



República Federativa do Brasil  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**



**INSTITUTO DE FÍSICA  
LICENCIATURA EM FÍSICA**

**Vinicius Teixeira da Silva**

**Proposta de uma representação interdisciplinar sobre o  
emprego do celular na sociedade moderna**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
colegiado do curso de Licenciatura em Física da  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,  
orientação da professora Dra. Nádia Cristina  
Guimarães Errobidart.

Campo Grande/MS

2023

## **Resumo**

O trabalho discute a prática da interdisciplinaridade a partir de resultados indicados na literatura da área de ensino, que sinalizam a dificuldade da integração de conhecimentos disciplinares no decorrer da ação pedagógica em sala de aula. Considerando a ausência de proposta metodológica e de material didático adequado a realidade da educação básica, especialmente para a prática integrativa entre as disciplinas de Física, Biologia e Química, a pesquisa de trabalho de conclusão de curso buscou suprir essa lacuna. Na investigação usamos como referencial a metodologia para construção de representações interdisciplinares a partir de uma discussão racional, como sugerida por Gerard Fourez. Selecionamos como situação problema o funcionamento do aparelho celular e seu processo de obsolescência, realizando uma proposição para implementar as demais etapas da metodologia: negociar e problematizar o processo; fazer emergir o clichê; estabelecer um panorama espontâneo sobre o que já se sabe; seleção e abertura das caixas pretas, contendo os conhecimentos que serão mobilizados e, por fim a construção de uma síntese parcial com posterior validação e formatação da representação complexa (síntese final).

Sumário	
<b>Introdução</b> .....	<b>4</b>
<b>As pesquisas sobre prática interdisciplinar</b> .....	<b>5</b>
A análise na forma de crônica .....	6
<b>Metodologia</b> .....	<b>19</b>
O percurso interdisciplinar .....	21
Caixa preta do funcionamento do aparelho celular .....	23
Caixa preta da física .....	26
Caixa preta de Obsolescência programada .....	30
<b>Considerações Finais</b> .....	<b>34</b>
<b>Referências</b> .....	<b>35</b>

## **Introdução**

O estudo apresentado nesse trabalho de conclusão de curso considera, assim como Frigotto e de Lima Araújo (2018), a necessidade de se discutir a contextualização e a interdisciplinaridade, para promover a organização de um currículo integrado. Ele parte do entendimento de que apesar da relevância teórica dessa discussão, nas áreas de educação ou de ensino, são poucos os trabalhos que ultrapassam as fronteiras da teorização e adentram a da prática interdisciplinar. Ainda vivenciamos o cenário da falta de “[...] compreensão do seu significado e da forma como podem ser desenvolvidas atividades interdisciplinares e contextualizadas” pontuada em pesquisas com mais de uma década (HARTMANN e ZIMMERMANN, 2009, p. 2).

Nesse cenário, avaliar as possibilidades de integração de conhecimentos disciplinares em uma representação interdisciplinar construída como possibilidade de solução de uma situação-problema, se faz necessária. Iniciamos por meio de uma pesquisa bibliográfica realizada em periódicos da área de ensino, classificados como A1 e A2 pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), no quadriênio de 2013-2016.

Finalizamos apresentando uma proposta para abordar o funcionamento do aparelho celular buscando integrar conhecimentos disciplinares da física com o mecanismo de obsolescência programada de aparelhos celulares.

## **As pesquisas sobre prática interdisciplinar**

Utilizamos as orientações metodológicas de Rosa (2015) e Côco (2019) para definição das palavras-chave, definição do escopo, critérios de inclusão e exclusão que resultaram na seleção do corpus que foi analisando neste trabalho de conclusão de curso.

Como critério de inclusão inicial utilizamos periódicos classificados na área de avaliação Ensino, no Qualis capes quadriênio 2013-2016, pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Dentre os 145 periódicos classificados como A1 selecionamos, após a análise do foco e escopo 16 revistas que indicavam publicar trabalhos da área de ensino de ciências. Foram consideradas como corpus: Ambiente & sociedade (online); Cadernos de pesquisa; Ciência & educação; Educação & sociedade; Educação e pesquisa; Educação e realidade; Educação em revista (UFMG - online); Educar em revista; Ensaio - avaliação e políticas públicas em educação; Ensaio: pesquisa em educação em ciências; Laplage em revista; Pró-posições (Unicamp. Online); Revista brasileira de educação; Revista brasileira de ensino de física e a Revista brasileira de estudos pedagógicos.

No caso dos 198 periódicos classificados como qualis A2, após análise utilizando o mesmo critério de inclusão o montante resultante foi de 35 revistas: Acta scientiae (ULBRA); Acta Scientiarum Education; Alexandria (UFSC); Amazônia - revista de educação em ciências e matemáticas; Areté (Manaus); Atos de pesquisa em educação (FURB); Caderno brasileiro de ensino de física; Ciência e cultura; Contexto & educação; Dynamis; Educação e cultura contemporânea; Ensino em revista; Ensino, saúde e ambiente; Imagens da educação; Interfaces científicas- educação; Interfaces da educação; Investigações em ensino de ciências; Nuances; Revista brasileira da pós-graduação; Reflexão e ação; Rencima; Revista brasileira de ensino de ciência e tecnologia; Revista brasileira de pesquisa em educação em ciências; Revista Cocar; Revista contemporânea de educação; Revista de educação, ciências e matemática; Revista de educação do Cogeime; Revista de educação pública (UFMT); Revista diálogo educacional; Revista educação em questão; Revista eletrônica de educação (São Carlos); Revista Exitus; Revista Faeeba; Revista tempos e espaços em educação; Vidya (Santa Maria).

Utilizando o dispositivo de busca das revistas procuramos por artigos que apresentavam no corpo do texto a palavra-chave interdisciplinaridade, tendo como resposta um quantitativo de 933 artigos. Esses documentos foram submetidos a diversas leituras flutuantes, as quais possibilitaram excluir: 31 artigos que versavam sobre interdisciplinaridade em outros contextos que não o ensino de ciências; 622 que apresentavam a palavra aleatoriamente no corpo do texto; 147 que usavam a palavra remetendo ao conceito, mas não apresentavam uma definição e 133 que usavam e conceituavam o que entendiam por interdisciplinaridade.

Deste quantitativo de trabalhos discorreremos neste trabalho de conclusão de curso sobre 18 artigos que foram classificados, após uma nova leitura, desta vez utilizando mais criticidade, como propostas de aplicação de práticas interdisciplinares. Utilizando as orientações de Rosa (2015) discorreremos na forma de crônica sobre as proposições práticas apresentadas pelos autores dos trabalhos.

### **A análise na forma de crônica**

Dos 18 trabalhos analisados consideramos que a proposta descrita por Kleemann e Petry (2020) é a que mais se aproxima da discussão que estamos apresentando neste trabalho de conclusão de curso. No trabalho, intitulado Desenvolvimento de um exercício de imaginação pedagógica a partir de uma proposta metodológica interdisciplinar, os autores Kleemann e Petry (2020) chamam atenção para o fato que as disciplinas estão sujeitas a influência conceitual umas das outras e que isto fica explícito ao se discutir uma situação-problema. Algumas questões ou hipóteses sobre a situação-problema não podem ser respondidas apenas com os conhecimentos de uma disciplina, pois sua compreensão e aprofundamento solicitam a mobilização de conceitos de outras áreas. Pontuam a necessidade de realizar uma investigação como forma de construir soluções que integram conhecimentos de diferentes disciplinas e que os estudantes aprendem quando buscam justificar suas hipóteses sobre a situação-problema e obter conclusões sejam elas lógicas ou não.

Os autores assumem a “[...] interdisciplinaridade como um recurso metodológico útil ao processo de ensino e aprendizagem, fortalecendo a capacidade do aluno de interligar conceitos de diferentes disciplinas em diversas situações-problema” (KLEEMANN e PETRY, 2020, p. 233). Consideram como situação-problema qualquer tarefa que é apresentada ao sujeito e que ele não pode realizar

sem antes realizar uma aprendizagem sobre aspectos relacionados com a tarefa, seguindo Philippe Meirieu como referência.

Um ponto interessante do trabalho é a sugestão de que para promover a interdisciplinaridade e facilitar a interação entre diferentes conhecimentos disciplinares “[...] é fundamental que propostas metodológicas sejam repensadas frequentemente, reformulando e aperfeiçoando as já existentes, incluindo o desenvolvimento de novos materiais e objetos a serem utilizados no ambiente escolar (KLEEMANN e PETRY, 2020, p. 234). Concordamos com a reflexão dos autores de que essa reconstrução frequente é importante em uma prática interdisciplinar, pois ela ajuda na construção do que Ivani Fazenda denomina como atitude interdisciplinar.

[...] atitude interdisciplinar diante do conhecimento pode ser experienciada. "Atitude de busca de alternativas para conhecer mais e melhor, atitude de espera perante os atos consumados; atitude de reciprocidade, que impele à troca, ao diálogo com pares idênticos, com pares anônimos ou consigo mesmo; atitude de humildade diante da limitação do próprio saber; atitude de perplexidade ante a possibilidade de desvendar novos saberes, atitude de desafio diante do novo, desafio de redimensionar o velho; atitude de envolvimento e comprometimento com os projetos e as pessoas neles implicadas; atitude, pois, de compromisso de construir sempre da melhor forma possível; atitude de responsabilidade, mas, sobretudo, de alegria, de revelação, de encontro, enfim, de vida" [...] (FAZENDA, 1998, p. 159)

Como situação-problema apresentam o processo de formação de imagens em espelhos esféricos para discussão dos possíveis erros resultantes da simplificação adotadas em livros didáticos de física, particularmente em relação ao raio e o ângulo de abertura do espelho. Participaram da imaginação pedagógica um grupo de professores que lecionam matemática, utilizando como ferramenta para a integração de conhecimentos o software Geogebra. Apesar de mencionar em vários momentos a imaginação pedagógica como referencial de organização da prática interdisciplinar, não discorrem sobre ele.

O conceito de imaginação pedagógica pode ser considerado como um procedimento de pesquisas de possibilidades para resolver uma situação corrente (SC) do contexto observado pelos professores. Eles buscam identificar aspectos que podem ser modificados na SC iniciando uma etapa de reflexão e questionamentos: O que poderia ser feito de diferente? Como pode ser organizada uma nova situação? Que recursos ou ferramentas podem ser utilizados e estão disponíveis? Ao refletirem

sobre esta organização chegam a uma situação arranjada, que já é diferente da situação corrente, mas ainda não é a imaginada. Essa nova situação é o resultado de ações desenvolvidas de forma a apresentar alternativas para mudar o cenário anterior.

Os demais 17 artigos apresentam a interdisciplinaridade de diversas maneiras diferentes em relatos de trabalho, aplicações práticas em sala com alunos e/ou professores, e até mesmo na área de agronomia sem nenhuma ligação com ensino ou escola. É apresentado também algumas definições, onde se percebe a ocorrência da interdisciplinaridade pelo trabalho feito, mas não tão completo como o feito por Kleemann e Petry (2020).

Também em alguns trabalhos onde os autores dizem ter havido a presença do conceito de interdisciplinaridade, é possível perceber que os trabalhos apenas se deram como disciplinas isoladas conversando em determinados momentos, dando a sensação de interdisciplinaridade tanto para os alunos quanto para os professores, mas sem a ocorrência da junção de fato das disciplinas agregando conhecimento entre elas.

Coelho e Machado (2015, p. 208) apresentam no trabalho Acústica e música: uma abordagem metodológica para explorar sons emitidos por tubos sonoros, consideram que “[...] o conceito de interdisciplinaridade tem seu sentido em um contexto disciplinar: a interdisciplinaridade pressupõe a existência de ao menos duas disciplinas como referência e a presença de uma ação recíproca”.

O trabalho foi realizado com estudantes do Curso de Física na qual se propôs a montagem de um móbile com tubos sonoros na busca da caracterização de sons e abordagem dos princípios físicos envolvidos nos fenômenos acústicos. Na prática discutiram sobre os conceitos de música, e em seguida a montagem dos móveis (mais conhecidos como sino dos ventos), onde se fez necessário certo conhecimento de geometria para seu funcionamento. Após as montagens completas foi então direcionado os grupos para as caracterizações sonoras a partir da audição, e de aparelhos como afinadores a fim de aferir a frequência para se comparar as notas presentes, por exemplo, em um piano.

Por fim, foi então dado um tratamento matemático e físico de fato aos aparatos montados, apresentando assim o comportamento de certo modo de ondas, frequência, elasticidade e densidade.

Marques, Espindola e Sauerwein (2018) apesar de mencionarem que realizaram um projeto interdisciplinar não apresentam uma definição sobre o que consideram como interdisciplinaridade, nem detalham as práticas realizadas com futuros professores de quatro cursos de licenciatura (física, biologia, química e matemática). Destaca que o ensino híbrido pode ser considerado um ponto positivo para a realização de práticas interdisciplinares, mas que na formação de professores isto ainda é um problema, pois existe uma carência de abordagem que podem ser utilizadas como subsídio pelos formadores e futuros professores.

Onde os mesmos fizeram as atividades de “levantamento de recursos didáticos virtuais com potencial para o ensino na área das Ciências da Natureza e Matemática, construção de um Kahoot! Interdisciplinar, elaboração de um aplicativo com olhar interdisciplinar e planejamento de atividades interdisciplinares com metodologia e recursos didáticos de livre escolha” (MARQUES, ESPÍNDOLA, SAUERWEIN, 2018).

Carlesso e Tolentino Neto (2018) discorrem sobre a interdisciplinaridade a partir dos documentos oficiais e um levantamento da literatura da área de ensino. Sinalizam concepções de referenciais como Ivani Fazenda que consideram que a interdisciplinaridade solicita dos professores uma mudança de atitude, diante de questões de ordem epistemológica, metodológica e axiológica. Assumem o ponto de vista que a prática interdisciplinar é um processo que precisa ser vivido e exercido na sala de aula, ao desenvolverem atividades buscando contemplar habilidades da Área de Ciências da Natureza, Português e Matemática. Um grupo de estudantes do ensino fundamental é acompanhado por um professor por dois anos consecutivos realizando os procedimentos metodológicos assumidos como orientadores da prática interdisciplinares, abordando conhecimento disciplinares distintos. Não apresentam detalhes sobre o procedimento, mas concluem que a interdisciplinaridade não foi contemplada tal como previsto no planejamento, reforçando o entendimento da dificuldade de sua implementação.

Santos Cruz, Ney e Machado (2018) assumem a interdisciplinaridade como como forma de integração e engajamento de professores, sinalizando como referencial Ivani Fazenda e autores como Luck (2001, p. 64) que pontuam as práticas interdisciplinares como forma de preparar os estudantes para “enfrentar os problemas complexos, amplos e globais da realidade”. Os autores realizam a prática no contexto

da formação inicial de professores de ciências naturais sugerindo que foi construído um planejamento coletivo, junto com os professores de Ciências, Biologia e Química, que já tinham a prática de executarem as aulas em duplas. Entretanto ao discorrerem sobre as aulas sugerem que um professor assumiu a regência e os outros observam a ação de interação de conhecimentos, e colaboravam esporadicamente com a mediação realizada aparentemente pelo pesquisador, o terceiro professor a participar da atividade. Nas considerações discorrem sobre o ponto de vista dos estudantes que participaram da ação sem uma reflexão efetiva da prática interdisciplinar que foi realizada, mencionando que evidenciaram nos trabalhos construídos pelos sujeitos indícios de interação de conhecimentos.

Silva, Rotta e Garcia (2020) mencionam a realização de uma prática interdisciplinar utilizando um forno solar, realizada em um curso médio integrado de um Instituto Federal, mas deixam claro que o objetivo do trabalho é verificar se uma avaliação interdisciplinar contribui para aprendizagem e sinaliza a relação dos conhecimentos por parte dos estudantes. Eles assumem que “[...] na interdisciplinaridade é essencial conhecer e relacionar conteúdos, métodos e teorias para, a partir disso, integrar conhecimentos parciais e específicos, a fim de se chegar à totalidade do conhecimento” (SILVA, ROTTA e GARCIA, 2020, p. 3).

Os autores destacam que a avaliação é um elemento fundamental para efetuar a correção de uma prática pedagógica, independentemente de ser ela disciplinar ou integradora de conhecimentos e que neste segundo caso, precisa ser formativa e não disciplinar e fragmentada. Para tal, sugerem que sua construção deve valorizar os princípios que Ivani Fazenda sinaliza como importantes em uma prática interdisciplinar.

[...] “Quando questionamos o caráter interdisciplinar da prática do conhecimento, é preciso ter bem presente que: É sempre articulação do todo com as partes; É sempre articulação dos meios com os fins; É sempre em função da prática, do agir. O saber solto fica petrificado, esquematizado, volatilizado; precisa sempre ser conduzido pela força interna de uma intencionalidade; A prática do conhecimento só pode se dar, então, como construção dos objetos pelo conhecimento; é fundamentalmente prática de pesquisa; Aprender é, pois, pesquisar para construir; constrói-se pesquisando. [...] (FAZENDA, 1998, p. 42 e 43).

Em uma primeira avaliação ela foi construída com dez questões, das quais quatro foram construídas pelos dois professores que ministravam as disciplinas que

participaram da prática. No ano seguinte, a proposta foi reformulada e contou com apenas sete questões, todas elaboradas e corrigidas coletivamente.

Drey (2017) apresenta os resultados de uma atividade desenvolvida com estudantes do ensino médio integrado de um Instituto Federal na qual a interdisciplinaridade é sinalizada como a integração de conhecimentos disciplinares de física e matemática, em uma história em quadrinhos escrita em língua inglesa. Concluíram que a língua pode ter prejudicado a percepção das relações interdisciplinares, por parte dos estudantes.

Amaral, Freitas e Cavalcanti (2019), discutem a prática da interdisciplinaridade a partir do uso de situações problemas reais, tais como concebida por Gerard Fourez no livro “Alfabetização Científica e Tecnológica: sobre as finalidades do ensino de ciências”.

[...]mais especificamente sobre o ensino de ciências, pontua algumas críticas ao ensino disciplinar, pautado pela falta de relação entre teoria e realidade, onde discute que os conteúdos precisam ser trabalhados em torno de situações-problemas interdisciplinares (como são os problemas do mundo real) [...] (AMARAL, FREITAS e CAVALCANTI, 2019, p.5).

Os autores, um da área de matemática, outro da educação e outra de linguagens, discutem uma atividade pautada na elaboração da escrita e apresentação de um telejornal.

O trabalho foi aplicado em uma escola de ensino médio da rede estadual. Feito por um grupo bastante heterogêneo, tendo presença da área de ciências da natureza, ciências humanas e sociais, e linguagens. Podendo assim ter uma grande chance de se utilizar a interdisciplinaridade. O trabalho teve temas como: Inundação para a construção de uma hidrelétrica; Acidente com caminhão que transporta combustível; Contaminação do solo com agrotóxicos; Incêndio em uma floresta, etc. para aos grupos de alunos, onde os grupos se dividiram de modo a realizar o trabalho de modo que alguns alunos escolheram aquela área que lhe seria “mais confortável”. E assim se deu os procedimentos para a criação da escrita e do telejornal onde os professores avaliaram os trabalhos.

Sá, Cedram e Piai (2012) apresentam e utilizam o conceito de interdisciplinaridade a partir de Fazenda, pelo modelo de interdisciplinaridade unificadora.

Entre os diversos níveis de integração, tem-se a interdisciplinaridade, que é uma das formas mais procuradas como instrumento de unificação de conhecimentos nas instituições de educação. Essa possui vários níveis de integração, que vão desde: interdisciplinaridade heterogênea, que é dedicado à combinação de programas com visão geral de conhecimentos e sem aprofundamento, até a interdisciplinaridade unificadora, resultante da integração metodológica e teórica de diferentes disciplinas[...]” (SÁ, CEDRAN, PIAI 2012. p. 3).

O trabalho foi aplicado para alunos do ensino médio. feito em volta do tema “drogas”. Onde foram feitas pesquisas com relações biológicas, orgânicas, enquetes dentro e fora da escola, pelos grupos de alunos que participaram da ação. Com o auxílio dos professores de Educação Física, Química e Biologia os alunos conquistaram êxito com os trabalhos em contexto social como apresentado pelo trabalho.

Em conclusão, os autores pontuam que a partir dos relatos dos alunos não citarem a interdisciplinaridade, eles apresentam com suas próprias palavras a junção dos conhecimentos de várias áreas, assim se tendo de certo modo a integração dos conhecimentos por parte dos alunos.

Visintainer e Soares (2019) não apresentam um conceito de fato de interdisciplinaridade, apenas apresentam algumas justificativas para a mesma. Os relatam também que existe a dificuldade para se chegar em um consenso sobre o conceito de fato de interdisciplinaridade

A interdisciplinaridade, segundo [...] é uma necessidade diante da realidade vivenciada, uma possibilidade de resistir à fragmentação do conhecimento, do homem e da vida; diz respeito a uma nova atitude diante do conhecimento, de abertura à compreensão dos aspectos ocultos e dos aparentemente expressos em relação ao ato de aprender. (VISINTAINER, SOARES. 2019, p. 2).

Os autores acrescentam também que “[...] a interdisciplinaridade é uma exigência natural e interna das ciências, no sentido de melhor compreensão da realidade que ela nos faz conhecer” (VISINTAINER, SOARES. 2019, p. 16).

O trabalho foi aplicado em docentes do ensino fundamental de uma escola estadual de Santa Maria no interior do RS. Feito com um grupo de docentes de uma escola tendo presente área de linguagens, educação física, matemática, história e ciências, onde foi feita uma formação continuada com o tema de promoção de saúde. Onde foram feitas três oficinas de planejamentos e ação com o(a)s professore(a)s.

Com parte dos trabalhos prontos, foi então colocado em prática com os alunos. E os pesquisadores obtiveram assim os dados com relação aos professores, sendo possível perceber a necessidade da interdisciplinaridade para o tema abordado, além de também perceber certa resistência tanto por parte dos alunos quanto por parte de certo modo dos professores.

Machado (2013), não apresenta de fato o conceito de interdisciplinaridade, o autor apenas justifica a necessidade da interdisciplinaridade por meio de outros autores como

[...] Considera-se que o fundamental para a existência da interdisciplinaridade é o trabalho coordenado de um grupo de docentes ao redor de certos conteúdos, sem com isso significar que todas as atividades das diferentes disciplinas devam ser realizadas sempre deste modo[...]" (MACHADO, 2013, p. 3)

O autor pontua também com relação a interdisciplinaridade que o problema atual na educação não existe apenas pela divisão das disciplinas. Mas pela falta de conversa entre elas pela unidade de ensino. Onde na ciência de fato, sempre há a necessidade de interdisciplinaridade, contudo não é demonstrado isso nas escolas. Dessa forma, o autor pontua que a vivência da interdisciplinaridade deve ser entendida por toda a equipe docente assim de modo integrado.

O trabalho realizado por machado (2013) em uma escola da rede estadual de São Carlos, foi elaborado por meio de quatro fases. Em que o autor realiza uma reflexão perante sua estadia de 11 anos na escola em questão. Onde em cada uma foi definido de certo modo o tema a ser seguido em certas disciplinas, para então se seguir com o trabalho interdisciplinar com a colaboração dos professores entre as disciplinas.

Como conclusão houve empecilhos no decorrer dos anos como afirma o autor, em resistência por parte dos pais dos alunos, professores, tempo entre outros fatores.

Garcia e Salgado (2020), pontuam a dificuldade de se chegar a um consenso para o termo de interdisciplinaridade, porém, definem a interdisciplinaridade como: “[...] A interdisciplinaridade é o princípio da máxima exploração das potencialidades de cada ciência, da compreensão dos seus limites, mas acima de tudo, é o princípio da diversidade e da criatividade.” (GARCIA, SALGADO. 2020, p.5)

O trabalho foi aplicado para um curso de pré-vestibular onde grande maioria dos alunos eram trabalhadores e trabalhadoras de classe popular que tem interesse em ingressar no ensino superior. O trabalho fez uso de um romance chamado “o nome da rosa” em que se passa em um período antigo, em que um detetive utilizado de ciência pra desvendar assassinados. Desse modo, a interdisciplinaridade se deu em meio a literatura, história e a área de ciências. A partir disso, foi explicado aos alunos que seria uma abordagem diferente da que estão habituados. E assim se fio feito a oficina com os alunos, e aplicado ao fim um questionário a fim de saber os resultados.

Como conclusão foi obtido o resultado dos questionários, e foi possível perceber que a percepção dos alunos foi melhorada, através de seus próprios relatos.

Hartmann e Zimmermann (2007), apresentam diversas visões sobre o conceito de interdisciplinaridade, e conclui o trabalho interdisciplinar como:

[...] entende-se, portanto, como trabalho interdisciplinar aquele realizado por dois ou mais professores que, por meio do diálogo, negociam entre si atividades conjuntas com o objetivo de conectar saberes específicos das suas disciplinas para o estudo de um objeto de conhecimento comum[...]

(HARTMANN, ZIMMERMANN. 2007, p. 5)

Os autores aplicaram o trabalho em uma escola pública do Distrito Federal (Brasília) com docentes da área de ciências humanas e ciências naturais. Aplicado no corpo docente e coordenadoria da escola do Distrito Federal. Onde se foi feito em um período de oito meses o acompanhamento com esses profissionais.

Foi feito um estudo de caso com os profissionais, por algumas etapas com os mesmos. Ao início se foi respondido pelos mesmos um questionário em relação a interdisciplinaridade, onde se foi analisado as concepções dos professores em relação a interdisciplinaridade e as razões para que se pusessem em prática a interdisciplinaridade.

Após o questionário, a execução das atividades se deu entre as disciplinas que conversavam melhor entre si sendo as ciências naturais, biologia, física e química, e as ciências humanas. Os trabalhos abordados pelos professores para com os alunos se deram em problemas que buscavam o cotidiano, socioambientais, urbanismo, etc. e ao final os professores realizaram uma atividade avaliativa sobre as questões socioambientais que foram discutidas ao longo dos oito meses.

Pela conclusão e considerações finais os autores pontuam que existe de certo modo a facilidade para ocorrer a interdisciplinaridade quando as áreas estão mais próximas umas das outras. Aponta também dificuldades relacionadas aos professores com a interdisciplinaridade.

Silva, Rotta e Garcia, apresentam o conceito de interdisciplinaridade como sendo:

[...] um objeto é estudado em diferentes disciplinas (...) sob diferentes perspectivas, sendo as práticas dos referidos professores alteradas de modo a fomentarem o estabelecimento de ligações de complementaridade entre essas disciplinas e a favorecer a integração das aprendizagens dos alunos (SILVA, ROTA, GARCIA, 2018. p. 3).

Pontua também que “[...] o professor interdisciplinar percorre as regiões fronteiriças flexíveis onde o "eu" convive com o "outro" sem abrir mão de suas características, possibilitando a interdependência, o compartilhamento, o encontro, o diálogo e as transformações[...].” (SILVA, ROTA, GARCIA, 2018. p. 4).

O trabalho foi aplicado para alunos do segundo ano do ensino médio do curso técnico integrado de edificações. No IFFAR, campus de Santa Maria (RS). Aplicado nas disciplinas de física e o conforto das edificações e os conceitos abordados foram referentes à calorimetria e suas relações para com as propriedades térmicas dos materiais. Dentre esses conceitos, se podem citar energia cinética, energia interna, temperatura, equilíbrio térmico, calor (sensível e latente), etc. Onde os 26 alunos que estavam participando responderam a algumas questões com relação aos conceitos que foram abordados. E assim foi se selecionando os materiais a para a construção do forno solar. Ao fim se teve um bom resultado com determinados grupos de alunos, que conseguiram um forno solar com um rendimento muito bom de aquecimento.

Bernardo, Morales, Junqueira e Satolo (2018), pontuam que o conceito de interdisciplinaridade pode ter diferentes vertentes, desse modo apresenta algumas dessas vertentes e assim conclui, apresentando interdisciplinaridade como:

[...] A interdisciplinaridade refere-se, portanto, a uma reorganização do processo de ensino-aprendizagem em busca de transformar a maneira como as matérias costumam ser aprendidas ou ministradas (BERNARDO, MORALES, JUNQUEIRA, SATOLO, 2018, p. 7).

Conclui também que a interdisciplinaridade é justificada pelas ligações que se estabelece entre diferentes disciplinas, desse modo, se pode construir saberes mais abrangentes. (BERNARDO, MORALES, JUNQUEIRA, 2018)

Os autores aplicaram o trabalho por/em docentes e discentes do curso de Administração da Universidade Estadual Paulista (Unesp)/Tupã. Feito por meio de pesquisa pelos autores de Trabalho interdisciplinar orientado (TIO) que foi implementado na instituição em que atuam desde 2003, além de entrevista com um dos docentes que fez a implementação do TIO no curso de administração. A ao fim foi respondido um questionário na plataforma google drive, em que se teve uma boa participação dos docentes e de alguns discentes.

O TIO, é delimitado por certas etapas em que se foram abordados os temas do curso de administração juntamente com problemas socioambientais. Sendo um processo longo de dois anos, apresentando uma visão sistêmica de todas as áreas abordadas.

Marques, Espindola e Sauerwein (2020) afirmam que a interdisciplinaridade não tem uma definição de fato consumada, é um conceito polissêmico. Contudo, as mesmas acreditam que o conceito que mais se condiz com o trabalho:

[...] Interdisciplinaridade caracterizada como nível em que a colaboração entre diversas disciplinas ou entre setores heterogêneos de uma mesma ciência conduz a interações propriamente ditas, isto é, a uma certa reciprocidade nos intercâmbios, de tal forma que, no final do processo interativo, cada disciplina saia enriquecida (MARQUES, ESPINDOLA, SAUERWEIN, 2020. p. 3)

O trabalho foi aplicado em uma Universidade Federal do Rio Grande do Sul, com alunos da graduação de licenciaturas das áreas de biologia, física, química e matemática. O estudo foi feito com 50 alunos dos cursos de biologia, química, física e matemática, onde se foi formado grupos em que ao menos um aluno de cada área

estivesse presente. Onde foi proposto aos alunos que fizessem uma teia interdisciplinar com determinados temas para cada um dos grupos, na forma de cartaz. Onde os temas eram variados entre, alimentação, germinação de sementes, corpo humano, rios, etc.

Conforme os relatos do trabalho, se houve um bom resultado com relação a integração dos conhecimentos nos cartazes apresentados, e pelos alunos que apresentaram um entendimento mais amplo da integração das áreas de conhecimento apresentadas.

Silva (2017), não apresenta uma definição para o conceito de interdisciplinaridade no decorrer do trabalho, apresenta em alguns momentos a visão para interdisciplinaridade prática, podendo assim perceber, que a autora se volta mais ao ponto prático para a interdisciplinaridade, pensando para o trabalho realizado.

A interdisciplinaridade se revela mais como processo que produto, ou seja, corresponde ao ato de construir pontes entre as diferentes disciplinas, permitindo que o conhecimento produzido ultrapasse os limites disciplinares e destaca a compreensão da interdisciplinaridade numa categoria de ação, diferenciando-a das disciplinas, que estariam na categoria de conhecimento (SILVA, 2017. p. 22)

O trabalho foi aplicado com alunos do 1ºB do ensino médio da Escola Técnica Estadual Takashi Morita, em Santo Amaro – SP. No trabalho a autora apresenta as etapas do planejamento que fez para a aplicação do projeto, desde as aulas expositivas as experimentações e resultados dos alunos que participaram da pesquisa qualitativa. Onde foi abordado os temas presentes em biologia com relação ao solo, física por condutividade, e os elementos químicos. Dessa maneira o professor conseguiu efetuar a interdisciplinaridade com um problema de certo modo do cotidiano dos alunos. Onde foi utilizado problemas investigativos, além de impulsionar a criatividade dos alunos.

Como conclusão a autora faz a valorização do trabalho prático com a experimentação, afirmando ter um resultado bom relação aos alunos tanto interesse dos alunos com as atividades, quanto aos resultados de fato de aprendizagem quanto aos trabalhos feitos pelos alunos no decorrer de todo processo.

Teles, Zagallo, Zamigman, Fonseca e Saito (2018) partem do princípio de interdisciplinaridade como:

[...] Várias disciplinas se reúnem a partir de um mesmo objeto, porém, é necessário criar-se uma situação problema(...) onde a ideia de projeto nasça da consciência comum, da fé dos investigadores no reconhecimento da complexidade do mesmo e na disponibilidade destes em redefinir o projeto a cada dúvida ou a cada resposta encontrada[...]" (TELES, ZAGALLO, ZAMIGNAN, FONSECA, SAITO, 2018. p. 3)

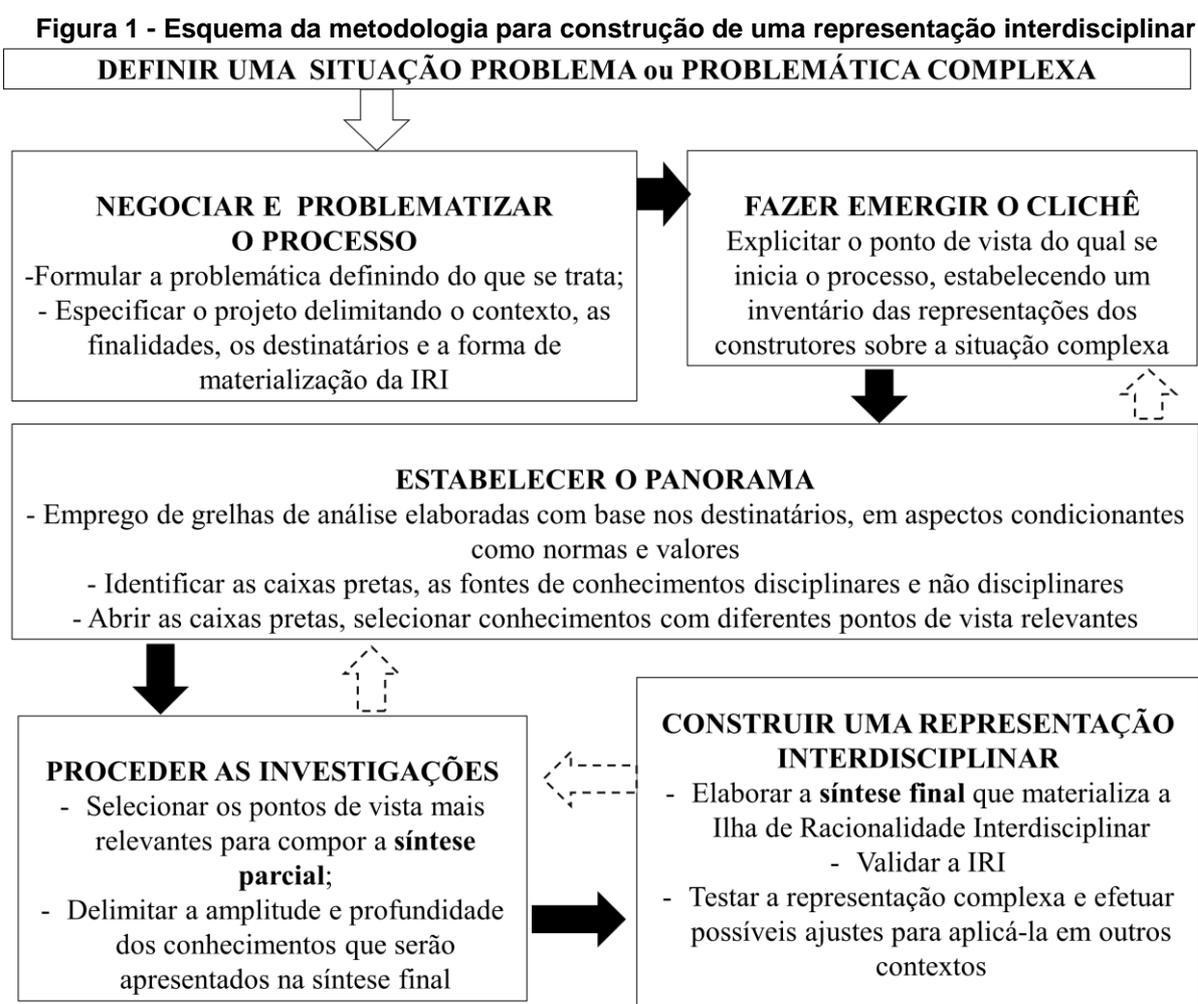
Os atores afirmam também que a interdisciplinaridade se dá devido a compreensão de um problema complexo, com a utilização de diversos conhecimentos de várias áreas.

O projeto não foi aplicado em escola ou universidade, se trata de um estudo de engenharia e eco valoração. Foi aplicado entre os autores, onde foi elaborado mapas conceituais que se davam por conceitos presentes por levantamentos feitos pelos mesmos presentes no agronegócio, e engenharia.

## Metodologia

Construímos o que Fourez (1997) denomina como módulo do professor, após vivenciar a construção do que denomina como uma Ilha de Racionalidade interdisciplinar (IRI). O autor discute com outros colaboradores fazendo analogia ao conhecimento mobilizado e debatido de forma racional, por um grupo de pessoas que se dedicam a construção de uma representação para uma situação problema, integrando pelo menos dois conhecimentos disciplinares distintos. O resultado deste debate racional possibilita emergir uma representação de um oceano de ignorância (MAINGAIN, DUFOUR E FOUREZ, 2008, p. 71).

A ferramenta de transposição e de planificação didática da metodologia proposta para construção desta Ilha de racionalidade é esquematizado na Figura 1.



Fonte 1: adaptada de Silva e Errobidart (2019, p. 52)

A ferramenta de transposição, concebida para o planejamento de práticas interdisciplinares, é uma metodologia transferível apresentada por Maingain, Dufour e Fourez (2008) em cinco etapas: negociar e problematizar o problema; fazer emergir o clichê; estabelecer o panorama espontâneo; proceder as investigações; construir a representação interdisciplinar.

## Proposta de planificação de uma prática interdisciplinar

No decorrer da Iniciação Científica a qual resultou no trabalho intitulado ‘A integração de conhecimentos disciplinares da física na resolução de situações problemas’ vivenciamos momentos de estudos sobre o referencial teórico e metodológico referente a interdisciplinaridade e sua prática em sala de aula. Realizamos com os demais integrantes do GINPEC a leitura e discussão de capítulos do livro *Abordagens didáticas da interdisciplinaridade* (MAIGAIN, DUFOUR e FOUREZ, 2008)

Paralelo aos estudos no GINPEC, eu e mais dois estudantes do curso de física licenciatura, que também faziam Iniciação Científica com minha orientadora, vivenciamos o percurso interdisciplinar a partir de uma situação-problema, sugerida pelos integrantes do grupo de estudo. Como utilizamos o aparelho celular no nosso cotidiano?

Para efetuar a problematização a professora orientadora do percurso interdisciplinar construiu uma história em quadrinhos ilustrada na Figura 2 .

Figura 2 – Problematização da situação problema sobre o uso do celular.

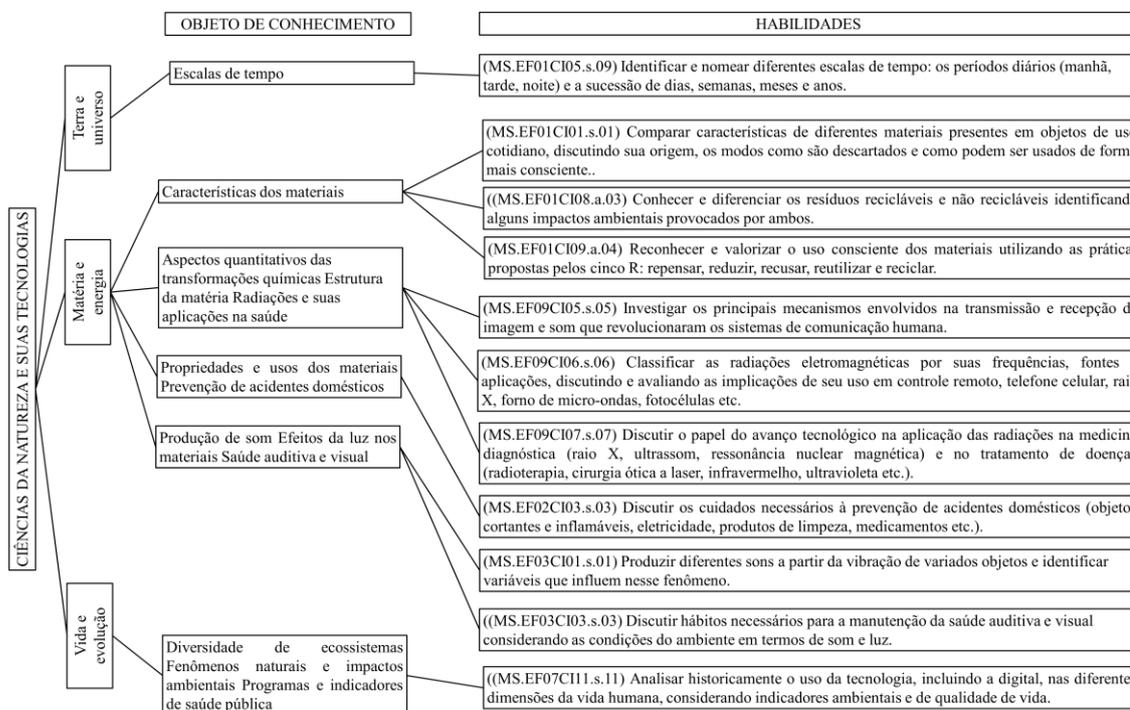


Fonte 2: Autores.

Os quadrinhos foram empregados na problematização e levantamento de ideias sobre a situação problema, efetivando assim a etapa clichê, iniciando as demais etapas para construção da representação interdisciplinar, segundo Gerard Fourez, explicitados na Figura 1.

Na etapa do panorama espontâneo fizemos o emprego de uma grelha para mapear os objetos de conhecimento e habilidades que poderiam ser contemplados no percurso interdisciplinar indicados na Figura 3. Eles são indicados na BNCC e incorporados no Referencial Curricular da Rede Estadual de Ensino.

**Figura 3 - Mapeamento de objetos de conhecimento de Ciências e habilidades listadas no Currículo de Referência**



Fonte 3: autores

Consideramos importante que a prática interdisciplinar atenda competências como as indicadas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Ressaltamos a necessidade de

[...] compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BRASIL, 2018, p. 9)

Na etapa de negociação levamos em consideração que o público-alvo ou participantes do percurso interdisciplinar seriam professores e estudantes do ensino médio.

Considerando que os professores que podem reconstruir a representação interdisciplinar lecionam disciplinas de ciências da natureza apresentamos a síntese parcial construída após abertura de duas caixas pretas: uma sobre o funcionamento do celular, a física da propagação de um sinal de celular Caixa preta de Obsolescência programada .

### **Caixa preta do funcionamento do aparelho celular**

Ao final do século XIX, em 1876, Alexandre Graham Bell e Thomas Watson realizaram aquilo que podemos considerar como sendo a primeira inovação tecnológica no ramo de comunicações: uma ligação telefônica. Iniciando assim uma diversidade de avanços tecnológicos na área da comunicação à distância, que permanece em crescimento até os tempos modernos. Contribuiu para a evolução da comunicação a construção de conhecimentos produzida por Heinrich Hertz e colaboradores, relacionada aos estudos das ondas eletromagnéticas.

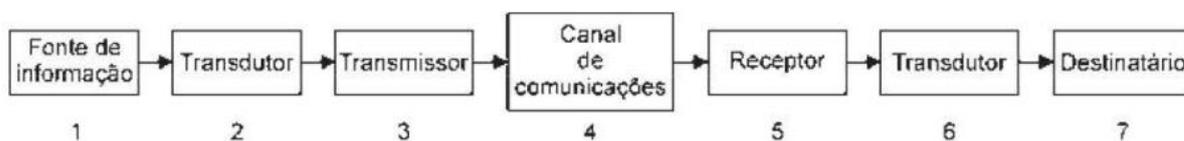
No século XX, foi apresentado para a comunidade científica um sistema de comunicação produzido por pesquisadores que trabalhavam no laboratório Bell Company. Neste sistema, cada uma das antenas representava uma célula e possibilitava a comunicação móvel que passou a ser utilizada, por exemplo, nos automóveis de abastados norte-americanos (DUTRA, 2016).

Apesar da invenção advir da Bell Company, o avanço para a rede sem fio pela ligação entre dois celulares se deu devido a empresa Motorola, em 1973, quando Martin Cooper demonstrou em Nova Iorque o princípio da tecnologia móvel. E em seguida em 1983 e 1994, foram produzidos os primeiros celulares (DynaTac) pela Motorola, os conhecidos “tijolos” por consequência do tamanho, e peso, onde a bateria também não ultrapassava mais de trinta minutos. Desde a primeira demonstração em 1973, foi na década de 1990, que o mercado para consumo de celulares teve um grande avanço. Utilizado por adultos com a função de receber e realizar chamadas, com os modelos de “tijolo” eram muito caros, e sendo assim apenas as classes mais

altas tinham acesso ao aparelho. Esses aparelhos eram de maioria com contas mensais e não tinham muitas funções, em alguns casos as linhas chegavam a custar até vinte mil dólares (DUTRA, 2016).

Para poder compreender como funciona a comunicação entre os aparelhos celulares, é necessário compreender como se dá o funcionamento para comunicação de vários aparelhos para a comunicação final entre dois aparelhos. Conforme apresentado na Figura 4, descrito por Medeiros, 2016:

**Figura 4 - Diagrama em blocos de um sistema de comunicações analógicas.**



**Fonte 4: (MEDEIROS, 2016, p. 20).**

Conforme é possível analisar na Figura 4, vemos a necessidade de sete aparelhos para que haja a comunicação entre uma pessoa localizada na extremidade 1 (fonte da informação) com a pessoa da extremidade 7 (destinatário). Na Figura 4, dentro dos sete quadros observamos, no primeiro, a indicação da fonte de informação, dispositivo que tem a função de ser a geradora da mensagem, pois ele recebe o sinal sonoro emitido pela pessoa que faz uma ligação. Em uma caixa posterior temos um transdutor, que tem a função transformar a energia sonora, produzida pela voz do emissor, em sinal elétrico ao passar pelo microfone (transdutor), sendo modificado para sinal de forma analógico.

Em seguida se tem o transmissor que é uma parte do circuito interno do telefone encarregada de fornecer a potência necessária ao sinal elétrico, para que ele percorra os fios que compõem o canal de comunicação, que liga o transmissor ao receptor da ligação. Visualizamos esse canal de comunicações, por meio dos fios telefônicos, pendurados nos postes de energia elétrica, distribuídos pelas cidades.

O receptor é a parte do circuito interno de um telefone que recebe os sinais elétricos que passaram pelos fios dos canais de comunicação e chegaram até o transdutor de recepção. Esse dispositivo exerce a mesma função do transdutor indicado no quadro 2, mas realizando um processo inverso, ou seja, transforma os

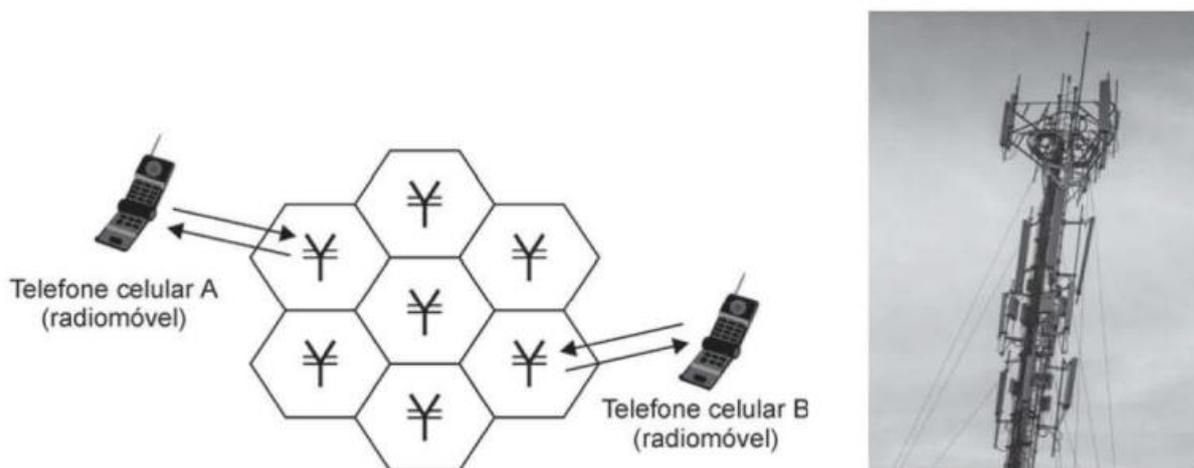
pulsos elétricos em ondas mecânicas, assim produzindo o som da voz da pessoa que efetuou a ligação recebida pelo destinatário (MEDEIROS, 2016).

A comunicação representada pelo sistema esquematizado na Figura 4, além de precisar de dispositivos potentes para a transmissão do sinal elétrico (analogico) pelos fios da rede telefônica, ainda tinha o problema de ser fixo, pois era cabeado. Com o passar dos tempos e o desenvolvimento tecnológico esse dispositivo passou a integrar o aparelho telefônico e o sinal deixou de ser analógico e passou a ser digital.

O processo presente na Figura 4, era um processo que exigia muita potência dos aparelhos de transmissão, o grande avanço no campo das telecomunicações foi deixar de precisar desses aparelhos, levando a um sistema de telefonia móvel com canal de comunicações em espaço vazio, ou seja, um sistema de comunicações sem fio (MEDEIROS, 2016).

O sistema de telefonia móvel celular, acontece por meio de comunicações sem fio, que tem uma composição de rádios móveis, terminais de usuários (celulares), e as ERB (Figura 5), estações de rádio base, que são fixas, que não necessariamente tem o mesmo perímetro de cobertura.

**Figura 5 - Células com ERBs do sistema de telefonia móvel celular. (à esquerda); Torre de ERB com antenas (à direita)**



**Fonte 5: (MEDEIROS, 2016, p. 24)**

Essa ERB (apresentada na Figura 5), tem a função de cobrir uma determinada área ou célula do sistema. Que por sua vez é controlada pela CCC, central de comutação e controle, que realiza comutação (processo de interligar dois ou mais pontos entre si) das ligações e dados, e controla todas as ERB. Desse modo, o

telefone celular é então um radiotransceptor, ou seja, recebe e transmite informação. Lembrando que mesmo quando não está ativo, o aparelho celular ainda envia sinais à ERB, para informar sua presença nas células em que se localiza.

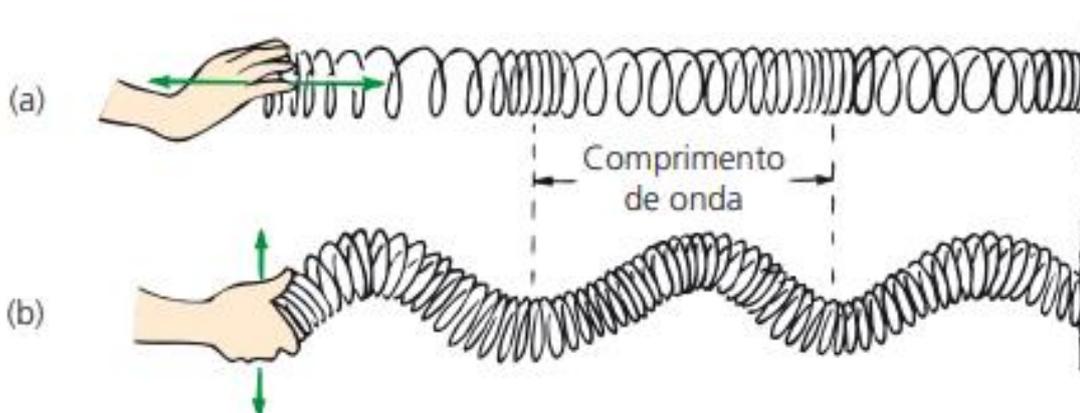
### Caixa preta da física

Na física, uma onda tem uma natureza que pode ser caracterizada como uma vibração que se propaga em um meio material ou no vácuo, tendo como característica o transporte apenas de energia, ou seja, uma onda não transporta matéria (HEWITT, 2015).

O conceito de onda está diretamente ligado com uma vibração ou oscilação. Qualquer corpo capaz de provocar uma vibração que se propague no espaço pode ser denominado como uma fonte. Portanto uma fonte de onda é algo que está vibrando ou oscilando (HEWITT, 2015).

Na Figura 6, a fonte que produz a vibração que se propaga na mola é a mão da pessoa.

**Figura 6 – (a) onda longitudinal, (b) onda Transversal.**

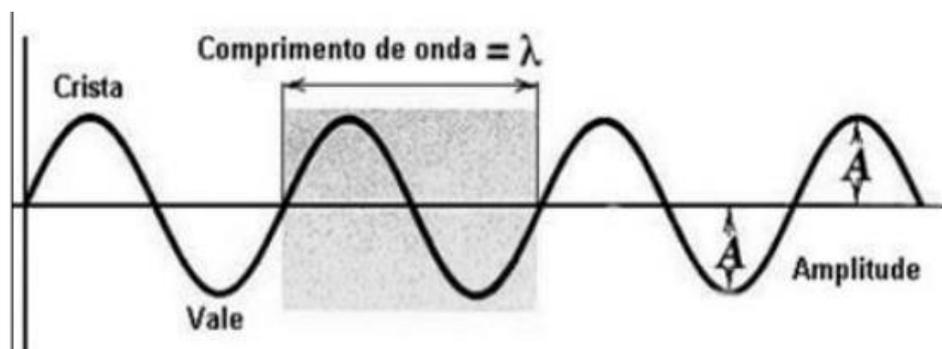


**Fonte 6: Hewitt, (2015, p. 361)**

Na figura 6 (a) a mão provoca uma vibração na mola, na mesma direção em que a energia se propaga por ela, ou seja, provoca um vai e vem na direção horizontal e a vibração se propaga também na horizontal. Essa forma de vibração caracteriza uma onda como longitudinal.

Na figura 6 (b) a vibração é produzida com um vai e vem na direção vertical, mas a propagação da energia na mola ocorre na direção horizontal, o que caracteriza uma onda transversal.

Figura 7 - Representação de comprimento de onda, e amplitude de uma onda transversal.



Fonte 7: (ERROBIDART, 2010, p. 42)

Nas duas imagens é possível observar o comprimento de onda descrito em cada tipo de propagação, que nada mais é o comprimento de uma onda completa como é possível observar na Figura 7; período ( $\lambda$ ), que é o tempo necessário para que a onda faça um comprimento de onda completo representado na Figura 7; frequência, que é o número de oscilações que a onda faz a cada segundo, conhecido também como o inverso do período; Amplitude, que é a altura da onda, sendo percebida pelas cristas da onda (parte mais alta) e os ventres (parte mais baixa da onda); sua velocidade que está ligada a uma oscilação completa da fonte que gera um comprimento de onda e ao quão rápido ocorre essa oscilação.

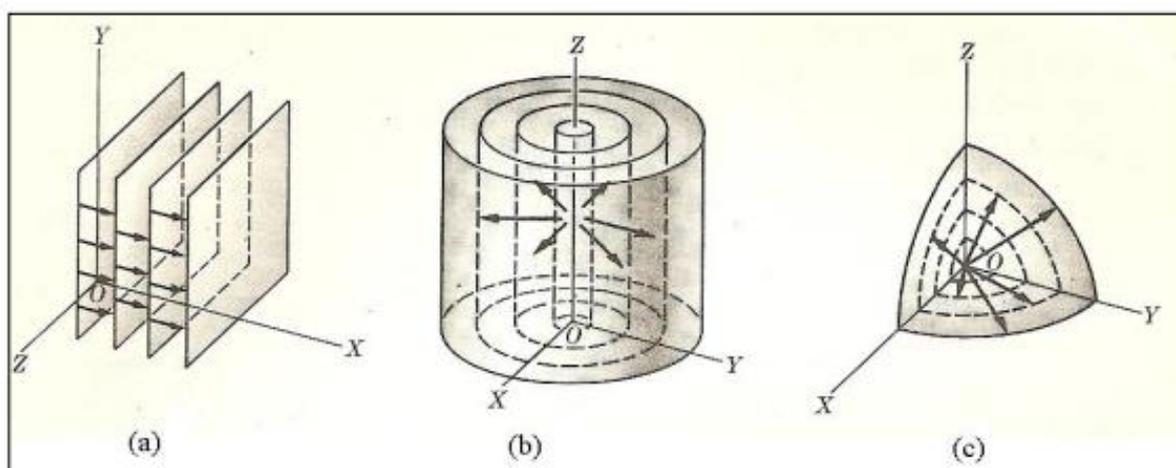
Tendo em vista as características gerais de uma onda, é importante conhecer também os diferentes tipos de ondas da natureza, tendo várias formas de se classificar uma onda.

Uma maneira de se classificar seria quanto à direção de propagação da energia na onda, ela pode se propagar em uma única direção (unidimensional); em duas direções, como em um plano (bidimensional), e em três direções, como no espaço tridimensional (YOUNG e FREEDMAN, 2008).

Outra maneira de se classificar as ondas seria quanto à direção de vibração, ela pode ser transversal, na qual as oscilações são perpendiculares ou transversais à direção de propagação como é possível observar na Figura 8(b), ou pode ser

longitudinal, na qual as oscilações ocorrem na mesma direção da propagação também sendo apresentada na Figura 8(a). Uma outra forma de classificação de uma onda é quanto a sua natureza, sendo as mais conhecidas: as ondas mecânicas e as ondas eletromagnéticas (YOUNG e FREEDMAN, 2008)

**Figura 8 – Frente de ondas (a) onda plana, (b) onda cilíndrica, (c) onda esférica**



**Fonte 8: (ERROBIDART, 2010, p. 40)**

As ondas mecânicas são perturbações que ocorre em um meio, ou seja, ondas mecânicas. À medida que essa certa onda se propaga em um meio seja o ar, água, uma corda, ela perturba as moléculas naquele meio, gerando o deslocamento das demais moléculas (YOUNG e FREEDMAN, 2008). Um exemplo de onda mecânica que estamos sempre observando é o som, que nada mais é do que uma onda longitudinal que se propaga em um meio, no caso mais rotineiro para todos seria o ar.

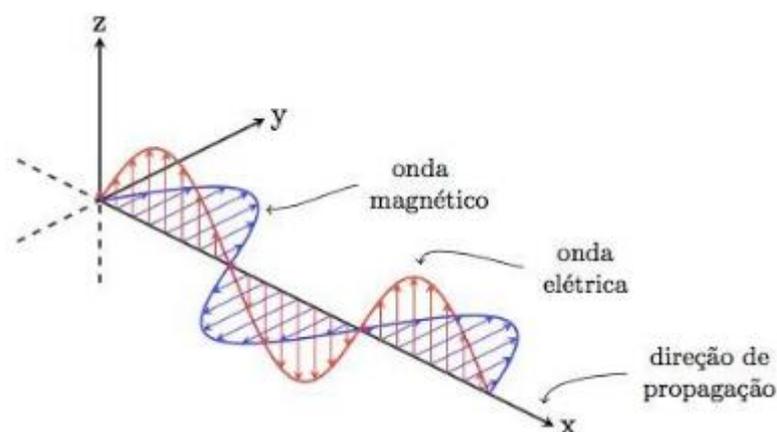
Já as ondas eletromagnéticas que foram objetos de estudo no século XIX, pelos físicos James Clerk Maxuell que discutiam os sistemas de carga elétrica para problemas eletrostáticos, e sistema de magnéticos utilizando corrente. E que tinham sempre dimensões diferentes, mas a dimensão da razão entre essas duas grandezas era igual a dimensão da velocidade, e que coincidentemente tinha um valor escalar muito próximo do da velocidade da luz de  $3,0 \cdot 10^8 m/s$ . Mas os estudiosos da época não conseguiram explicar explicitamente o porquê dessa razão. (YOUNG & FREEDMAN, Física 3, 2009).

James Clerk Maxuell (1831-1879) comprovou que uma perturbação eletromagnética era capaz de percorrer no vácuo com velocidade igual a velocidade

da luz, de  $3,0 \cdot 10^8 m/s$ , constatando também que a luz muito provavelmente também seria uma onda eletromagnética.

E assim chegou-se nas excentricidades das ondas eletromagnéticas que diferentemente das mecânicas não necessitam de um meio material para se propagar, serão sempre ondas transversais, e existem duas diferentes direções de oscilação da propagação da onda, onde se está presente o campo elétrico na onda em vermelho nos eixos XY, e o campo magnético nos eixos XZ, sempre ambas sendo propagadas em conjunto a todo instante, ou seja estão em fase conforme descrito na Figura 9. Como exemplo é possível perceber as ondas eletromagnéticas, através da luz de uma estrela que percebemos pela noite ao olhar para o céu, a luz como onda viajou através do espaço no vácuo, até atingir nossos olhos e percebemos como luz (YOUNG e FREEDMAN, 2009).

**Figura 9 – Representação de uma onda eletromagnética**

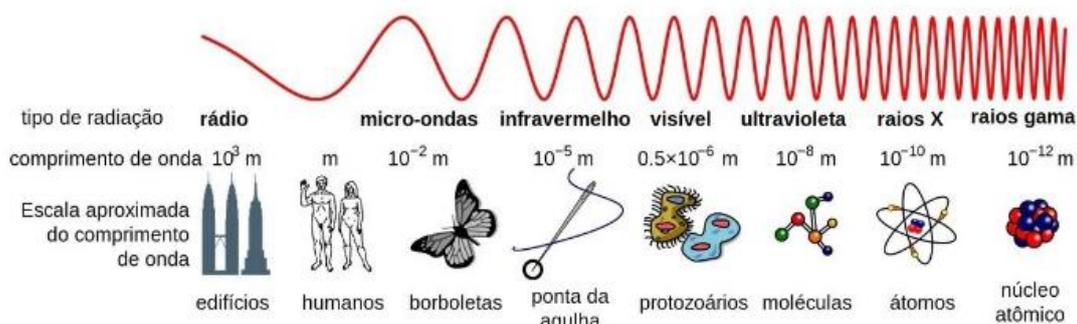


**Fonte 9: SCHROPFER, 2019, p. 11.**

Conforme dito que uma onda mecânica necessita de um pulso para se iniciar, de certo modo na onda eletromagnética também é necessário um “pulso”. A partir de suas equações, Maxwell conseguiu constatar que uma carga puntiforme em repouso produz um campo elétrico, mas não gera nada de campo magnético. Mas uma carga puntiforme acelerada produz tanto um campo elétrico quanto um campo magnético. Portanto as equações de Maxwell podem ser utilizadas para mostrar que uma carga puntiforme quando acelerada (um “pulso” produz ondas eletromagnéticas. Sendo assim toda carga acelerada irradia ondas eletromagnéticas (YOUNG e FREEDMAN, 2009).

Pelas equações de Maxwell, e o desenvolvimento dos estudos de eletromagnetismo com o passar dos anos, foi possível determinar espectro eletromagnético, presente na Figura 10, mostrando a classificação das ondas eletromagnética para diferentes comprimentos de onda.

**Figura 10 – Gráfico de comparação**



**Fonte 10: (SCHROPFER, 2019, p.13).**

É possível perceber que ondas de ultravioleta se equiparam ao tamanho das moléculas, de proporção de  $10^{-8}$  metros. E as ondas presentes nas comunicações dos aparelhos celulares, as quais nos interessam a este trabalho, estão presentes no espectro entre as ondas de rádio e micro-ondas, de proporção de  $10^3$  metros a  $10^{-2}$  metros. (SCHROPFER, 2019).

## Caixa preta de Obsolescência programada

### O que as pesquisas indicam

Analisando os textos advindos do filtro na plataforma Google acadêmico com “obsolescência programada and smartphone” entre os anos de 2017 a 2022, foi encontrado um total de seis trabalhos. Contudo ao se analisar os trabalhos e tendo como critério de exclusão o uso do conceito de obsolescência programada com uso em aparelhos celulares, ou eletrônicos, foi possível determinar que apenas um entre os seis trabalhos atendeu ao critério desejado, conforme apresentado a seguir.

Obsolescência Programada é a decisão do produtor de fabricar e fornecer um produto para o mercado consumidor que se torne obsoleto ou não-funcional especificamente para forçar o consumidor a comprar a nova geração do produto.

(BARÃO; SOARES. 2020). Segundo Rossini e Napolini (2017), os produtos fornecidos para o consumidor podem se tornar obsoletos por três fatores:

- Função: se concretiza pelo fato de outro produto executar melhor a função que o existente;
- Qualidade: quando o produto é desenvolvido com uma vida útil menor que o tempo normal dos produtos similares;
- Desejabilidade: embora o produto esteja em perfeito estado de conservação e desempenho acaba se tornando defasado em relação a outro aparelho recém-lançado no mercado.

Com a evolução tecnológica, esses fatores ficam mais rápidos a cada momento. Atualmente, é mais simples de se observar a ideia com forma definida, pelos produtos em que compramos atualmente, mas como se deu o início desse conceito? Fez sentido?

O conceito de Obsolescência Programada vem sendo discutido desde sua aparição no período da revolução industrial. Sua primeira aparição na história se deu por volta de 1920, quando as indústrias tiveram a ideia de que um produto que dura muito tempo, não daria um lucro significativo. Desta maneira, a primeira vítima conhecida foi a lâmpada elétrica, que em primeiro momento era para durar cerca de 2500 horas, contudo esse período foi firmado para 1000 horas, de modo que o consumidor deva efetuar a compra de uma nova lâmpada dentro um período de tempo muito menor, do que deveria. (BARÃO; SOARES. 2020)

O exemplo utilizado no parágrafo acima sobre as lâmpadas elétricas, se deu pelo Cartel de Phoebus, criado especificamente para controlar a fabricação e venda das lâmpadas elétricas, “Tudo que demora a se desgastar é ruim para os negócios” (PADILHA; BONIFÁCIO, 2013). Esse cartel foi um marco na história para com a obsolescência programada, pois, supostamente foi o primeiro a implementar a prática em grande escala. Pois acreditava-se que com o consumo aumentando, as fábricas produziram mais, aumentando ainda mais o consumo, diminuindo os custos, gerando empregos, de modo que os novos empregados poderiam continuar consumindo e assim mantendo o ciclo do comércio (BARÃO; SOARES. 2020).

Analisando pela perspectiva histórica, a obsolescência programada visava logicamente o lucro, porém, havia a desculpa de se gerar empregos para a sociedade. Contudo, o mesmo cartel citado acima, durou pouco tempo, sendo dissolvido por conta de concorrência externa. Sendo assim é possível constatar que não se fez uma boa ideia, e nem se teve o resultado esperado, pois apesar do planejado, o cartel se dissolveu. Pelos dias atuais, a ideia de obsolescência programada está muito mais ativa. Podemos enumerar inúmeros caso, mas iremos explicitar apenas alguns, de maneira que seja o mais prático possível.

Dentre os artigos lidos, para a elaboração deste texto, houve dois exemplos muito práticos, e que de fato aconteceram. O primeiro, acredito que já deva ter atingido boa parte da sociedade que faz uso da mesma.

Em determinado momento, um estudante faz uso de sua impressora, e a mesma simplesmente para de funcionar, e aparece como aviso no computador do estudante que a impressora está com problemas de hardware e não pode proceder com as impressões. O estudante então tenta entrar em contato com uma empresa de concerto para averiguar seu caso. Ao ser atendido, a empresa prestadora do serviço avisa ao estudante que, o problema que ocorre em sua impressora, é de apenas um chip que serve para contar o número de impressões que a impressora deve fazer, e após um determinado número de impressões a mesma pararia de funcionar. E que o mesmo chip para troca estaria em falta, ou caso tivesse em estoque seria mais caro que uma impressora nova com novos recursos. O estudante abismado, entrou em contato com a empresa responsável pela própria impressora, porém a mesma alertou que o chip não se encontrava em estoque, e que seria mais interessante comprar uma impressora nova, e com novos recursos pois iria valer praticamente o mesmo preço. O estudante então questionou, o porquê de o chip fazer a contagem, e após o número X, a impressora parar, pois isso não fazia sentido, já que a mesma se encontrava em perfeito estado. A empresa então disse que o chip seria apenas para controle de qualidade e pesquisa, para melhor atender seus consumidores. (BARÃO; SOARES. 2020).

O segundo exemplo, e mais público é sobre o processo que a famosa empresa de tecnologia Apple recebeu na França. A empresa Apple foi condenada pelo órgão de defesa do consumidor francês a pagar 118 milhões por ter deixado os modelos

mais antigos de seus celulares propositalmente mais lentos. A empresa justifica o desaceleramento dos aparelhos antigos como forma de prolongar a duração da bateria. Contudo, alguns acusaram a empresa de praticar a obsolescência programada, piorando propositalmente os modelos antigos, impulsionando assim a venda dos novos lançamentos. (BARÃO; SOARES. 2020).

Observando os dois exemplos citados acima, da impressora, e sobre o processo da empresa Apple, é possível observar, que ambas têm em comum. Apenas o lucro. Ignorando os direitos do consumidor, e a ética com o meio ambiente. Pois é notório, que a velocidade com que a tecnologia evolui atualmente é assustadora. E consequentemente o lixo eletrônico também aumenta. A política das empresas para com o meio ambiente é um total descaso, tomando como exemplo os dois casos explicitados acima, uma impressora que se torna obsoleta por conta de um minúsculo chip de contagem, acarreta um lixo inorgânico enorme, levando isso em conta com apenas uma impressora, agora pensando por um momento, a proporção absurda de lixo que é feito por conta dessa simples peça, a um número podendo ser imensurável nos dias atuais, por ser um aparelho muito utilizado, tanto por empresas, como em casas comuns. Mais absurdo ainda, o caso com celulares. Pense por um minuto, na atualidade, literalmente todo mundo tem um aparelho celular, salvo em raríssimas exceções. Se a cada ano a empresa que fabrica celulares, (pois apenas uma foi autuada publicamente) querer mudar propositalmente os sistemas de celulares para que fiquem obsoletos, a ponto de serem inutilizáveis, forçando os consumidores a comprar um celular mais recente. Os celulares ditos como obsoletos, em sua grande maioria seria descartada simplesmente como lixo, enquanto uma pequena porcentagem tentaria vender, ou se desfazer corretamente do aparelho.

De qualquer maneira, é possível observar o acúmulo absurdo de lixo que iria se acarretar devido a essas práticas mencionadas, citando claramente que o celular é um objeto que ocorre absurdamente esse “problema”.

## **Considerações Finais**

A proposta apresentada neste trabalho de conclusão de curso era de discutir a prática da interdisciplinaridade a partir do emprego da metodologia proposta por Gerard Fourez, para a construção de representações interdisciplinares.

Para justificar a importância do trabalho realizamos uma busca na literatura da área de ensino e identificamos uma carência de proposições práticas, principalmente se uma das especialidades está relacionada com o conhecimento disciplinar da física.

Apresentamos uma proposta de situação problema que possibilita um professor de ciências discutir o uso do celular na sociedade atual, abrindo caixas pretas de três especialidades: a física, comunicações e aspectos sociais.

Sugerimos que a construção de uma síntese final faça uso das informações coletadas nas três caixas pretas abertas, empregando imagens, texto verbal e oral.

## Referências

- AMARAL, L. C. Z.; FREITAS, R. C.; CAVALCANTI, J. J'axo uma proposta interdisciplinar para discutir problemas ambientais. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO, TECNOLOGIA E SOCIEDADE: ENSINO HÍBRIDO. 24º, 12 a 18 de novembro de 2019.
- ANJOS, N. C.; SOUZA, A. M. P. A percepção sobre o trabalho em equipe multiprofissional dos trabalhadores de um Centro de Atenção Psicossocial em Salvador, Bahia, Brasil. **Interface-Comunicação, Saúde, Educação**, v. 21, p. 63-76, 2016.
- BERNARDO, C. H. C.; MORALES, A. G.; JUNQUEIRA, L. F.; SATOLO, V. P. X. Parceria docente e discente para o exercício interdisciplinar: um estudo de caso sobre o trabalho interdisciplinar orientado. **Atos de Pesquisa em Educação**, v. 13, n.2, p.374-393 mai./ago. 2018.
- BISPO, E. P. F.; TAVARES, C. H. F.; TOMAZ, J. M. T. Interdisciplinaridade no ensino em saúde: o olhar do preceptor na Saúde da Família. **Interface-Comunicação, Saúde, Educação**, v. 18, p. 337-350, 2014.
- BRITTO, N. S.; SILVA, T. G. R. Educação do Campo: formação em ciências da natureza e o estudo da realidade. **Educação & Realidade**, v. 40, p. 763-784, 2015.
- CARLESSO, J. P.; NETO, L. C. B. T. As Contribuições de um Planejamento Interdisciplinar com Temáticas de Ciências no Desempenho de Alunos com Dificuldades de Aprendizagem. **Contexto & Educação**, v. 33, n. 104, Jan, Abr. 2018
- COELHO, S. M.; MACHADO G.S.; Acústica e música: uma abordagem metodológica para explorar sons emitidos por tubos sonoros. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 1, p. 207-222, abr. 2015.
- CRUZ, R. M. V. C.; NEY, W. G.; MACHADO, T. A.; Astroquímica no curso de licenciatura em ciências da natureza: uma abordagem interdisciplinar entre física, química e biologia. **Revista de educação, ciências e matemática**, v. 8, n.3, p. 77 – 87, set/dez 2018.
- DREY, R. F. Calvin e as exatas: uma proposta interdisciplinar com o uso do gênero tira seriada de história em quadrinhos no ensino técnico. **Ensino em Re-Vista**, v. 24, n.1, p. 102-130, jan-jun, 2017, Uberlândia – MG.
- DUTRA, flora. A história do telefone celular como distinção social no Brasil. Da elite empresarial ao consumo da classe popular. **Revista Brasileira de História da Mídia**, v. 5, n.2, jul-dez 2016.
- ERROBIDART, H. A.; **A utilização de dispositivos experimentais para ensinar ondas**. Orientador(a): Dr. Shirley Takeco Gobara. 2010. Dissertação (mestrado) – Mestrado em ensino de ciências, UFMS, Campo Grande, MS. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/1615>
- FAZENDA, I.; **Didática e interdisciplinaridade**. 13ª Edição. Papyrus Editora, 1998.

FORTES, C. C.; Interdisciplinaridade: origem, conceito e valor. **Revista acadêmica Senac on-line**. 6ª ed. setembro-novembro, 2009.

GARCIA, C. K.; SALGADO, T. D. M. O nome da rosa: uma oficina interdisciplinar sobre a obra de Umberto Eco em um curso pré-vestibular popular. **Interfaces da educação**, v.11, n.33, p. 324-344, 2020

GÓES, A. C. S.; BORIM, D. C. D. E.; KAUFMAN, D.; SANTOS, A. C. C.; SIQUEIRA, A. E.; VALLIM, M. A.; A obra Admirável mundo novo no ensino interdisciplinar: fonte de reflexões sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 24, n. 3, p. 563-580, 2018.

HARTMANN, A. M.; ZIMMERMANN, E. O trabalho interdisciplinar no ensino médio: a reaproximação de “duas culturas”. **Revista brasileira de pesquisa em educação em ciências**, v. 7, n.2, 2007.

HEWITT, Paul. **Física Conceitual**. 12º edição. Bookman Editora, 2015.

JUNIOR, G. A. B.; SOARES, N. M. Obsolescência programada: produtos com hora marcada para morrer. **Interface tecnológica**. v. 17 n. 1 p. 648-660, Taquaritinga – SP (2020)

KLEEMANN, R.; PETRY, V. J. Desenvolvimento de um exercício de imaginação pedagógica a partir de uma proposta metodológica interdisciplinar. **Investigações em ensino de ciências**, v. 25, n.3, p. 232-251, dez-2020

MACHADO, V. B. O longo caminho da interdisciplinaridade: relato de experiência. **Revista eletrônica de educação**, v.7, n. 1, p. 416-432. Mai 2013.

MAINGAIN, A.; DUFOUR, B.; FOUREZ, G.; **Abordagens Didáticas da Interdisciplinaridade**. Tradução de Joana Chaves. Lisboa: Instituto Piaget, 2008.

MARQUES, K, C, D; ESPÍNDOLA, I. S; SAUERWEIN, I. P. S. A utilização do moodle e facebook em um projeto interdisciplinar na formação inicial de professores das ciências da natureza e matemática. In, SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO, TECNOLOGIA E SOCIEDADE. 23º, 06 a 16 de novembro, 2018.

MARQUES, K. C. D.; ESPÍNDOLA, I. S.; SAUERWEIN, I. P. S. Teias interdisciplinares: a infindável construção dos fios da interdisciplinaridade na formação inicial de professores de ciências da natureza e matemática. **Revista de ensino de ciências e matemática**, v. 11, n. 7, p. 379-398, nov. 2020

MEDEIROS, J. C. O. **Princípios de Telecomunicações Teoria e prática**. Editora Érica: São Paulo, 2016.

NUNES, I. C.; NITZ, A. L.; FAGUNDES, A. B.; PEREIRA, d.; BEUREN, F. H. Impactos sociais, ambientais e econômicos do lixo eletrônico: uma revisão na literatura visando um sistema produto-serviço. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 37º. 2017, Joinville – SC

PAIVA, K. C. M. et al. Competências profissionais e interdisciplinaridade no Direito: percepções de discentes de uma faculdade particular mineira. **Educação e Pesquisa**, v. 37, p. 355-373, 2011.

PELEIAS, I. R. et al. Interdisciplinaridade no ensino superior: análise da percepção de professores de controladoria em cursos de ciências contábeis na cidade de São Paulo. Avaliação: **Revista da Avaliação da Educação Superior** (Campinas), v. 16, p. 499-532, 2011.

RIOS, D. R. S.; SOUSA, D. A. B.; CAPUTO, C. M. Diálogos interprofissionais e interdisciplinares na prática extensionista: o caminho para a inserção do conceito ampliado de saúde na formação acadêmica. **Interface**, Salvador, 12 de abril de 2019

SÁ, M. D. Z.; CEDRAN, J. C.; PIAI, D. Modelo de integração em sala de aula: drogas como mote da interdisciplinaridade. **Ciência & educação**, v. 18, n. 3, p. 613-621, 2012.

SANTOS, G.; COELHO, M. T. A. D.; FERNANDES, S. A. F.; A produção científica sobre a interdisciplinaridade: uma revisão integrativa. **Educação em revista**, Belo horizonte, 17 de maio de 2020.

SANTOS-JUNIOR, R.J.; FISCHER, M.L.; A vulnerabilidade do professor diante dos desafios da educação ambiental. **SciELO**, Brasil, 06 de agosto de 2020

SCHROPFER, C. **A física por trás dos meios de transmissão da internet**. Orientador: Prof. Dr. Ney M. Barraz Junior. 21 p. , grau em Física-licenciatura da Universidade Federal da Fronteira Sul, Campo Largo, 2019

SEVALHO, G. O" homem dos riscos" e o" homem lento" e a teorização sobre o risco epidemiológico em tempos de globalização. **Interface-Comunicação, Saúde, Educação**, v. 16, p. 07-20, 2012.

SILVA, J. C.; ROTTA, R.; GARCIA, I. K. Avaliação da aprendizagem em uma prova interdisciplinar sobre física térmica. **Araté**, v. 13, n.27, jan-jul 2020, Manaus.

SILVA, J. C.; ROTTA, R.; GARCIA, I. K. O forno solar como ponte entre a física e o conforto das edificações. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, p. 345-366, ago. 2018.

SILVA, M. M.; CARVALHO, R. S. M.; FREITAS, M. B.; Bioimpedância para avaliação da composição corporal: uma proposta didático-experimental para estudantes da área da saúde. **Revista brasileira de ensino de física**, v. 41, n 2, São Paulo, SP, 25 de outubro de 2018.

SILVA, M. Um estudo interdisciplinar de aspectos do sistema solo/ planta a partir de uma abordagem investigativa no ensino de química. **Revista Interdisciplinaridade**, n. 10, p. 59-80, abr. São Paulo 2017.

SILVEIRA, J. C.; CASSIANI, S.; LINSINGEN, I. V.; Escrita e autoria em texto de iniciação científica no ensino fundamental: uma outra relação com o saber é possível? **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 24, n. 1, p. 9-25, 2018.

SOUSA, I. F.; BASTOS, P. R. H. O. Interdisciplinaridade e formação na área de farmácia. **Trabalho, Educação e Saúde**, v. 14, p. 97-117, 2016.

STADLER, J. P. et al. O perfil das questões de ciências naturais do novo Enem: interdisciplinaridade ou contextualização?. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 23, p. 391-402, 2017.

TAVARES, M.; GOMES, S.; Fundamentos epistemológicos da matriz institucional dos novos modelos de educação superior no Brasil: uma abordagem qualitativa dos documentos institucionais da universidade federal do ABC. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 39, nº. 144, p.634-651, jul.-set., 2018

TELES, A. A.; ZAGALO, S. A.; ZAMIGMAN, G.; FONSECA, S. F.; SAITO, C. H.; A utilização de mapas conceituais para integração interdisciplinar de subprojetos de pesquisa sobre serviços ecossistemas providos pelas matas ripárias. **Revista Interdisciplinaridade**, n. 1 2, p. 47-65, abr. São Paulo 2018.

TOLEDO, R. F.; GIATTI, L. L.; JACOBI, P. R. A pesquisa-ação em estudos interdisciplinares: análise de critérios que só a prática pode revelar. **Interface-Comunicação, Saúde, Educação**, v. 18, p. 633-646, 2014

VIEIRA, A. A. N. et al. Metodologia Científica no Brasil: ensino e interdisciplinaridade. **Educação & Realidade**, v. 42, p. 237-260, 2017. OCAMPO, Daniel Morin; SANTOS, Marcelli Evans Telles dos; FOLMER, Vanderlei. A Interdisciplinaridade no Ensino É Possível? Prós e contras na perspectiva de professores de Matemática. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 30, p. 1014-1030, 2016.

VISINTAINER, D. S. R.; SOARES, F. A. A. O desenvolvimento de estratégias de ensino para promoção de saúde na formação docente continuada. **Revista contexto & educação**, v. 34, n. 109, p. 52-73, set/dez 2019.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A.. Física II – Eletromagnetismo. 12º edição. Pearson: São Paulo, 2008.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A.. Física III – Eletromagnetismo. 12º edição. Pearson: São Paulo, 2009.