos incidentes em uma bolha, conforme a figura 18.

Figura 10 - Esquema para compreensão da iridescência em uma bolha de sabão.



Fonte: O autor, 2016.

O raio de luz representado por 1 é um dos raios incidentes na superfície da bolha de sabão. Uma parcela deste raio é refletida dando origem ao raio 2 e outra parcela sofre refração representado no raio de luz 3. Em seguida este último sofre uma reflexão no interior da película de sabão originando o raio 4 e também uma

nova refração resultando em **5**. A luz refletida no interior da película refrata e originando o raio de luz **6**.

Note que o raio incidente **1** deu origem a dois outros raios. O raio **2** por meio da reflexão no meio **A**, e o raio **6** devido à mudança de meio de propagação de **B** para **A**. É fácil perceber que a partir do ponto **X** as trajetórias dos raios **2** e **6** para atingirem os pontos **Y** e **Z** respectivamente são diferentes. Desta forma, dependendo do comprimento de onda da luz e da distância adicional que o raio percorre de **X** até **Z** em relação ao trajeto de **X** até **Y** as ondas de luz dos raios **2** e **6** podem estar em fase ou em oposição de fase ocasionando interferência construtiva ou destrutiva.

Em acordo com o texto “As cores na ciência e nas Artes” explorado nas aulas anteriores, é possível notar que a subtração de uma componente da luz branca resulta na visualização de sua cor complementar. Assim, a subtração do vermelho produz o ciano (verde + azul), a subtração do azul produz o amarelo (verde + vermelho) e a subtração do verde produz o magenta (azul + vermelho). Nota-se que as cores ciano, magenta e amarelo são muito comuns em bolhas de sabão e em outras superfícies iridescentes como uma película de óleo no asfalto, penas de pavão, escamas de alguns peixes, asas de algumas espécies de borboletas ou pele da toupeira dourada.

Figura 15 - Espécie de besouro que apresenta iridescência em seu exoesqueleto.



Fonte: <http://www.carnivoras.com.br/iridescencia-em-plantas-t3010.html>

Conforme já vimos no texto *A física das telecomunicações* as operadoras de telefonia celular utilizam faixas específicas de frequências para viabilizar o contato entre dois (ou mais) aparelhos e a transmissão de informações entre eles. Este sistema é conhecido como Sistema Global de Comunicação Móvel ou GSM.

Celulares simples, dual band utilizam duas faixas de frequência e possuem muita restrição quanto ao seu funcionamento. Celulares tri band trabalham com três

faixas de frequência e são mais compatíveis com as operadoras brasileiras. Já celulares quadri band correspondem a maioria dos aparelhos do mercado e são compatíveis com qualquer operadora no país e também no exterior.

São essas ondas, em diferentes frequências possíveis, as responsáveis pelo ruído ouvido por nós caso o celular esteja próximo às caixas de som do computador. O celular emite e recebe ondas eletromagnéticas na ocasião de uma chamada, e a caixa de som tem um circuito eletrônico que a faz funcionar conforme a corrente elétrica recebida. A incidência das ondas eletromagnéticas no circuito eletrônico da caixa de som origina os ruídos que ouvimos quando os autofalantes vibram e transformam as ondas eletromagnéticas em ondas mecânicas (som). Este fato é uma evidência do fenômeno de interferência

### Questões de revisão

- 1 – A interferência está restrita apenas a alguns tipos de ondas ou ela ocorre para todos os tipos? Justifique.
- 2 – O que é a luz branca e quais suas componentes?
- 3 – O que produz a iridescência?
- 4 – O que explica a variedade de cores vista em uma bolha de sabão?
- 5 – Se você olhasse para uma bolha de sabão por diferentes ângulos, de modo que visse diferentes espessuras aparentes para uma película delgada de sabão, enxergaria cores diferentes? Explique.

### 3.5 Atividade complementar

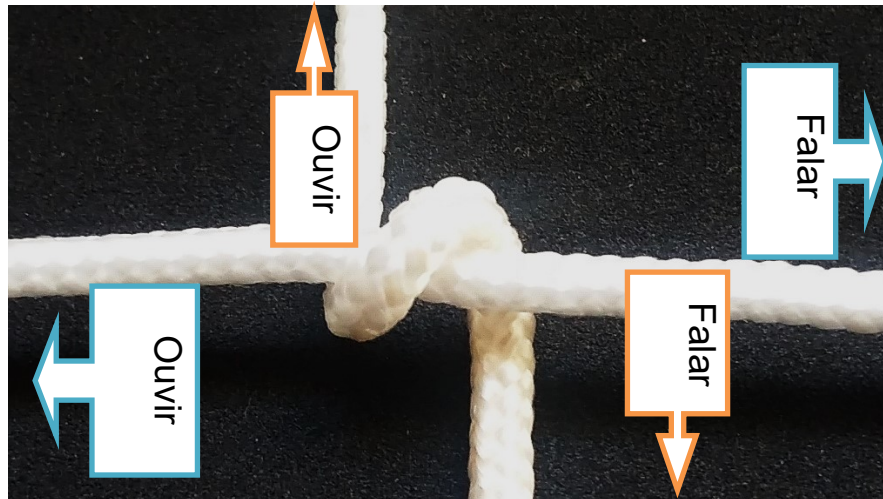
A interferência entre ondas mecânicas pode ser facilmente verificada. Para produzir uma interferência você vai precisar dos seguintes materiais:

- Dois telefones de cordéis (iguais aos produzidos na atividade 3.1)
- 4 alunos (2 para falar e 2 para escutar)

Realizem o seguinte procedimento: entrelace a linha dos dois telefones de cordéis fazendo uma volta simples de um, em torno do outro, conforme reprodução abaixo. Em seguida combine com os quatro alunos participantes, quais deles vão falar e quais vão ouvir alguma mensagem preestabelecida. Feito os combinados, os alunos

que irão falar ao telefone de cordel o devem fazer de forma simultânea. Vamos tentar fazer essa comunicação!

Figura 16 - Esquema de disposição do experimento de interferência usando telefone de cordel.



FONTE: O AUTOR, 2016.

**Respondam aos seguintes questionamentos:**

1. Peça aos alunos ouvintes para descrever a mensagem que recebeu na outra ponta do telefone. Qual é a mensagem ouvida?
2. A mensagem falada chegou ao destinatário (aluno ouvinte) de forma clara? Em caso negativo, o que pode ter ocorrido para a distorção da mensagem?
3. É possível, utilizando seus conhecimentos sobre interferência ente ondas estudados até aqui, estabelecer uma explicação para a diferença entre a mensagem dita e a mensagem ouvida? Argumente.

## 4ª PARTE - A RELAÇÃO ARTÍSTICA

---

**Atividade 4.1:** Nesta etapa final de estudos, vamos buscar compreender possíveis relações existentes entre Física e Artes. Se reúnam em grupos e pensem na resposta do seguinte problema:

Agora que já se sabe existir uma relação entre o comprimento de onda e uma cor específica da onda de luz que nosso olho detecta, de que maneira as cores poderiam nos despertar diferentes sensações? Por que as redes de restaurante usam predominantemente o vermelho e amarelo em seus produtos e lojas? Por que no centro cirúrgico a equipe médica usa roupas verdes ou azuis?

Anotem as respostas em seus cadernos.

### Atividade 4.2

#### As cores na Ciência e nas Artes

A luz foi a principal responsável por viabilizar que conhecimentos de naturezas distintas, como a ciência e as artes se complementassem.

Começemos citando a relevância dos estudos de Sir Isaac Newton (1642 – 1727), a quem se atribui a célebre experiência de fazer um raio de luz solar se decompor em diversas outras cores. Decorre de seus estudos que a luz branca tem outras componentes, e que somente as cores vermelha, verde e azul não se decompunham, tornando-se, portanto, cores fundamentais ou primárias.

Figura 17 - Sir Isaac Newton e a decomposição da luz branca através de um prisma.



Fonte: Banco Internacional de Objetos Educacionais.

Posteriormente, em 1801, o físico e médico fisiologista Thomas Young, baseado em conhecimentos da teoria ondulatória da luz e da fisiologia do olho humano, constata que existem na retina grupos de células sensíveis ao vermelho,



verde e azul. Assim, na interpretação de Young, o olho tem uma contribuição na formação das cores, ao qual Newton não se referia em seus estudos.

Sabemos atualmente que a cor é uma característica da luz que, por sua vez, é uma radiação eletromagnética, ou de um objeto cuja coloração deriva da pigmentação. A nossa percepção de cor é mediada pelo olho que, com suas células especiais, diferenciam os diferentes matizes. Dentre essas células situadas na retina estão os bastonetes, responsáveis pela interpretação de diferentes intensidades luminosas, e os cones, que se subdividem em três tipos, nos permitindo distinguir todas as diferentes cores através das cores primárias vermelho (**red**), verde (**green**), azul (**blue**).

De tal maneira é necessário entender que a luz branca, por exemplo, a radiação proveniente do sol, tem composição espectral de todos os comprimentos de ondas, conforme estudado nas aulas do módulo anterior (quadro 3) e pode ser obtida por dispersão ao interagir com algum objeto, uma gota de água, um prisma ou um simples DVD.

Figura 18 - Espectro visível obtido por dispersão da luz branca.

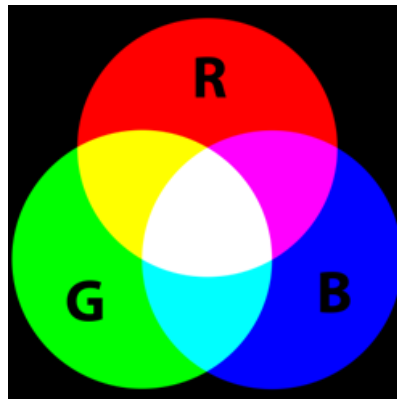


Fonte: pixabay.com/

Por outro lado, o fundo branco desta folha de papel, da tela de um celular ou televisor é composto apenas por padrão de intensidade das cores primárias vermelho, verde e azul (**RGB**).

A formação das cores é, portanto, um processo de sobreposição (adição) dos componentes primários quando se trata de objetos que fazem a emissão ou dispersão da luz (cor-luz). As cores secundárias (amarelo, ciano e magenta) seriam então combinações das cores primárias.

Figura 19- Padrão de cores aditivo RGB de obtenção da cor-luz.

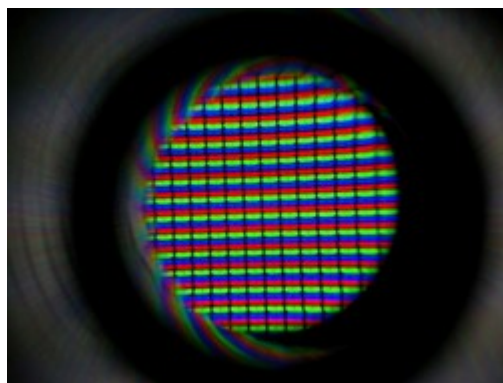


Fonte: pt.wikipedia.org

É muito fácil perceber uma aplicação deste processo de sobreposição de cor-luz com o auxílio de uma lente de aumento e um celular. Ao combinar certos valores de distância entre a tela e a lente ficará perceptível um padrão de pixels como o observado na figura 25.

O pixel é a menor unidade que compõe uma imagem digital. Cada pixel é composto pelas três cores-luzes primárias, vermelho, verde e azul. Cada uma dessas três cores possui 256 tonalidades variando entre claro e escuro, de tal forma que suas combinações resultam em 16 milhões de possibilidades de cores.

Figura 11 – Padrão de pixels em uma tela de um tablet.



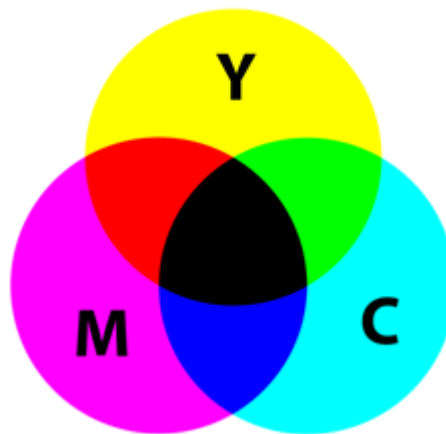
Fonte: <http://ragesoss.com/blog/category/photography/>

A resolução de uma imagem ou da tela do celular relaciona-se com a quantidade de pixels dispostos em linha e coluna distribuídos em certa superfície. Por exemplo, uma tela com resolução 800 x 600 pixels apresenta em sua

composição 800 pixels de largura e 600 pixels de altura. Uma tela de resolução full HD tem resolução 2560 x 1440 ao passo que a resolução 4K são de 3840 x 2160 pixels. Este é um dos fatores que tornam os televisores e celulares de última geração tão atrativos para os consumidores.

O segundo processo de obtenção das cores é o de pigmentação e muito usado nas artes para pintura de telas ou colorir objetos do nosso dia a dia como lápis de cor, roupas e automóveis. Neste processo a luz branca ao interagir com o pigmento terá refletida apenas a componente que não foi absorvida por ele (cor-pigmento). Pode-se concluir portanto que este processo é de subtração das componentes das cores. Ele utiliza como cores primárias o amarelo (yellow), ciano (cyan) e magenta (magenta) para a obtenção de todas as outras cores.

Figura 12 - Padrão subtrativo de cores MYC para obtenção da cor-pigmento.



Fonte: [pt.wikipedia.org](http://pt.wikipedia.org)

A Física e as Artes podem parecer dois campos bem distintos de conhecimento. A primeira sempre fundamentada pelo racionalismo e equações matemáticas enquanto a outra regida pela busca da intuição e criatividade. No entanto este aparente distanciamento pode ser repensado em diversos exemplos de telas que ao longo da história da humanidade evidenciaram uma relevante harmonia entre elas. Interpretadas com ideias vigentes em determinada época, expressões artísticas podem ganhar novo significado ao se construir uma crítica social, cultural e/ou científica.

## Caiu no ENEM 2014

É comum aos fotógrafos tirar fotos coloridas em ambientes iluminados por lâmpadas fluorescentes, que contém uma forte composição de luz verde. A consequência desse fato na fotografia é que todos os objetos claros, principalmente os brancos, aparecerão esverdeados. Para equilibrar as cores, deve-se usar um filtro adequado para diminuir a intensidade da luz verde que chega aos sensores da câmera fotográfica.

Na escolha desse filtro, utiliza-se o conhecimento da composição das cores-luz primárias: Vermelho, verde e azul; e das cores-luz secundárias: amarelo = vermelho + verde, ciano = verde + azul e magenta = vermelho + azul.

Disponível em: <http://nautilus.fis.uc.pt>. Acesso em 20 maio 2014 (adaptado)

Na situação descrita, qual deve ser o filtro utilizado para que a fotografia apresente as cores naturais dos objetos?

- a) Ciano.
- b) Verde.
- c) Amarelo.
- d) Magenta.
- e) Vermelho.

## Física do cotidiano

Elas são cada vez mais raras em nosso dia-a-dia, mas os aparelhos de TV que usam tubo de imagem para formação de imagens na tela são uma excelente aplicação de boa parte da Física estudada até aqui. As impressoras a jato de tinta também usam combinações de cores para produzir imagens. Tente responder a estes exercícios:

I. Uma televisão emprega a adição ou subtração de cores para produzir imagens? Justifique a sua resposta usando argumentos científicos.

II. Sobre a resolução da tela de um celular, pontos vermelhos, verdes e azuis feitos de material fluorescentes são iluminados com uma variedade de intensidades luminosas relativas, a fim de produzir um espectro amplo de cores. Quais desses pontos são ativados para produzir o amarelo? E para produzir o magenta? E para produzir o branco?

III. Quais as cores de tintas são usadas pelas impressoras a jato de tinta ou impressoras laser coloridas para reproduzir cópias coloridas?

### Atividade 4.3

## Física & Artes

O impressionismo foi um movimento artístico presente na pintura francesa do século XIX. Pintores renomados como Édouard Manet (1832 -1883), Pierre A. Renoir (1841 – 1919), Jacob C. Pissarro (1830 – 1903) e Claude Monet (1840 – 1926) foram conhecidos como pintores da luz por revolucionarem a arte usando como cores primárias o magenta, amarelo de cádmio e

o azul cyan em oposição às cores primárias de Isaac Newton. Apesar da aparente oposição, o padrão primário de cores dos pintores se correlaciona com o padrão primário da ciência estabelecido por Newton, uma vez que as cores primárias para este são as secundárias para aqueles. Assim se definiu que cor-luz advém da interação das cores dos raios de luz, e a cor pigmento da interação das cores em forma de tintas.

Claude Monet, juntamente com outros pintores, buscavam retratar luz e movimento em telas, geralmente pintadas ao ar livre em diferentes épocas do ano retratando por exemplo o cromatismo da natureza. Na percepção deste pintor, a dimensão do tempo deveria estar presente na pintura, de tal forma que, se o tempo é um fluxo contínuo, e a luz que os objetos refletem nunca é a mesma em tempos diferentes, os objetos seriam únicos ao seu próprio tempo e espaço. Em uma de suas famosas produções, Monet chegou a pintar a Catedral de Rouen trinta e uma vezes!

Figura 13 - Catedral de Rouen.



Fonte: <https://www.flickr.com/photos/>

Com base na figura 27 (Cathedral de Rouen – Monet) reflita e discuta com outros colegas as seguintes questões:

1. Qual motivo de se pintar tantas vezes a mesma cena?
2. Alguma tela lhe transmite uma sensação específica? Descreva.
3. As cenas são iguais? O que muda em cada tela?
4. Qual delas te chamou mais a atenção e por que?

## O uso de filtros na fotografia

Em fotografia, os filtros de cores ajudam a manter o contraste natural da cena ou dos objetos. Indicamos abaixo o filtro e o efeito que ele produz na fotografia com filmes em preto-e-branco.

Quadro 5 - Alguns filtros utilizados na fotografia.

Filtro	Efeito físico	Efeito prático
<b>Amarelo</b>	Absorve raios do azul-violeta e do ultravioleta	Escurece o azul do céu, destacando as nuvens. Conserva os tons naturais quando se fotografam cenas sobre a areia ou neve com a luz do sol e céu azul.
<b>Amarelo escuro</b>	Absorve os raios do ultravioleta, do violeta e a maioria dos raios azuis.	Clareia objetos amarelados e vermelhos, tais como as flores. Escurece a água nas cenas marinhas e o azul do céu, destacando os objetos de primeiro plano e as nuvens. Aumenta o contraste e a textura nas cenas de areia ou neve, sob a luz do sol e céu azul.
<b>Vermelho</b>	Absorve o ultravioleta, o azul-violeta, o azul e o verde.	Clareia objetos vermelhos e amarelos, escurece a água e céu azuis. Elimina névoa, dá mais contraste ao cenário.
<b>Vermelho escuro</b>	Absorve o ultravioleta, o azul-violeta, o azul, o verde e o verde-amarelado.	Produz céu quase negro e acentua o branco das nuvens.
<b>Verde</b>	Absorve o ultravioleta, o azul-violeta e o vermelho	Clareia folhagens e escurece o céu, sem deixar muito pálidos os tons claros de pele.
<b>Azul</b>	Absorve os raios do vermelho, do verde, do amarelo e do ultravioleta	Clareia objetos azuis, acentua a névoa e a bruma.
<b>Neutro</b>	Suprime uma parte de todas as cores visíveis.	Reduz a exposição quando se fotografa uma cena brilhante, sob a luz do sol, com filme de alta sensibilidade.
<b>Ultravioleta</b>	Suprime a luz ultravioleta	Elimina a névoa. Fornece resultados mais nítidos.



Fonte: Grupo de reelaboração do ensino de física (GREF).

Além dos filtros de cor, existe um outro tipo que permite eliminar a porção de luz refletida por superfícies transparentes, como o vidro e a água. A perturbação que constitui a luz correspondente a tais reflexos ocorre numa única direção. Desse modo, a luz refletida pode ser “eliminada” por um filtro denominado polarizador, que, ao absorvê-la, evita, que se produza um efeito indesejado na fotografia.

#### 4.4. Atividade complementar

1. Olhe fixamente para um pedaço de papel colorido por 45 segundos ou mais. Depois olhe para uma superfície branca plana. Os cones de sua retina sensíveis à cor do papel tornam-se saturados e, assim, você acaba enxergando uma pós-imagem com a cor complementar ao olhar para a área branca. Isso ocorre porque os cones saturados enviam um sinal enfraquecido ao cérebro. Todas as cores juntas produzem o branco, mas todas as cores menos uma produzem uma cor complementar à cor ausente. Experimente e comprove!
2. Olhe atentamente para o ponto vermelho da bandeira abaixo por 30 segundos. Em seguida, olhe para uma folha em branco e você verá a bandeira do Brasil com suas cores reais.

Figura 14 - imagem de ilusão de óptica com a bandeira nacional.



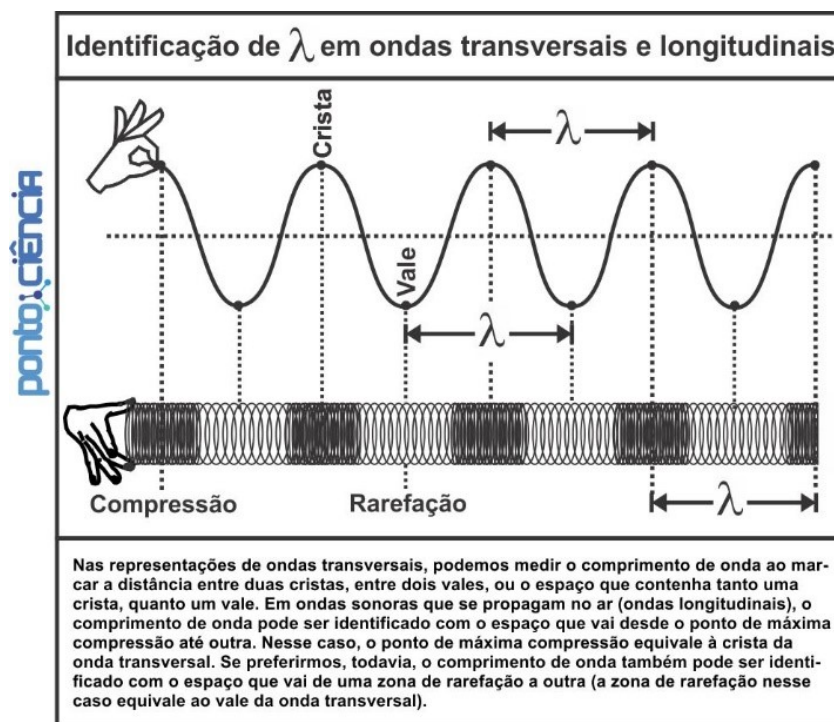
Fonte: <http://www.manualdomundo.com.br>

## AVALIAÇÃO

A partir dos textos motivadores seguintes e com base nos conhecimentos construídos ao longo de sua formação, redija um texto dissertativo-argumentativo em modalidade de escrita formal da língua portuguesa sobre o tema **“O TELEFONE CELULAR COMO UM DISPOSITIVO QUE TRANSCENDE A COMUNICAÇÃO”**, apresentando os conhecimentos que você aprendeu durante os estudos neste bimestre sobre o tema telefone celular. Selecione, organize e relacione, de forma coerente e coesa, argumentos e fatos para defesa de seu ponto de vista.

## TEXTO I

Figura 15 - Representação de ondas mecânicas.

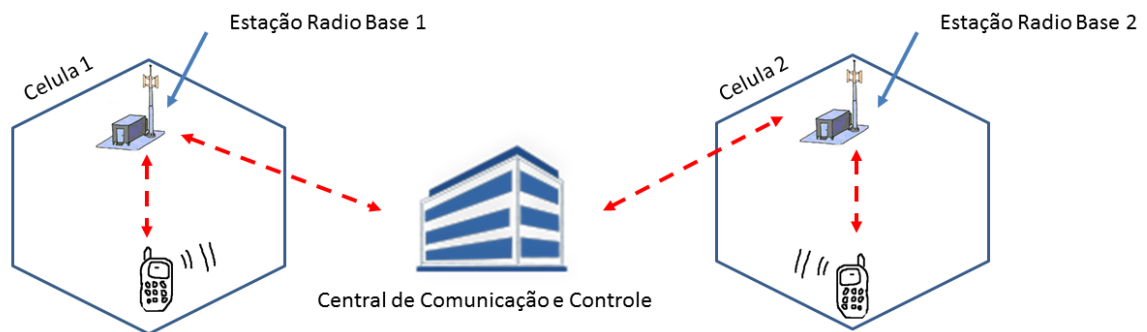


Fonte: Banco Internacional de Objetos Educacionais.



## TEXTO II

Figura 25 - Esquema de efetivação de ligação entre dois celulares.



1. O celular do Sr.X na célula 1 discar para sua amiga Srta. Y emitindo uma onda em uma faixa de frequência específica;
2. A estação radio base 1 recebe a onda do celular do Sr.X e detecta que o celular da Srta Y está em outra célula, e encaminha a ligação para a Central de comunicação;
3. Ao receber o comunicado da ERB de origem, a Central envia a informação da chamada para a estação 2 da célula de destino;
4. A estação radio base 2 recebe o comunicado da central e comunica ao celular da Srta Y que por isso toca, avisando que o Sr X está chamando.
5. Quando a Srta Y atende, cada uma das células procura um canal de frequência livre. Elas informam a ambos os celulares quais serão os canais que cada aparelho usará durante a chamada.

Fonte: O autor, 2016.

## TEXTO III

Cada pixel em uma tela de LCD é gerado por CCFL, sigla em inglês para lâmpada fluorescente de catodo frio. Só que a luz gerada por essa tecnologia não tem cor – por isso, ela precisa passar por um filtro colorido chamado RGB (sigla para vermelho, verde e azul, em inglês). Também é função desse filtro controlar a intensidade das imagens.

LED é a sigla em inglês para diodo emissor de luz. São eles que compõem o backlight deste modelo. Para cada pixel na tela, há um conjunto com um LED azul, um verde e um vermelho. Diferentemente do que acontece na LCD, a luz já é gerada na cor e intensidade certas, dispensando o uso do filtro RGB. Por isso, as TVs de LED são mais finas.

Disponível em: <http://www.mundoestranho.abril.com.br>. Acesso em 16 jul 2016 (adaptado)

**TEXTO IV**

Figura 26 - Representação dos componentes recicláveis de um celular.



Fonte: [www.soscelularesfloripa.com.br](http://www.soscelularesfloripa.com.br). Acesso em: 12 dez. 2015 (adaptado)

**INSTRUÇÃO:**

- A redação que apresentar cópia dos textos da Proposta de Redação terá o número de linhas copiadas desconsiderado para efeito de correção.

**Receberá nota zero, em qualquer das situações expressas a seguir, a redação que:**

- Tiver até 7 (sete) linhas escritas, sendo considerada “texto insuficiente”.
- Fugir ao tema ou que não atender ao tipo dissertativo-argumentativo.
- Apresentar parte do texto deliberadamente desconectada do tema proposto.

**APÊNDICE D – Sequência Didática: Material do professor.**

---

---

## DE PROFESSOR PARA PROFESSOR

---

Caro professor:

Organizado em quatro partes, este manual visa contribuir com orientações e apontamentos sobre as possibilidades de utilização do material do aluno, fazendo relações entre a Física e outras áreas do conhecimento escolar.

Em sua primeira parte, “Por dentro do celular”, apontamos uma possível forma de organização do trabalho em sala de aula, que pode ser modificado conforme suas necessidades. Nesta parte será explorado os componentes do telefone celular e as implicações ambientais de um descarte incorreto deste artefato tecnológico por meio da sugestão de atividades.

Na segunda parte, “A relação cultural”, será explorado interrelações entre tecnologia e cultura, e ainda, iniciaremos exploração de como o telefone celular funciona. Serão propostos textos, música e uma atividade exploratória.

Na sequência, a parte denominada “ A relação científica” será apresentado os elementos conceituais da Física que se articulam com a segunda parte permitindo aprofundar os conhecimentos de como um aparelho celular estabelece uma ligação com outro(s). O objetivo é conhecer os parâmetros de uma onda como também, explorar o fenômeno de interferência.

Na quarta parte, “A relação artística”, será trabalhado de maneira interdisciplinar a Física e Artes utilizando os conhecimentos de “cor-luz” e “cor-pigmento” como ponto de convergência entre estes conhecimentos.

Finalmente, uma proposta de avaliação é feita na tentativa de que os alunos articulem todas as leituras e informações abordadas até o momento. Desejo que este material o ajude a refletir sobre a prática docente e possa contribuir para sua formação. Os arquivos desta sequência didática encontram-se disponíveis para download no site: [netospot.wixsite.com/fisica](http://netospot.wixsite.com/fisica)

Bom trabalho!

O autor

## Sumário

<b>1. Por dentro do celular.....</b>	<b>42</b>
1.1 Tempo previsto.....	42
1.2 Objetivos.....	42
1.3 Recursos.....	42
1.4 Organização do conhecimento.....	42
Atividade 1.1.....	43
Atividade 1.2.....	43
Atividade 1.3.....	44
Atividade 1.4.....	44
1.5 Avaliação.....	46
1.6 Leituras complementares.....	46
<b>2. A relação cultural.....</b>	<b>47</b>
2.1 Tempo previsto.....	47
2.2 Objetivos.....	47
2.3 Recursos.....	47
2.4 Organização do conhecimento.....	47
Atividade 2.1.....	47
Atividade 2.2.....	48
Atividade 2.3.....	49
Atividade 2.4.....	51
2.5 Avaliação.....	51
2.6 Leituras complementares.....	52
<b>3. A relação científica.....</b>	<b>53</b>
3.1 Tempo previsto.....	53
3.2 Objetivos.....	53
3.3 Recursos.....	53
3.4 Organização do conhecimento.....	53
Atividade 3.1.....	53
Atividade 3.2.....	54
Atividade 3.3.....	55
Atividade 3.4.....	55
3.5 Avaliação.....	56
3.6 Leituras complementares.....	57
<b>4. A relação artística.....</b>	<b>58</b>
4.1 Tempo previsto.....	58
4.2 Objetivos.....	58
4.3 Recursos.....	58
4.4 Organização do conhecimento.....	58
Atividade 4.1.....	58
Atividade 4.2.....	59
Atividade 4.3.....	60
4.5 Avaliação.....	61
4.6 Leituras complementares.....	61

## 1. POR DENTRO DO CELULAR

### 1.1 - TEMPO PREVISTO

3 aulas.

### 1.2 – OBJETIVOS

- ✓ Descrever componentes e materiais predominantes na fabricação dos aparelhos de telefonia móvel;
- ✓ Conceituar componentes eletrônicos;
- ✓ Investigar como se dá o processo de funcionamento destes aparelhos;
- ✓ Questionar sobre os aspectos eletrotécnicos exibidos no corpo dos aparelhos e em seus manuais de funcionamento.
- ✓ Discutir cuidadosamente a reciclagem do E-lixo mediante a exibição do filme Wall-E; apresentar argumentos favoráveis ou contrários à reciclagem.

### 1.3 – RECURSOS

Para realiza-la você vai precisar:

- ✓ Um ou mais celulares **inutilizados** <sup>30</sup>.
- ✓ Uma folha de papel para anotações.
- ✓ Chave de fenda de precisão (1.4 mm ou 2.0 mm).
- ✓ Mesa ou bancada para apoio.
- ✓ Luva cirúrgica.

### 1.4 - ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

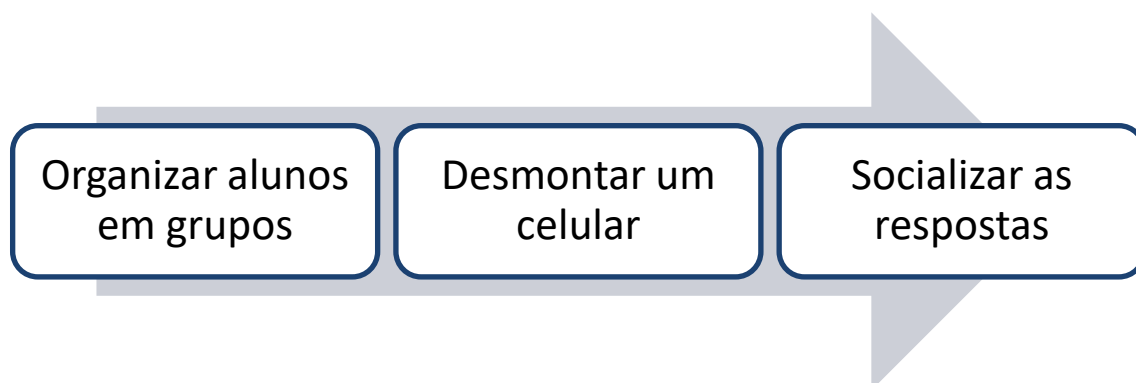
Esta atividade introdutória está relacionada com toda a temática desta sequência didática. A sua importância reside na potencialidade de evocar questionamentos pertinentes ao tema da tecnologia relacionado às telecomunicações e aos quais pretendemos responder ao longo das próximas aulas.

**Atividade 1.1:** Os alunos devem estar organizados em grupos na sala de aula ou em outro ambiente específico, conforme a disponibilidade de aparelhos

<sup>30</sup> Em caso de impossibilidade de ter um aparelho para desmontar com os alunos, uma apresentação de slides com etapas de desmontagem de um celular é disponibilizada nesta sequência didática.

celulares para desmontarem e deverão seguir as orientações do professor. É recomendável que um aluno fique responsável pela desmontagem e que use a luva para evitar contato direto com alguma das substâncias tóxicas presentes no aparelho e utilizada em sua fabricação. Os demais membros devem ficar responsáveis pelas anotações das partes e materiais encontrados durante a desmontagem.

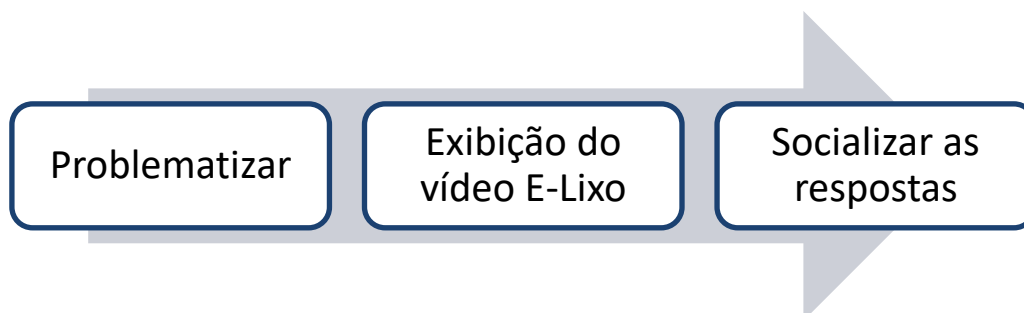
Fluxograma 1- Sequência de ações da atividade 1.1.



Fonte: O autor, 2016.

**Atividade 1.2:** Exibir o vídeo E-lixo <sup>31</sup> para os alunos. Questione se eles sabiam sobre o problema ambiental causado pelo lixo eletrônico no Brasil e no mundo. Pergunte se os alunos sabem quais as substâncias químicas e tóxicas estão presentes no celular. Pergunte quais alunos tem guardado em casa um monitor de computador antigo, uma CPU ou um celular de modelo antigo aos quais não se deram um fim, e em seguida, se eles conhecem algum ecoponto para descarte correto destes materiais.

Fluxograma 2 - Sequência de ações da atividade 1.2.

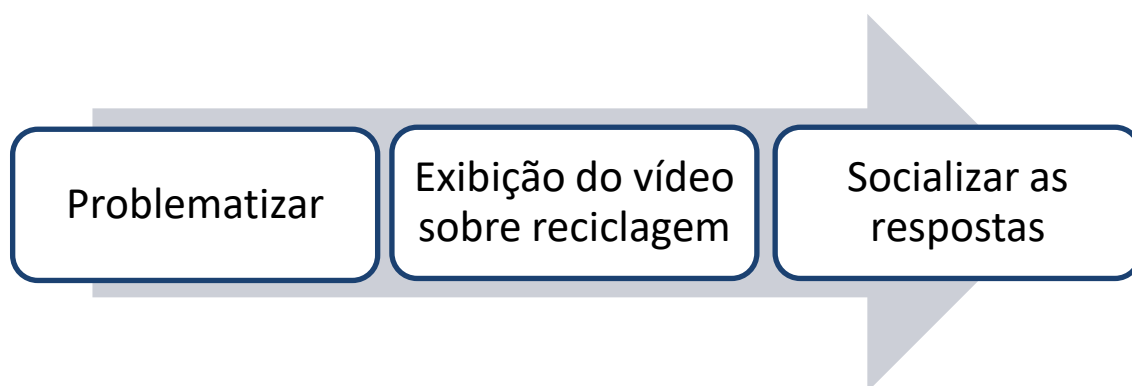


Fonte: O autor, 2016.

<sup>31</sup> Fonte: <http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2015/11/destino-do-lixo-eletronico-vira-um-desafio-planetario.html>

**Atividade 1.3:** Antes de exibir o vídeo<sup>32</sup> sobre reciclagem do E-lixo<sup>33</sup>. Questione se os alunos sabem dos perigos para a saúde quando o manuseio do lixo eletrônico é feito de forma incorreta. Quais são as consequências para o meio ambiente do descarte incorreto do lixo eletrônico?

Fluxograma 3 - Sequência de ações da atividade 1.3.



Fonte: O autor, 2016.

**Atividade complementar 1.4:** Como forma de convergir todos as informações e atividades, é recomendado aos alunos assistirem ao filme Wall-E<sup>34</sup>, uma produção da Disney e da Pixar com duração de 97 minutos. O filme se passa no ano de 2700 tendo como cenário o planeta Terra já desabitado servindo como depósito de grande quantidade de lixo. Assim, Wall-E personagem principal do filme, trabalha sozinho compactando lixo enquanto os seres humanos vivem em uma nave espacial distante, desfrutando dos “benefícios” de um cotidiano permeado de muita tecnologia.

A exibição do filme tem como sugestão os seguintes objetivos:

- Discutir a responsabilidade individual do lixo que produzimos;
- Rever, a partir da exibição do filme, como se procederia um consumo consciente de materiais eletrônicos ou não eletrônicos;
- Fazer um paralelo entre a realidade do filme e a realidade da Terra;
- Refutar a ideia de que as inovações tecnológicas são unicamente vantajosas para a vida humana;

<sup>32</sup> Fonte: <http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2015/11/lixo-eletronico-pode-ser-altamente-perigoso-com-manuseio-inadequado.html>

<sup>33</sup> Bibliografia complementar: <http://gizmodo.uol.com.br/a-historia-do-e-lixo-o-que-acontece-com-a-tecnologia-depois-que-e-descartada/>

<sup>34</sup> Fonte: <http://www.assistirfilmeshd.org/wall-e-dublado.html>

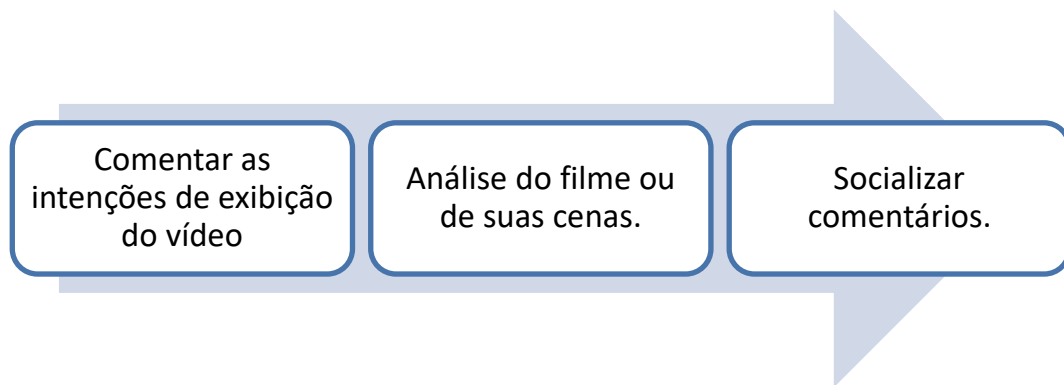


- Discutir o conceito de desenvolvimento sustentável.

Por se tratar de um filme com potenciais chances de já ter sido visto por diversos alunos, deve-se chamar a atenção deles para a relação entre o contexto do filme e das atividades realizadas até este ponto da sequência didática.

Ao longo da exibição do vídeo podem ser feitas curtas pausas para se fazer comentários, ou ainda, solicitar que os alunos anotem seus pensamentos e questionamentos sobre o filme e o conteúdo trabalhado até aqui para socializa-los em momento oportuno após o filme.

Fluxograma 4 - Sequência de ações da atividade 1.4.



Fonte: O autor, 2016.

## 1.5 - AVALIAÇÃO

- Como sugestão de avaliação os grupos de alunos podem responder ao questionário e entrega-lo ao professor para correção ou discussão.
- Atividade extra: Exibição e análise do filme Wall-E.

## 1.6 - LEITURAS COMPLEMENTARES

1. Como funciona a bateria recarregável de íons lítio:  
[http://www.professorcanto.com.br/boletins\\_qui/047.pdf](http://www.professorcanto.com.br/boletins_qui/047.pdf)
2. Como funciona o GPS:  
[http://www.professorcanto.com.br/boletins\\_cn/029.pdf](http://www.professorcanto.com.br/boletins_cn/029.pdf)
3. Uso pedagógico do telefone móvel (celular):  
<https://professordigital.wordpress.com/2010/01/13/uso-pedagogico-do-telefone-movel-celular/>
4. Baterias e pilhas: O guia definitivo:  
<http://gizmodo.uol.com.br/baterias-e-pilhas-o-guia-definitivo/>
5. É assim que gadgets antigos são destruídos para ganharem vida nova:  
<http://gizmodo.uol.com.br/video-reciclagem-gadgets/>
6. A linguagem dos manuais de aparelho celular: desafios de leitura a serviço da tecnologia  
<http://revistas.unisinos.br/index.php/calidoscopio/article/view/4875>
7. Novos padrões para o lixo eletrônico  
[http://www2.uol.com.br/sciam/noticias/novos\\_padroes\\_para\\_o\\_lixo\\_eletronico.html](http://www2.uol.com.br/sciam/noticias/novos_padroes_para_o_lixo_eletronico.html)
8. As taxas de reciclagem de metais em smartphones  
<http://www.compoundchem.com/2015/09/15/recycling-phone-elements/>

## 2. A RELAÇÃO CULTURAL

---

### 2.1 - TEMPO PREVISTO

3 aulas.

### 2.2 - OBJETIVOS

- ✓ Articular conhecimentos da aula anterior para justificar a propagação de ondas eletromagnéticas;
- ✓ Discutir sobre relações de pertinência entre cultura e tecnologia por meio de textos e música.
- ✓ Apresentar resposta para aspectos tecnológicos presente em questões do Exame Nacional do Ensino Médio.

### 2.3 - RECURSOS

- ✓ Cópia impressa do texto A Física das telecomunicações.
- ✓ Cópia impressa da letra da música: Queremos saber – Gilberto Gil.
- ✓ Aparelho de som portátil.
- ✓ Lápis ou caneta e borracha para anotações.

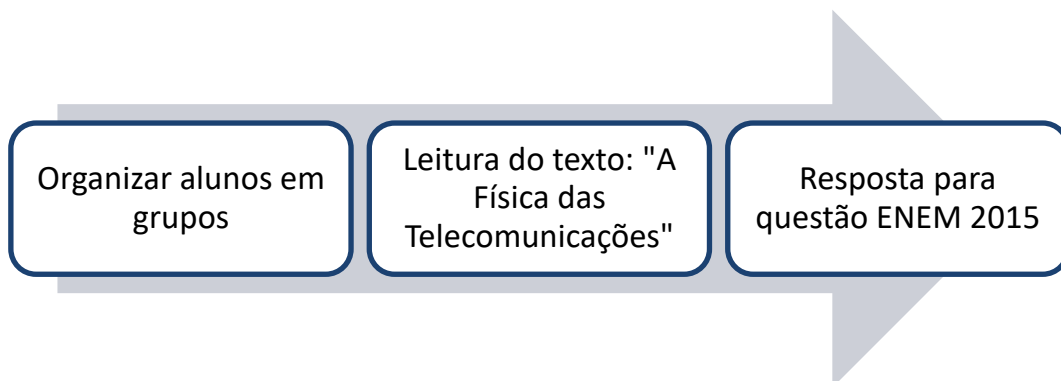
### 2.4 - ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

**Atividade 2.1:** Com os alunos organizados em pequenos grupos, a aula se inicia com a leitura do texto “A física das telecomunicações<sup>35</sup>”. Solicite aos alunos que revezem durante a leitura, mantendo todos engajados na atividade. Após a leitura os alunos respondem à questão do Exame Nacional do Ensino Médio de 2015.

---

<sup>35</sup> Fonte: <http://mundoestranho.abril.com.br/tecnologia/como-funciona-o-telefone-celular/>

Fluxograma 5 - Sequência de ações da atividade 2.1.

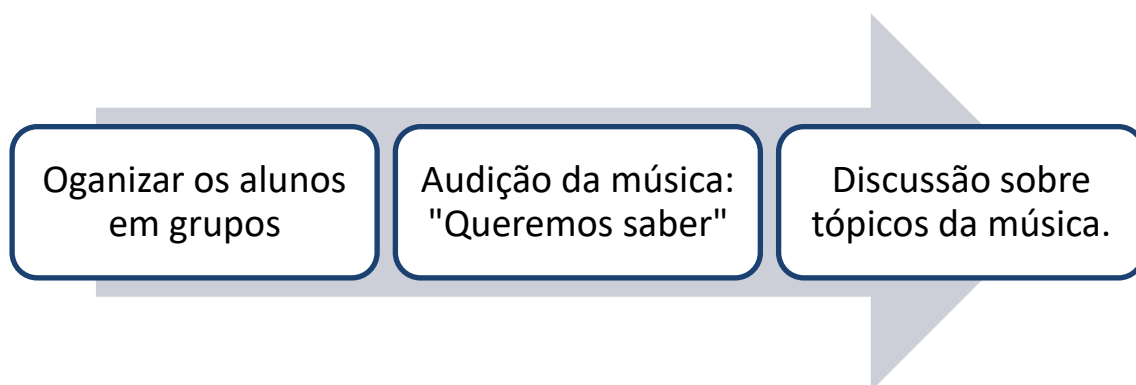


Fonte: O autor, 2016.

**Atividade 2.2:** Nesta atividade é feita a audição da música *Queremos saber* como uma forma de convite à reflexão a respeito da dualidade Tecnologia x Progresso da humanidade. É fundamental que o professor e os alunos discutam<sup>36</sup> sobre estes questionamentos e outros que possam surgir no momento da aula:

- ❖ Pense por um momento na função do telefone celular na sociedade. É possível afirmar que ele é essencial para o desenvolvimento da humanidade? Argumente.
- ❖ Nós estamos fazendo uso correto dos muitos dispositivos tecnológicos que dispomos em nosso dia-a-dia? Quais destes dispositivos podem ser exemplo do mal uso dado às invenções tecnológicas?

Fluxograma 6 - Sequência de ações da atividade 2.2.



Fonte: O autor, 2016.

**Atividade 2.3:** Neste momento, será explorado os aspectos legais que proíbem o uso do telefone celular em sala de aula. Como sugestão de

<sup>36</sup> Bibliografia complementar: <http://www.cch.ufv.br/revista/pdfs/artigo3vol4-2.pdf>

problematização inicial deste momento, pode-se discutir a pertinência de leis que proíbem o uso de celular em sala de aula.

- ❖ Qual é a sua opinião sobre a proibição do uso do telefone celular em sala de aula? Quais os argumentos que você usa para justificar sua opinião?

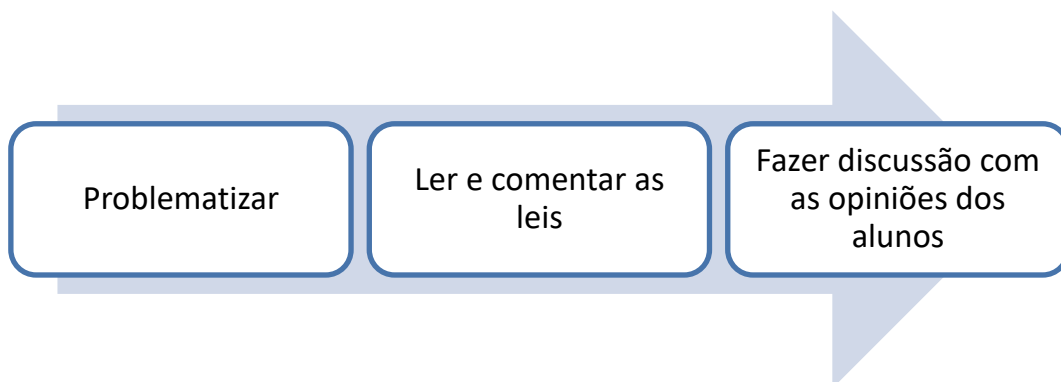
Quadro 6: Alguns Estados brasileiros que proibiram o uso do celular em sala de aula.

Estado	Lei	Data de aprovação
Rio de Janeiro	Lei municipal nº 4734:  Fica proibido o uso de telefone celular, games, ipod, mp3, equipamento eletrônico e similar em sala de aula.	04/01/2008
São Paulo	Lei estadual nº 12.730:  Ficam os alunos proibidos de utilizar telefone celular nos estabelecimentos de ensino do Estado, durante o horário das aulas.	11/10/2007
Minas Gerais	Lei estadual nº 14.486:  Fica proibida a conversação em telefone celular e o uso de dispositivo sonoro do aparelho em salas de aula, teatros, cinemas e igrejas.	09/12/2002
Brasil	Lei federal nº 2.246  Fica proibido o uso de aparelhos eletrônicos portáteis nas salas de aula dos estabelecimentos de educação básica e superior.  Parágrafo único: Serão admitidos, nas salas de aula	03/06/2009

	de estabelecimentos de educação básica e superior, aparelhos eletrônicos portáteis, desde que inseridos no desenvolvimento de atividades didático-pedagógicas e devidamente autorizados pelos docentes ou corpo gestor.	
--	---	--

É importante ressaltar para os estudantes que, utiliza-se o telefone celular nesta sequência didática, não para conversação, conforme proíbe as leis federal e estadual, entretanto sim, como recurso didático respaldado pelo artigo único da lei federal.

Fluxograma 7- Sequência de ações da atividade 2.3.



Fonte: O autor, 2016.

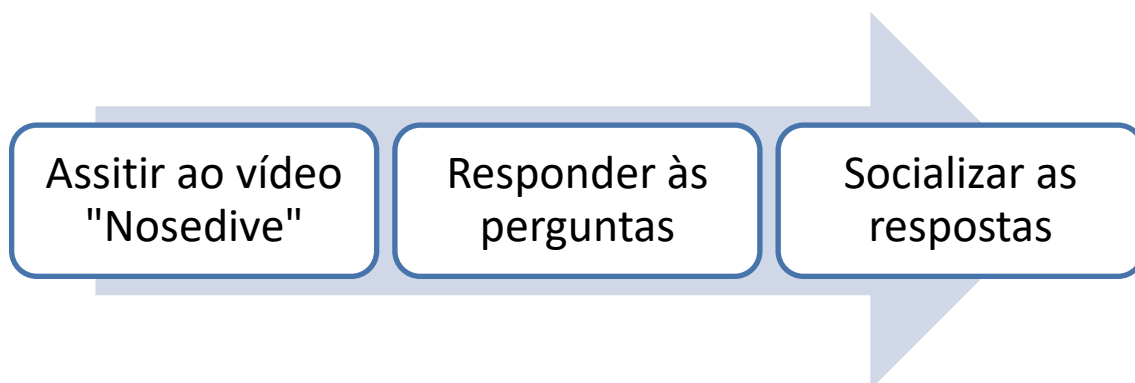
**Atividade complementar 2.4:** A sociedade atual é influenciada pelos avanços da ciência e da tecnologia. É possível analisar que a relação humana com aspectos da ciência e tecnologia, atribuem a este binômio certo status de divindade.

Tomando como função dos estudos nesta sequência didática, vinculado ao telefone celular, o de possibilitar ao aluno a compreensão da realidade ao seu redor, do ponto de vista social ou científico, permitindo ao aluno se posicionar de forma crítica e consistente, sugerimos trabalhar um episódio da série *Black Mirror*.

Está série, tem como um de seus episódios, uma trama que explora o lado negro de uma vida intimamente atrelada à tecnologia na sociedade moderna. Neste

vídeo, aspectos científicos e sociais podem ser trabalhados de forma a evidenciar a neutralidade inexistente nos produtos tecnológicos e de suas influências na vida humana. Nesta atividade sugerimos a exibição do primeiro episódio da terceira temporada intitulado “*Nosedive*”.

Fluxograma 8 - Sequência de ações da atividade 2.4.



Fonte: O autor, 2016.

## 2.5 - AVALIAÇÃO

Será considerado o comportamento e envolvimento do aluno nas discussões lançadas ao longo da aula. O professor deverá ficar atento às falas dos alunos, de forma a contribuir para a manutenção de um ambiente de aprendizagem onde os alunos possam emitir suas opiniões e escutar a de seus colegas. Solicitar que registrem em folha as respostas das perguntas e fazer arremate dos conhecimentos ao final da aula.

## 2.6 - LEITURAS COMPLEMENTARES

1. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica:  
<http://prc.ifsp.edu.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/149/120>
2. A crítica ao cientificismo expressada pela análise discursiva da composição Queremos Saber de Gilberto Gil:  
<http://www.cch.ufv.br/revista/pdfs/artigo3vol4-2.pdf>

3. Poesia na sala da aula de ciências:  
<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol3/Num1/a07.pdf>
4. Abordagens lúdicas no ensino de física enfocando a educação ambiental: relato de uma experiência no ensino fundamental:  
<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol8/Num2/v08n02a10.pdf>
5. 44 cartas do mundo líquido moderno  
<http://lelivros.space/book/baixar-livro-44-cartas-do-mundo-liquido-moderno-zygmunt-bauman-em-pdf-epub-e-mobi/>



### 3. A RELAÇÃO CIENTÍFICA

#### 3.1 - TEMPO PREVISTO

4 aulas.

#### 3.2 - OBJETIVOS

- ✓ Articular conhecimentos da aula anterior com a presente a fim de evidenciar relações entre aspectos culturais e científicos.
- ✓ Descrever os principais parâmetros de uma onda.
- ✓ Apresentar resposta para questões do Exame Nacional do Ensino Médio que aborda características ou propriedades relacionadas a fenômenos ondulatórios;
- ✓ Relacionar os conhecimentos destacados nas aulas anteriores com o fenômeno de interferência;
- ✓ Descrever o fenômeno de interferência, apontando suas características.

#### 3.3 - RECURSOS

- ✓ Projetor multimídia;
- ✓ Computador de mesa ou portátil;
- ✓ Arquivo da simulação “ondas em uma corda<sup>37</sup>”.
- ✓ Arquivo da simulação “interferência de ondas<sup>38</sup>”.
- ✓ Arquivo da simulação “ondas de rádio e campo eletromagnético<sup>39</sup>”

#### 3.4 - ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

**Atividade 3.1:** Para iniciar a dinâmica desta aula, os alunos em um ambiente apropriado deverão estar organizados em grupos. Esta forma de organização viabilizará a interação entre eles, bem como o compartilhamento e construção de raciocínios referentes aos conhecimentos expostos pelo professor e pelos outros

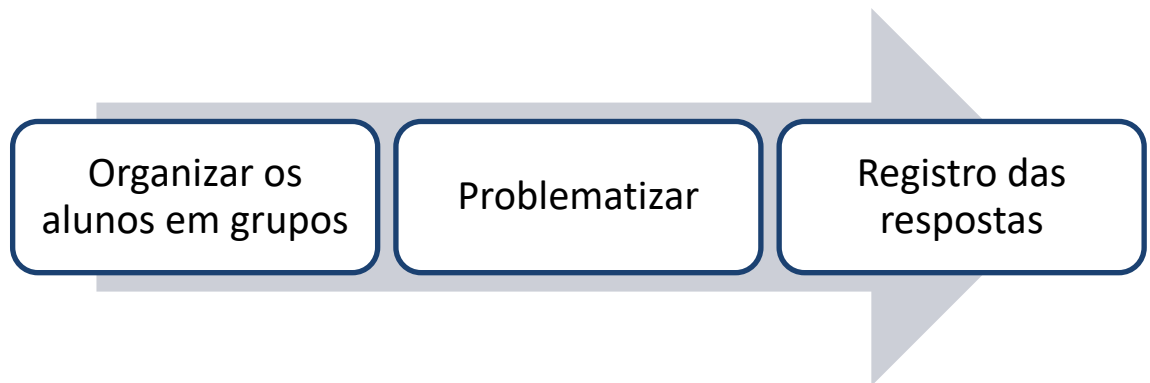
<sup>37</sup> Fonte: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/wave-on-a-string](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/wave-on-a-string)

<sup>38</sup> Fonte: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/wave-interference](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/wave-interference)

<sup>39</sup> Fonte: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/radio-waves](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/radio-waves)

alunos. Lance uma pergunta aos grupos: Considerando o experimento telefone de cordel, onde um telefone rústico é construído com duas latinhas e um barbante. É possível se comunicar com este telefone. Quais as semelhanças e quais as diferenças do telefone de cordel com o telefone celular? Peça para os alunos discutirem em poucos minutos sobre a resposta e a registrarem no caderno.

Fluxograma 9 - Sequência de ações da atividade 3.1.



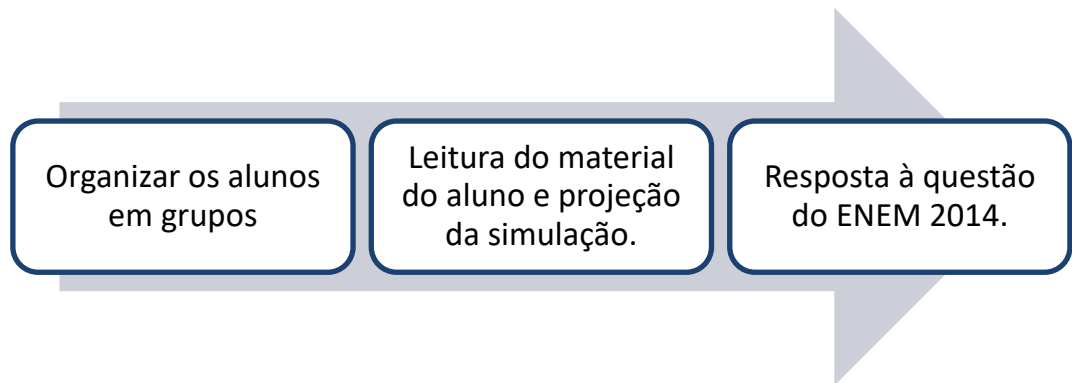
Fonte: O Autor, 2016.

**Atividade 3.2:** Com a simulação “ondas em uma corda” projetada na tela ou parede de forma a todos possam visualizar, inicie a leitura do material do aluno. Nesta parte do trabalho é desejável que os grupos adotem uma dinâmica de revezamento para a leitura de cada parágrafo. Desta forma todos os grupos terão sua parcela contribuição para seguimento da aula mantendo a atenção e fluidez da mesma.

Ao abordarem pela leitura cada um dos conceitos em destaque, faça uma pausa para explorar com o auxílio da simulação, o significado destes conceitos relativos a onda. Deixe claro que estão explorando uma onda em uma corda e que ela é de natureza diferente da onda necessária nas telecomunicações ou comunicação via rádio. Este é um questionamento que pode envolver os alunos na busca de discutir as diferenças entre onda em uma corda e onda eletromagnética na problematização da atividade anterior.

Após os comentários e exemplificação dos conceitos de vibração, oscilação, amplitude, comprimento de onda, frequência e velocidade de propagação terem sido concluídos, proponha aos alunos resolverem a questão do ENEM 2014.

Fluxograma 10 - Sequência de ações da atividade 3.2.

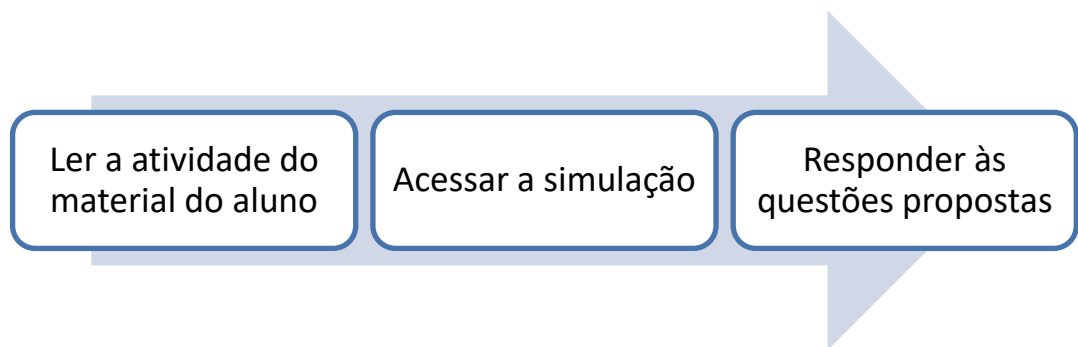


Fonte: O autor, 2016.

**Atividade 3.3:** Explore a diferença existente ondas de diferentes naturezas acessando a segunda simulação “ondas de rádio e campo eletromagnético”. Deixe claro ainda que apesar de naturezas distintas elas apresentam conceitos semelhantes para sua construção.

Por fim deste momento explore a relação existente entre conceitos de velocidade de propagação, frequência e comprimento de onda.

Fluxograma 11- Sequência de ações da atividade 3.3.



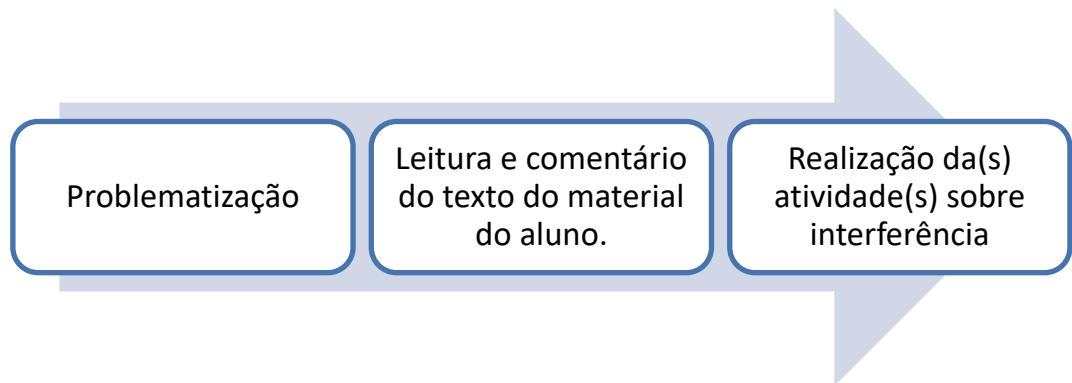
Fonte: O autor, 2016.

**Atividade 3.4:** Para o desenvolvimento da aula sobre interferência, pode-se adotar dois caminhos, mas que se complementam no alcance dos objetivos propostos. Utilizar a simulação “interferência de ondas” como guia dinâmico e complementar à abordagem conceitual presente no texto do material do aluno, ou disponibilizar para os grupos os materiais indicados no texto “*Padrões de*

*interferência em um tecido de cortina*<sup>40</sup> para que tenham a compreensão qualitativa sobre interferência destacada nesta fase final da sequência didática.

Existem duas atividades para que os alunos realizem a aplicação dos conhecimentos sobre interferência, as questões propostas e uma atividade complementar, que consiste numa retomada da atividade 3.1 permitindo fazer nova aplicação do experimento em um novo contexto. A realização de qualquer destas duas atividades, ou de ambas, fica a critério do professor e de sua disponibilidade de tempo.

Fluxograma 12 - Sequência de ações da atividade 3.4.



Fonte: O autor, 2016.

### 3.5 - AVALIAÇÃO

Para efeito de avaliação o professor deverá considerar

- ✓ Engajamento dos alunos em grupo ou individualmente nas leituras e discussões propostas;
- ✓ Qualidade dos questionamentos, análises e respostas apresentadas;
- ✓ Arremate a aula pedindo a um dos grupos que faça um breve resumo do que foi abordado na aula do dia. A motivação é ter uma ideia de como os alunos entenderam o conceito central da aula, a onda eletromagnética.

<sup>40</sup> Fonte: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol5/Num2/v5n1a06.pdf>

### 3.6 - LEITURAS COMPLEMENTARES

1. Simulações em Física:  
<http://www.vascak.cz/?p=2192&language=pt#demo>
2. Na voz, as notas de um refinado instrumento musical:  
[https://issuu.com/ed\\_moderna/docs/aulaaberta8?e=2064801/2652522](https://issuu.com/ed_moderna/docs/aulaaberta8?e=2064801/2652522)
3. Como se formam as bolhas de sabão:  
[http://www.professorcanto.com.br/boletins\\_cn/023.pdf](http://www.professorcanto.com.br/boletins_cn/023.pdf)
4. Visualizando a difração e interferência de ondas através do programa Google Earth:  
Discutindo história da ciência e a natureza da luz:  
<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol14/Num1/fne-14-1-a06.pdf>
5. Demonstração da lei do inverso do quadrado usando um tablet / smartphone.  
<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/363505.pdf>
6. Efeito Doppler com tablet e smartphone.  
<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v38n3/1806-1117-rbef-38-03-e3504.pdf>
7. Luzes de natal podem tornar sua conexão de WI-FI mais lenta  
<http://gizmodo.uol.com.br/luzes-de-natal-lentidao-wifi/>

## 4. A RELAÇÃO ARTÍSTICA

---

### 4.1 - TEMPO PREVISTO

3 aulas.

### 4.2 - OBJETIVOS

- ✓ Articular conhecimentos da aula anterior para justificar a ocorrência das cores;
- ✓ Distinguir padrão aditivo, subtrativo, cor-luz, e cor-pigmento;
- ✓ Relacionar cores com distintos comprimentos de onda de uma radiação eletromagnética.

### 4.3 - RECURSOS

- ✓ Cópia impressa do texto: *Esclarecendo o significado de “cor” em física*<sup>41</sup>;
- ✓ Projetor multimídia;
- ✓ Computador de mesa ou notebook.
- ✓ Arquivo da simulação “visão de cor”<sup>42</sup>.

### 4.4 - ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

**Atividade 4.1:** Para iniciar a dinâmica desta aula os alunos em um ambiente apropriado deverão estar organizados em grupos. Esta forma de organização viabilizará a interação entre os alunos, compartilhamento e construção de raciocínios referentes aos conhecimentos expostos pelo professor e pelos outros alunos

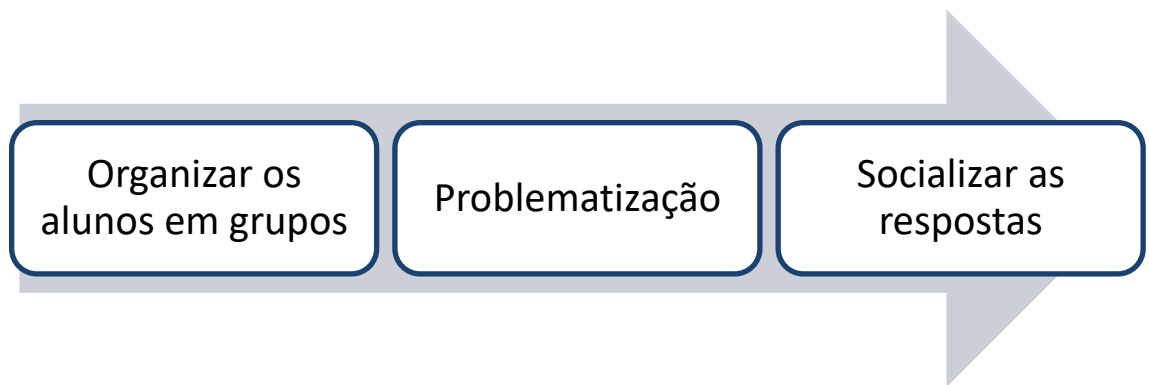
---

<sup>41</sup> Fonte: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol8/Num1/v08n01a06.pdf>

<sup>42</sup> Fonte: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/color-vision](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/color-vision)

Problematização inicial: Agora que já se sabe existir uma relação entre o comprimento de onda e uma cor específica da onda de luz que nosso olho detecta, de que maneira as cores poderiam nos despertar diferentes sensações? Por que as redes de restaurante usam predominantemente o vermelho e amarelo em seus produtos e lojas<sup>43</sup>? Por que no centro cirúrgico a equipe médica usa roupas verdes ou azuis<sup>44</sup>?

Fluxograma 13 - Sequência de ações da atividade 4.1.



Fonte: O autor, 2016.

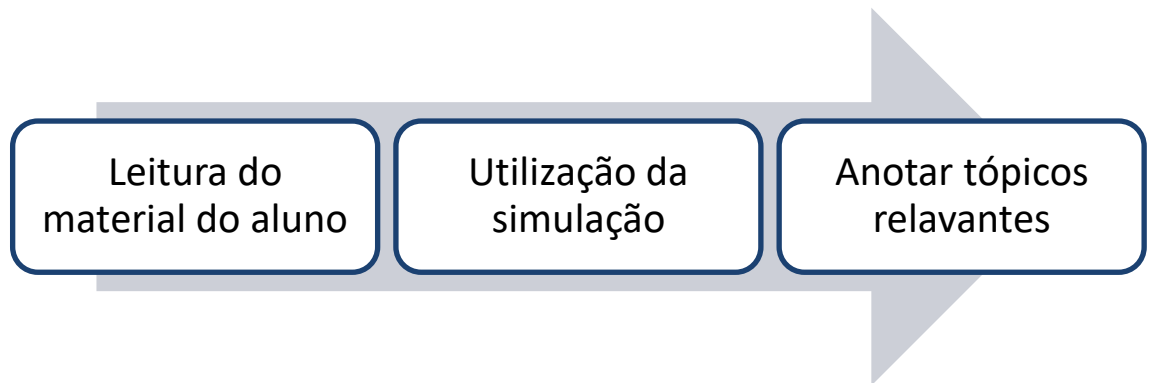
**Atividade 4.2:** Com a simulação “visão de cor” projetada na tela ou parede, de forma que todos possam visualizar, inicie a leitura do material do aluno. Novamente os alunos adotarão a dinâmica de leitura em revezamento. Solicite que os alunos identifiquem e anatem as cores obtidas como resultado de diferentes combinações entre um padrão RGB (vermelho, verde e azul) e o padrão MYC (magenta, amarelo e ciano). Durante a leitura questione os alunos sobre a relação entre o texto e as obras de artes<sup>45</sup>.

<sup>43</sup> Fonte: <http://www.agenciasabre.com.br/site/2014/03/20/a-psicologia-das-cores-no-marketing/>

<sup>44</sup> Fonte: <http://www.ultracurioso.com.br/por-que-os-medicos-usam-roupas-verdes-ou-azuis-nas-salas-de-cirurgia/>

<sup>45</sup> Fonte: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v57n3/a16v57n3.pdf>

Fluxograma 14 - Sequência de ações da atividade 4.2.



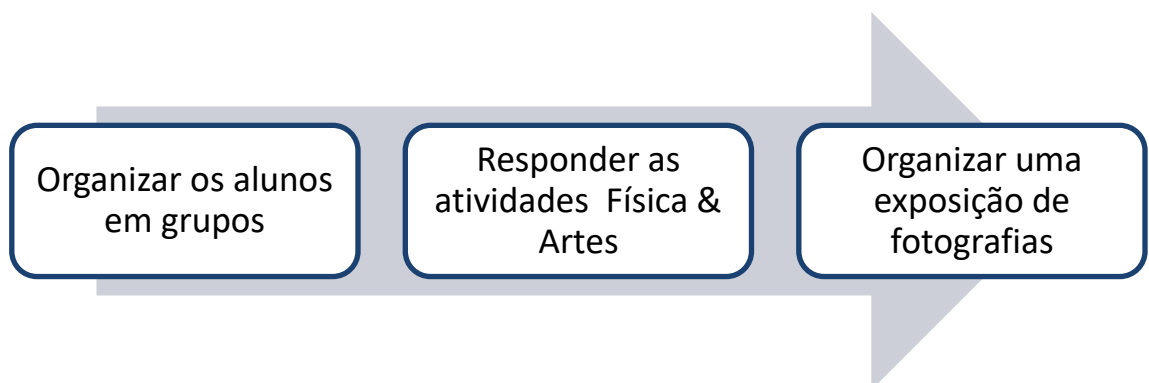
Fonte: O autor, 2016.

**Atividade 4.3:** Organize os alunos para que apliquem os conhecimentos discutidos até este momento. Façam a leitura do texto que permite aplicar o conceito de cor-pigmento com as telas de Monet. Como segunda opção pode ser trabalhado o artigo “Esclarecendo o significado de cor em Física”.

Posteriormente os alunos irão organizar uma exposição de fotográficas utilizando efeitos e filtros presentes no aplicativo da câmera dos telefones celulares. Não se esqueça de pedir a autorização para a direção da escola, caso seja necessário, para que os alunos utilizem o celular em sala de aula. Pode ser solicitado também que os alunos organizem as fotos como tarefa de casa.

Conforme disponibilidade de carga horária, é indicado que reservem um tempo para discutir e responder a atividades complementares e também a questão do Enem 2014.

Fluxograma 15 - Sequência de ações da atividade 4.3.



Fonte: O autor, 2016.



#### 4.5 - AVALIAÇÃO

- ✓ Será levado em consideração o envolvimento do aluno nas discussões no grande grupo e o teor de suas contribuições orais.
- ✓ Arremate a aula pedindo a um dos grupos que faça um breve resumo do que foi abordado na aula do dia. A motivação é ter uma ideia de como os alunos compreenderam o conceito central da aula.

#### 4.6 - LEITURAS COMPLEMENTARES

1. Ciência e Arte: Vermeer, Huygens e Leeuwenhoek:  
<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol8/Num2/v08n02a07.pdf>
2. Salvador Dalí e a Mecânica Quântica:  
<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol8/Num2/v08n02a06.pdf>
3. Física e Arte: A construção do mundo com tintas, palavras e equações  
<http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v57n3/a16v57n3.pdf>
4. Caixa de cores para o estudo de mistura de luzes coloridas:  
<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol9/Num2/a08.pdf>
5. Ciência e Artes: Relações improváveis?  
<http://www.ciencia-arte.com.br/site/index.php/biblioteca-de-artigos/item/46-ci%C3%A2ncia-e-arte-rela%C3%A7%C3%B5es-improv%C3%A1veis>
6. Física e pintura: dimensões de uma relação e suas potencialidades no ensino de física  
<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v33n4/14.pdf>
7. Macrofotografia com um tablet: aplicações ao ensino de ciências.  
<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v35n3/a22v35n3.pdf>