

PERCEPÇÕES DE ESTUDANTES DE FÍSICA SOBRE TRÊS ESTUDOS DE CASO: UMA ANÁLISE ORIENTADA PELO MODELO DE TOMADA DE DECISÃO DE KORTLAND

STUDENTS PHYSICS PERCEPTIONS OF THREE CASE STUDIES: AN ANALYSIS GUIDED BY KORTLAND DECISION-MAKING MODEL

Edmundo Rodrigues Junior

edmundor@ifes.edu.br

Instituto Federal do Espírito Santo

Cassiana Barreto Hygino Machado

cassiana.h.machado@iff.edu.br

Instituto Federal Fluminense

RESUMO

Os conceitos relacionados ao ensino de ciências muitas vezes são transmitidos de forma descontextualizada da realidade discente, levando-o a memorizar os conteúdos. Buscando melhorar esse cenário aplicamos a estudantes em formação continuada três estudos de caso com potencial sociocientífico. Os casos envolviam um planejamento de uma aula de física, a interferência entre os sinais de televisão e celular e o desenvolvimento de máquina térmica. A análise das percepções dos estudantes em relação aos casos foi orientada pelo modelo de tomada de decisão proposto por Kortland (1996). O modelo mostrou-se eficaz, pois permitiu que os estudantes destacassem aspectos ambientais e sociais tais como: preocupações com problema da emissão de gás carbônico pelas máquinas térmicas; possíveis efeitos biológicos das radiações emitidas pela radiação microonda advinda do celular; substituição do trabalho humano pelas máquinas e a necessidade de um envolvimento da família num planejamento de uma aula de física. Espera-se que este trabalho possa oferecer subsídios aos estudantes de pós-graduação para a criação e aplicação de seus próprios casos em sua prática em sala de aula.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de ciências; Formação continuada; Aspectos ambientais.

ABSTRACT

The concepts related to science teaching are often transmitted in a decontextualized way from the student's reality, leading him to memorize the contents. In order to improve this scenario, we applied three potential sociocientific case studies for students enrolled on in-service education. The cases involved planning a physics class, interference between television and cell phone signals and the development of a thermal machine. The analysis of students' perceptions in relation to cases was guided by decision-making model proposed by Kortland (1996). The model proved to be effective, as it allowed students to highlight environmental and social aspects such as: concerns about the problem of carbon dioxide emissions by thermal machines; possible biological effects of radiation emitted by microwave radiation from the cell phone; replacement of human work by machines and the need for family involvement in planning a physics class. It is hoped that this work can offer subsidies to graduate students for the creation and application of their own cases in their classroom practice.

KEYWORDS: Science education; Continuing education; Environmental aspects.

INTRODUÇÃO

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996) no seu artigo 67, inciso II assegura a importância da participação docente em cursos de formação continuada, pois, promove um “aperfeiçoamento profissional continuado, inclusive com licenciamento periódico remunerado para esse fim”. Já as diretrizes curriculares nacionais (BRASIL, 2001, p. 9) orientam que a formação docente “deva ser complementada ao longo da vida”. A Base Nacional Comum Curricular sugere que cabem as instituições de ensino em comum acordo com as famílias e a comunidade “criar e disponibilizar materiais de orientação para os professores, bem como manter processos permanentes de formação docente” (BRASIL, 2018, p. 17).

Assegurada à legislação, há de se pensar em alternativas para melhorar a qualidade das aulas ministradas. O cenário vigente da educação fomenta a reprodução acrítica dos conteúdos, o que desmotivam docentes e estudantes a pensarem e agirem de maneira diferente (MANFREDO; LOBATO, 2020). O ensino de ciências está inserido nesse contexto e muitas vezes seus conteúdos são transmitidos de forma descontextualizada da realidade discente, levando-o a memorizar os conteúdos e reproduzir em provas, aplicadas geralmente no final de uma unidade de ensino.

Com o objetivo de melhorar esse cenário, surgem a *Active Learning* ou aprendizagem ativa, entendida por Prince (2004, p. 1) como qualquer método instrucional que envolve os alunos no processo de aprendizagem. Ainda segundo o autor uma aula tendo como foco a aprendizagem ativa se difere de uma aula tradicional, na qual os alunos recebem passivamente informações de o instrutor.

Para operacionalizar a aprendizagem ativa, várias metodologias ativas de ensino têm sido apresentadas na literatura e utilizadas no ensino com diferentes públicos e contextos, tais como: Aprendizagem por Colegas (MAZUR, 2015), Sala de Aula Invertida (BERGMANN e SAMS, 2016); Arco de Maguarez (BERBEL, 2012; MONTEIRO; MARCELINO, 2018); Espiral Construtivista (LIMA, 2017); Problemas Abertos (EFTHIMIOU; LLEWELLYN, 2007; GREENLER 2015; OLIVEIRA; ARAÚJO; VEIT, 2017); Estudos de caso (LINHARES; REIS, 2008; SÁ; QUEIROZ, 2010; PRUD'HOMME-GÉNÉREUX, 2016; PRICE; ROGERS, 2016; HEIRRED, 2019).

Embasados nestas orientações foi realizado um trabalho em uma disciplina de uma pós-graduação *lato sensu* com base no método de estudo de caso. Neste, os discentes em grupos, deveriam analisar estudos de caso publicados na literatura, os quais já haviam sido aplicados com estudantes em outros contextos. A análise dos casos foi baseada no modelo de tomada de decisão de Kortland (1996). A partir das análises busca-se compreender: quais as percepções dos professores sobre os casos? Este trabalho pretende oferecer subsídios aos estudantes de pós-graduação para a criação e aplicação de seus próprios casos em sua prática em sala de aula.

DISCURSÕES TEÓRICAS

Estudos de caso como estratégia de ensino

Os Casos não são simplesmente narrativas para entretenimento, são histórias para educar (HERREID, 1997, p. 92). Os estudos de caso “é um método que oferece aos estudantes a oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem e investigar aspectos científicos e sociocientíficos, presentes em situações reais ou simuladas e de complexidade variável” (SÁ; QUEIROZ, 2010, p. 12). Ainda segundo as autoras, os casos são narrativas construídas para promover uma tomada de decisão do aluno mediante alguns dilemas encontrados pelas

peças (SÁ; QUEIROZ, 2010, p. 12).

Herreid (1998, p.163) destaca alguns aspectos a serem considerados para construir um bom caso, por exemplo: narrar uma história; despertar o interesse pela questão; ter uma questão a ser resolvida; ser atual; produzir empatia com os personagens centrais; ser relevante ao leitor; ter utilidade pedagógica e provocar um conflito.

Herreid (2018a) tomando como exemplo a ocupação da América nos mostra que o estudo de caso pode ser escrito na forma: de texto em primeira pessoa, texto argumentativo, texto negativo, texto com informações essenciais, texto em forma de carta oficial e, por último, texto em forma de diálogo. O Quadro 1 mostra exemplos destas narrativas.

Quadro 1: exemplos de narrativas de estudo de caso

NARRATIVAS	EXEMPLOS
Texto em primeira pessoa	Eu nunca acreditei muito na história contada pela minha esposa quando ela me disse, voltando para casa de aula sobre antropologia, que as pessoas da Sibéria foram os primeiros a se estabelecer na América [...] (HERREID, 2018a, p.34-tradução nossa)
Texto argumentativo	Por que alguém se importa quando as pessoas chegaram à América? Estamos aqui e isso é tudo que importa [...] (HERREID, 2018a, p.35- tradução nossa)
Texto negativo	Não eram chimpanzés nem gorilas, mas humanos; não era nem da Austrália, nem do Havaí, mas Sibéria; não foi por via aérea, nem por trenó guiado por cães, mas barco. (HERREID, 2018a, p.35, tradução nossa)
Texto com informações essenciais	Arqueólogos afirmam que o Homo sapiens colonizou as Américas [...] (HERREID, 2018a, p.35, tradução nossa)
Texto em forma de carta oficial	A quem possa interessar: Eu insisto em aconselhá-lo sobre os seguintes fatos dos quais sou uma testemunha interessada, mas imparcial: Eu pesquisei na literatura sobre a disputa sobre quando e quem foram os primeiros humanos entraram no Novo Mundo. (HERREID, 2018a, p.36, tradução nossa)
Texto em forma de diálogo	<p>-Você foi preso [...] aparentemente tentando roubar as ferramentas e ossos, recentemente divulgado como a evidência mais antiga de seres humanos nas Américas. Tu es acusado de entrar em uma janela depois que o museu foi fechado, consta acusações de vandalismo e transgressão. Você entende que uma confissão de culpa pode resultar em prisão de até 6 meses e multa até 1.000 dólares?" (HERREID, 2018a, p. 37, tradução nossa)</p> <p>-Eu entendo senhor. Eu dou culpado pela transgressão e vandalismo, sim senhor, eu quebrei uma janela para entrar. Mas eu não estava tentando roubar qualquer coisa. Eu só queria ver os ossos e ferramentas com meus próprios olhos. (HERREID, 2018a, p.37, tradução nossa)</p>

Fonte: Elaborado pelos autores.

Heirreid (2018b) aponta algumas diretrizes para escrever bons casos na forma de diálogo. Evitar adjetivos e advérbios, não elaborar discursos longos, evitar repetições e pausas como no discurso oral, usar frases curtas e ler o diálogo em voz alta são algumas orientações do autor.

Embora a história dos casos para a sala de aula seja tipicamente proveniente da narrativa escrita, outros tipos de histórias poderiam ser usados, incluindo jornais, artigos, transmissões de notícias, histórias orais, músicas, poemas e vídeos disponíveis *on-line* (PRUD'HOMME-GÉNÉREUX; GIBSON; CSILKARI, 2019, p. 46).

Freitas et al. (2019) fazem uma revisão de literatura consistente mostrando a tendência da utilização de caso como método de ensino, os autores concluem que a literatura estrangeira apresenta uma forte tendência de abordagem desse método, enquanto na literatura brasileira esse resultado ainda é incipiente devido ao reduzido número de publicações sobre o tema. A revisão de literatura elaborada por Freitas et al. (2019) compreendeu o período de 2005 a 2015. Os autores citam o *Journal of College Science Teaching* como o principal periódico internacional que apresenta os casos como método de ensino, tendo inclusive uma seção destinada para este fim. Segundo os autores, na aplicação deste método, o aluno é incentivado a se familiarizar com personagens e circunstâncias mencionadas em um caso, de modo a compreender os fatos, valores e contextos nele presentes com o intuito de solucioná-lo. Neste contexto, entendemos que o papel principal do professor consiste em ajudar o estudante a trabalhar com os fatos e análise de um problema e a considerar, então, as possíveis soluções e consequências de suas ações. Herreid (1998) comenta sobre estas estratégias e sugere alguns casos que podem ser adotados no ensino de ciência, ver Quadro 2.

Quadro 2: Estratégias para trabalhar os estudos de caso

ESTRATÉGIA	DESCRIÇÃO
Tarefa individual	O caso tem o caráter de uma tarefa que o aluno deve solucionar, que implica na elaboração posterior de uma explicação histórica dos eventos que conduziram à sua resolução
Aula expositiva	O caso tem a característica de uma história (caso) contada pelo professor aos seus alunos, de maneira muito elaborada e com objetivos específicos
De discussão	O caso é apresentado pelo professor como um dilema. Os alunos são questionados a respeito das suas perspectivas e sugestões com relação à resolução do mesmo
De atividades em pequenos grupos	Os casos são histórias que devem ser solucionadas e dizem respeito ao contexto social e/ou profissional em que os alunos estão imersos

Fonte: Heirred (1998).

Tais questões são diretrizes para a construção de casos reais para envolver o aluno na resolução de determinada situação problema. "Lançar mão das recomendações de Herreid pode auxiliar o autor na produção de um bom caso" (QUEIROZ, 2015, p. 15).

Os estudos de caso podem ser classificados quanto à sua abordagem em científicos, sociocientíficos ou históricos. O Estudo de caso de caráter científico busca discutir assuntos

relacionados à área da Ciência e promove ao estudante uma envoltura ativa nas investigações científicas, assim a resolução do problema busca validar alegações de cunho científico e o aluno passa a desenvolver uma argumentação científica (DRIVER et al., 2000).

Exemplos de estudos de caso científicos podem ser encontrados em Velloso et al. (2009). Os autores avaliam os argumentos de alunos de graduação em química sobre os processos corrosivos em aviões, pontes e em materiais encontrados no meio bucal. Os resultados da pesquisa indicam a eficiência dos casos para promover e aperfeiçoar a habilidade de argumentação dos estudantes.

O Estudo de Caso de caráter sociocientífico potencializa discussões sobre aspectos sociais, ambientais, éticas, econômicas tem por objetivo principal incentivar os discentes a se posicionar e tomar decisões mediante problemas da vida real (SÁ; QUEIROZ, 2010, p. 42). Os temas que podem ser utilizados no Estudo de Caso sociocientífico são: problemas ambientais, aplicação tecnológica na saúde humana e em animais e reciclagem de materiais. A seguir mostramos algumas pesquisas que utilizam casos sociocientíficos na educação.

Broiatti, Almeida e Silva (2012) utilizam um estudo de caso sobre rótulos de produtos alimentícios para alunos do segundo ano do ensino médio. O caso trata de uma conversa entre a avó e sua neta sobre as dúvidas para se alimentar melhor, com a interpretação das informações contidas nos rótulos alimentícios. O trabalho consistiu em um questionário no início e no fim do estudo de caso. Durante o desenvolvimento do estudo de caso os alunos do ensino médio realizaram a leitura do caso, análise de alguns rótulos, leituras de artigos, discussão da problemática e apresentação oral da resolução do caso.

Passos, Campo e Passos (2016) utilizam com graduandos em química um estudo de caso sobre carboidratos. O trabalho tem como objetivo verificar as convergências dessa proposta com as normatizações das Diretrizes Curriculares para os cursos de Química. Segundo os autores, a metodologia de Estudo de Casos favoreceu o aprendizado da Química dos Carboidratos e contribuiu para o desenvolvimento e/ou o aprimoramento de habilidades como comunicação oral e escrita.

Pereira (2016) utiliza a teoria de Ausubel para analisar os resultados provenientes da aplicação de um estudo de caso sobre um teste de adulteração da gasolina realizado em postos de combustíveis. Os resultados indicam uma nova organização dos conceitos utilizados pelos estudantes. Pinheiro, Medeiros e Oliveira (2010), em sua pesquisa utilizam a estratégia do estudo de caso na formação de professores de química. Segundo os autores os estudos de caso possibilitam aos graduandos desenvolverem habilidades de pensamento crítico em assuntos de conteúdos científicos, tecnologia e sociedade na resolução de casos, além de assimilarem o conteúdo das disciplinas em questão. Nesta pesquisa os autores elaboraram um estudo de caso sobre o biodiesel buscando discutir com os futuros professores como pode ser abordado este conteúdo no ensino médio.

Oliveira e Hygino (2017) a fim de deixar as aulas de física motivadoras e criar condições para a formação do cidadão crítico e atuante na sociedade trabalhou um estudo de caso que envolvia o processo de transmissão da radiação microonda emitida pelo celular e algumas consequências da utilização do aparelho móvel na sociedade. As autoras perceberam um melhor entendimento dos conceitos científicos relacionados às ondas eletromagnéticas e as diferenças entre estas ondas e as ondas mecânicas. Além disso, foi possível entender como funciona um bloqueador de celular e alertar os alunos sobre as questões sociais que envolvem o uso indiscriminado desses aparelhos em presídios.

Os estudos de Caso histórico surgem como uma estratégia de ensino para o trabalho com a história da ciência no ensino de ciências. A adoção da história da ciência pode tornar

as aulas mais interessantes, desafiadoras e reflexivas (MATTHEWS, 1995). A aproximação dos Estudos de Caso à história da ciência (ALLCHIN, 2010; STINNER et al., 2003) se deve, em grande parte, à capacidade de os Estudos de Caso proporcionarem a compreensão de fatos, valores e contextos presentes em sua narrativa, que pode ser uma narrativa histórica, impregnada de conflitos e questionamentos de uma época. Exemplos de pesquisas empíricas que utilizam estudos de caso históricos podem ser encontrados na literatura.

Rodrigues Junior et al. (2016) analisaram um caso histórico produzido por uma professora do Ensino Médio sobre o experimento do pêndulo de Foucault realizado no Brasil. Os resultados mostraram ser possível discutir o caráter coletivo da construção da ciência e a controvérsia entre as teorias geocêntrica e heliocêntrica. Hygino, Souza e Linhares (2012) elaboraram e aplicaram a alunos do Proeja um caso sobre a expedição do francês Pierre Couplet no Brasil. Verificou-se que a proposta didática adotada favoreceu a aprendizagem de conceitos relacionados ao pêndulo simples e a aquisição de habilidades essenciais para a formação cidadã. Além disso, permitiu a valorização da cultura científica nacional e a problematização das concepções sobre ciência.

De acordo com os problemas que se apresentam aos alunos, os estudos de caso podem ser classificados em caso estruturado, caso mal estruturado, caso de múltiplos problemas e caso interrompido. O Quadro 3 mostra a definição desses tipos de caso.

Quadro 3: Classificação dos Casos

CLASSIFICAÇÃO DOS CASOS	DEFINIÇÃO
Estruturado	Apresenta-se de forma bem definida, no contexto da narrativa, o problema a ser resolvido. Por exemplo, no estudo de caso intitulado por "Paty Palito" foi indicado, segundo Queiroz e Cabral (2016), que os estudantes devem apontar mudanças nos hábitos alimentares da personagem principal para melhorar sua qualidade de vida
Mal estruturado	Os estudantes são solicitados a identificar o problema, para posteriormente procurar a solução mais viável, dentre as possíveis. Por exemplo, no estudo de caso denominado "A saborosa pizza de frango com catupiry", é sabido que a intoxicação de uma família resulta do consumo de pizza, porém, para a proposição de soluções ao problema, segundo Queiroz e Cabral (2016), é necessário que os estudantes identifiquem o fator causador dos sintomas apresentados pelas personagens
Múltiplos Problemas	Os estudantes necessitam resolver problemas atrelados ao principal apresentado na narrativa. Por exemplo, no estudo de caso intitulado "Palmas para sua solução", a personagem central necessita de ajuda para resolver a questão do abastecimento energético de sua propriedade no Estado do Tocantins. Dessa forma, segundo Queiroz e Cabral (2016), surgem questionamentos, tais como: qual o clima no Estado do Tocantins? Qual o tamanho da propriedade que será abastecida e sua produção? Será necessária a desativação da represa?
Interrompido	É construído com base no conteúdo que existe em artigo original de pesquisa de uma área do conhecimento, de maneira que o caso interrompido retrate um problema que foi realmente enfrentado por pesquisadores. Lima, Oliveira e Queiroz (2022) relataram a aplicação de um estudo de caso interrompido sobre resíduos sólidos urbanos junto a graduandos em química

Fonte: Elaborado pelos autores.

Diante do exposto, o método de estudo de caso, como uma metodologia de ensino ativa, tem como finalidade desenvolver a capacidade crítica e a tomada de decisão dos discentes. Ao adotar o método de estudo de caso o docente deve atuar como mediador ao longo do processo de ensino-aprendizagem, uma vez que quando trabalhada dessa forma, este método envolve o aluno em um processo de aprender a aprender, sendo esse o agente ativo no processo de aquisição do conhecimento (SILVA; SCAPIN, 2011). A seguir apresentamos o contexto do trabalho e a metodologia do trabalho no qual descrevemos e justificamos as classificações de estudos de caso utilizadas na atividade.

CONTEXTO DO TRABALHO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A proposta didática foi aplicada nos dois últimos encontros da disciplina Oficina de Estudos de Casos (OECA). Tal disciplina possui carga horária de 30 h e pertence à matriz curricular de um curso de especialização em ensino de ciências. O primeiro encontro que ocorreu no dia 07/02/2020 teve duração de 4h e o segundo, que ocorreu no dia 08/02/2020, foram disponibilizados 4,5 h.

Entregamos três casos para os alunos de ensino de química e três para os alunos de ensino de física. Os casos selecionados para esta pesquisa já foram aplicados com outros públicos, em outros contextos com diferentes objetivos e se encontram disponíveis na literatura, exceto um. Os alunos foram distribuídos em pequenos grupos conforme orientações de Heirred (1998), descritas no Quadro 2. Os casos foram distribuídos aos alunos que estavam presentes e os outros discentes que chegaram atrasados foram orientados a entrar em um grupo da sua área.

Participaram da pesquisa vinte e dois alunos, sendo doze alunos da área de ensino de física e dez da área de ensino de química. O Quadro 4 indica os casos, a área, o número do grupo, a quantidade de componentes do grupo bem como a referência bibliográfica onde o caso se encontra publicado.

Quadro 4: Casos trabalhados na atividade e algumas informações adicionais

Casos	Área	Grupo	Número de componentes dos grupos	Local de publicação Referência Bibliográfica
Plano de ensino	Ensino de Física	1	3	Revista de Ensino de Ciências e Matemática Hygino; Marcelino; Linhares (2015)
Ou TV ou Celular	Ensino de Física	2	4	Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFRS Carvalho; Hygino; Amaral (2017)
Máquinas Térmicas	Ensino de Física	3	5	Revista com a Palavra, o Professor Rodrigues Junior <i>et. al</i> (2017)
Notre Dame	Ensino de Química	4	3	Ainda não foi publicado O caso revela o desgaste de monumentos históricos provocados pela ação dos ácidos presentes na atmosfera que, reagindo com a água da chuva, formam novos compostos químicos

Gasolina Adulterada	Ensino de Química	5	4	XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química Hygino; Fernandes; Amaral (2016)
Ameaça dos Laranjais	Ensino de Química	6	3	Revista Química Nova Sá; Francisco; Queiroz, (2007)

Fonte: Elaborado pelos autores.

Escolhemos estudos de casos com potencial sociocientífico por acreditar, corroborando com Lee e Grace (2012), que a tomada de decisão dos alunos provavelmente estará sujeita a influências socioculturais e que intercâmbio de informações entre os estudantes localizados em diferentes contextos podem potencializar abordagens holísticas sobre determinado problema. Optamos por utilizar casos estruturados porque os alunos estavam resolvendo um caso pela primeira vez. Desta forma, com a narrativa e o problema bem definidos poderíamos evitar possível fuga do tema.

Para melhor desenvolvimento do estudo de caso adotamos o modelo normativo de tomada de decisão proposto por Kortland (1996). De acordo com o modelo da Figura 1 constatamos que o processo de tomada de decisão, que vai desde a identificação do problema até a escolha da solução, é cíclico. Ao utilizar esse modelo pretendemos incentivar o discente no desenvolvimento de sua capacidade para se posicionar perante problemas da vida real, que muitas vezes, requer soluções múltiplas e complexas.

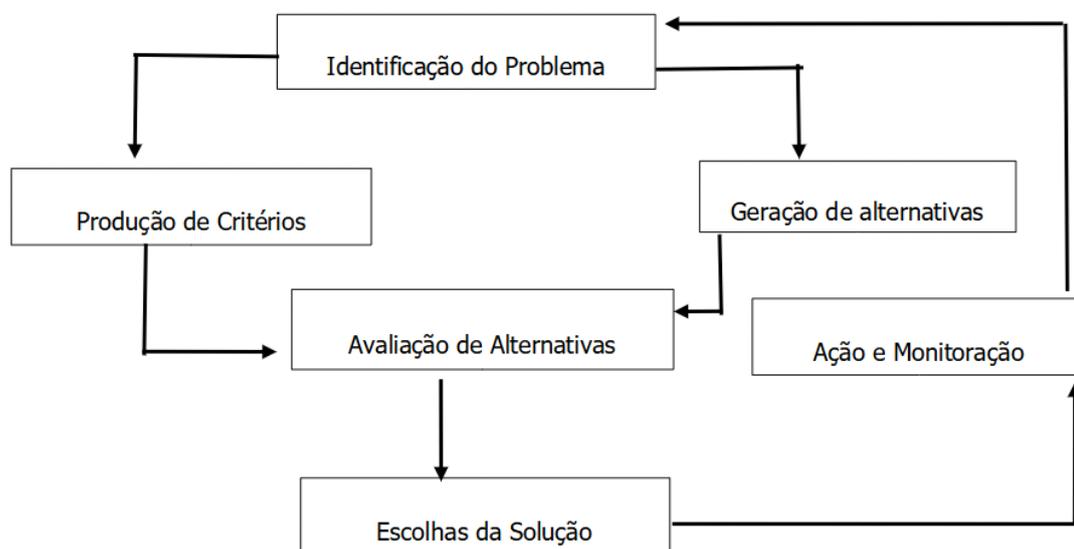


Figura 1: Modelo Normativo de Tomada de Decisão de Kortland (1996, p. 675- tradução nossa)

Fonte: Elaborado pelos autores.

O modelo de Kortland tem sido referenciado com frequência nas pesquisas de educação científica. Numa breve consulta ao portal periódico da Capes, encontramos algumas pesquisas que citam o autor do modelo. Os trabalhos consultados possuem questões sociocientíficas e as tomadas de decisões dos alunos como objetos de investigação.

Oliveira, Akerson e Oldfield (2012) propõem uma ferramenta analítica que pode ser

utilizada para avaliar e examinar sistematicamente a consistência e a coerência lógica dos argumentos sem ignorar as pessoas envolvidas bem como suas relações sociais. Os autores destacam que a argumentação sobre questões ambientais sofre interferência das identidades pessoais e relações sociais, podendo reforçar ou restringir a argumentação do aluno.

Liu, Lin e Tsai (2011) verificaram se as Visões Epistemológicas Científicas (SEVs) interferem no processo de tomada de decisão de questões sociocientífica. Participaram da pesquisa 177 estudantes de graduação sendo 60% graduados em medicina e ciências naturais e matemáticas e 40 % graduados em educação, humanidades e artes. O estudo revelou que as tentativas e criatividade foram os aspectos da SEV diretamente manifestados no processo de tomada de decisão sócio-científica. Os alunos que realizaram mudanças das suas concepções prévias sobre o conhecimento científico eram mais propensos a reconhecer a complexidade, adotar múltiplas perspectivas e questionar a autoridade onisciente na tomada de decisões. Além disso, os autores observaram no estudo, que a crença dos indivíduos no caráter mutável do conhecimento, possibilita maior probabilidade de ordenamento do pensamento ao lidar com controvérsias. A pesquisa dos autores apontou ainda que os estudantes de humanidades e artes apresentaram uma solução mais holística para resolver os problemas ambientais em comparação com os estudantes de medicina e ciências naturais e matemática. Segundo os autores esse resultado é um alerta para que os cursos considerados "científicos" sejam abordados aspectos da natureza da ciência.

A seguir analisaremos as respostas dos alunos em relação a cada etapa do modelo de tomada de decisão proposto por Kortland (1996). Por falta de espaço e pela formação específica dos autores, optamos por analisar somente a respostas dos alunos provenientes dos grupos da área de ensino de física, isto é, os grupos 1, 2 e 3.

RESULTADOS E DISCURSÕES

Embasado no modelo de tomada de decisão de Kortland (1996) pretende-se analisar as percepções dos alunos em relação aos seguintes questionamentos: Qual o problema do caso?; Quais os critérios e alternativas geradas para resolver o caso?; Após a geração de alternativas que outras medidas são importantes e que deveriam ser tomadas para a solução dos casos?; Que medida foi indicada como a mais adequada para solução do caso e porque esta foi a forma escolhida? e, por fim, qual o plano de ação e as medidas julgadas adequadas para a sua solução?

Identificação do problema

Solicitamos aos alunos que respondessem em linhas gerais qual o principal assunto abordado no caso. As respostas obtidas foram as seguintes: Grupo 1: "como planejar as aulas de física de acordo com o novo currículo"; Grupo 2: "o caso aborda um problema aparente no Brasil, que ocorre devido a interferência entre os sinais da TV digital com a rede de internet 4G. Tal interferência causa falhas no funcionamento da TV, isto é, travamento e ruídos" e Grupo 3: "desenvolvimento das máquinas térmicas e sua influência na sociedade"

Todos os três grupos identificaram corretamente o problema do caso. Este resultado era esperado porque todos os três casos foram do tipo estruturados, ou seja, a questão problema da narrativa se apresenta explícita para os alunos.

Produção de critérios

Após a identificação do problema, os alunos devem produzir critérios para solucionar o caso. Desta forma foi solicitado a eles que respondessem como o problema apresentado no caso se

encontra vinculado às questões sociais e ambientais.

Aspectos sociais

O grupo 1 relatou sobre a importância de se considerar a relação entre a família e escola, quando questionados como planejar uma aula de física do 3º ano do ensino médio “engajamento da família/escola” (grupo 1). A preocupação dos alunos para envolver a família na escola corrobora com o pensamento do educador Paulo Freire. Segundo o autor, a escola não pode “alhear-se das condições sociais culturais, econômicas de seus alunos, de suas famílias, de seus vizinhos” (FREIRE, 1996, p. 33). Embora o grupo 1 não tenha comentado como pode ocorrer o engajamento família/escola no planejamento do docente, acreditamos que os conteúdos de eletricidade possa ser uma conexão para promover o diálogo entre estudantes e seus familiares. Pode-se deixar um espaço no planejamento docente para uma atividade no qual os alunos aplicariam um questionário a seus familiares perguntando, por exemplo, se eles sabem explicar o funcionamento de aparelhos eletrodomésticos ou interpretar os valores descritos na conta de energia. Após a coleta de dados, alunos, professores, pais ou responsáveis se reuniram na escola para discussão das respostas coletadas.

O grupo 2 lembrou que a televisão é um importante instrumento de entretenimento para a família e a utilização da internet pode aproximar pessoas geograficamente distantes “a TV quanto a internet, atuam como dispositivos de promoção de lazer, além de ser um promotor da interação social, já que a TV unifica as famílias, e a internet permite a comunicação entre pessoas de diferentes localidades” (grupo 2). A definição de entretenimento “pode ser interessar, surpreender, divertir, chocar, estimular ou desafiar a audiência, mas despertando sua vontade de assistir” (WATTS apud ARONCHI DE SOUZA, 2004, p. 38). Na nossa concepção, talvez seja necessário dividir o tempo entre assistir televisão e conversar presencialmente com as pessoas ao seu entorno para que as mesmas não se sintam emocionalmente excluídas.

Em relação à outra fala do grupo 2, sobre a utilização da internet, acreditamos que é preciso ter cautela no que tange a condução do processo de ensino-aprendizagem à distância, pois, destarte a distância geográfica entre os professores, alunos e tutores, existem também entre eles, a distância transacional, caracterizado por Behar (2009) como uma distância “pedagógica”. O processo de ensino aprendizagem atual da educação à distância disponibiliza apoio pedagógico aos discentes, permitindo que eles esclareçam suas dúvidas com tutores à distância através de ambientes virtuais de aprendizagem.

Longe ser uma solução para os complexos problemas da educação brasileira, a educação à distância viabilizada com a TV e internet foi um caminho para minimizar os prejuízos no ensino na época de pandemia em que o isolamento social se fez necessário. O decreto nº 10.312, de 4 de abril de 2020 ampliou o serviço de “radiodifusão de sons e imagens em tecnologia digital, com fins exclusivamente educacionais ou de exploração comercial, em razão da pandemia da covid-19” (BRASIL, 2020). A secretaria de Educação do Estado do Espírito Santo disponibilizou canais abertos onde são transmitidas vídeo-aulas para alunos da rede pública estadual.

O Grupo 3 destaca que o desenvolvimento das máquinas térmicas provocou uma redução da força de trabalho humano aumentando a produção e escoamento dos materiais. A relação entre o homem e a máquina foi encenada na década de 1930 por Charlie Chaplin no filme tempos modernos. O filme aborda “a intensa mecanização da atividade produtiva; grandes espaços com muitos trabalhadores reunidos” (FACINI, 2017, p. 79). É de conhecimento geral que as máquinas trouxeram agilidade na produção dos materiais e poderá ocasionar uma redução no trabalho do homem. Em uma pesquisa publicada em 2013,

cientistas da universidade de Oxford analisaram os possíveis impactos no mercado de trabalho devido ao aceleração da informatização, destacando que cerca de 47% do total de empregos nos Estados Unidos estão em risco (FREY; OSBORNE, 2013, p. 2). Os autores apontam ainda que serão necessárias habilidades criativas e sociais para os trabalhadores vencerem a corrida contra a informatização no mercado de trabalho (p. 48).

Neste sentido uma educação mais ampla, que busque relacionar os conteúdos com seus aspectos sociais, políticos, econômicos e ambientais, pode ser um caminho para que o aluno desenvolva uma solução crítica perante uma situação problema apresentada. Dessa forma os alunos desenvolveriam habilidades necessárias no enfrentamento das máquinas no mercado de trabalho.

Aspectos ambientais

O grupo 1 destacou que o ambiente escolar deve ser favorável para a construção de um bom planejamento de uma aula de física. Embora o grupo não tenha comentado, como efetivamente isso pode ocorrer na prática, acreditamos que algumas ações podem ser realizadas pela direção da escola para oportunizar ao professor condições mínimas para executar seu planejamento. Tais ações envolvem, por exemplo, garantia do espaço físico adequado com salas de aulas arejadas, poucos alunos na classe, recursos áudio-visuais, dentre outros.

O grupo 2 apresentou uma resposta mais detalhada sobre os impactos ambientais do uso do celular. A utilização de antenas altera o meio ambiente e emite radiações que podem ser cancerígenas para os humanos. Alguns estudos apontam que as pessoas têm criado mais problemas de visão que o habitual, pelo frequente uso de computadores e *smartphones*, em que os olhos ficam vidrados, sem mudar o ponto de foco, por muito tempo. Obesidade é outro fator que vem encadeando as nossas mudanças de hábito. As pessoas ficam a maior parte de seu tempo sentadas, a comodidade de comprar online, não precisamos mais ir até a loja é um dos fatores. Passarmos tempo nas redes sociais ao invés de encontrar com as pessoas, trabalhar em frente ao computador, são estes e outros diversos fatores que nos trouxeram o sedentarismo (grupo 2).

Pelo exposto acima percebemos que o grupo 2 destaca os possíveis efeitos biológicos das radiações emitidas pelos computadores antenas de celulares e os aparelhos móveis. O Estécio e Silva (2002) mostrou em sua pesquisa que pode existir um efeito genotóxico do campo eletromagnético emitido pelos monitores de vídeo dos computadores. No entanto, enfatiza a necessidade de mais estudos sobre a ação do campo eletromagnético sobre o material genético.

Sabbatini (1998) cita o trabalho do Prof. John Moulder, do Centro Médico da Universidade de Wisconsin, EUA, no qual descreve que campos de rádio frequência semelhantes aos da telefonia celular não tem qualquer efeito sobre o aparecimento de tumores ou aumento da taxa de crescimento de tumores. Já Boice e Mclaughlin (2002, p. 25) cita o trabalho de Stang (2001) no qual relata que estudos realizados por cientistas alemães indicaram que o uso do celular aumenta o risco relativo de melanoma ocular.

Estudos epidemiológicos não sugerem que o uso de telefones celulares provoca aumento do risco de tumor cerebral ou de glândula salivar, embora ainda haja alguma incerteza em relação a longos períodos de latência (> 15 anos) (RÖÖSLI et al., 2019, p. 221). Percebemos que o resultado das pesquisas sobre a relação entre celular e câncer é controverso. Por se tratar de uma tecnologia recente mais trabalhos são necessários para verificar tal conexão.

O grupo 2 descreveu também uma preocupação com as consequências da falta de

atividade física para os usuários de computador. O conceito de atividade física é tudo o que envolve uma contração muscular, provocando um movimento sem depender de sua finalidade, podendo ser considerado que todo tipo de movimento que realizamos seja uma atividade física (MATTOS et al., 2006). Em uma pesquisa realizada com 40 alunos e profissionais da área de Sistemas da Informação, Automação Industrial e do Departamento de Tecnologia da Informação em quatro instituições de ensino superior do Brasil, Mendes e Cunha (2013) conclui que existe um elevado índice de inatividade física entre sujeitos pesquisados, aliado ao uso exagerado de novas tecnologias. Os autores orientam sobre o uso moderado do computador e outras tecnologias para não prejudicar os aspectos físicos, bem-estar e qualidade de vida.

O Grupo 3 destacou o aumento da emissão de dióxido de carbono (CO_2) na atmosfera como consequência ambiental do desenvolvimento das máquinas térmicas. Moreira (2012) destaca que além do CO_2 , outros gases como os óxidos de nitrogênio, o gás sulfídrico, hidrocarbonetos, gás clorídrico, óxidos de enxofres e aldeídos são lançados pelas máquinas térmicas na atmosfera, prejudicando, dessa forma, o meio ambiente propiciando “danos à saúde humana, efeitos sobre a flora e a fauna, chuvas ácidas, efeito estufa, destruição da camada de ozônio” (MOREIRA, 2012, p. 50).

Com o isolamento social devido ao coronavírus, muitos veículos deixaram de circular nas ruas e muitas indústrias funcionam com horários limitados. Segundo o site da Agência Espacial Europeia, com o isolamento social, foi registrado na China, de dezembro a março de 2020, um declínio da emissão de dióxido de nitrogênio. Os dados do site revelam ainda uma redução de 20 a 30% de poluentes atmosféricos na China em fevereiro de 2020 em comparação aos três anos anteriores. Os resultados dessas observações podem sensibilizar os governantes a investir em energias renováveis para que essa redução se mantenha após a pandemia.

Geração de alternativas

Após a produção dos critérios, perguntamos aos alunos sobre quais diferentes tipos de medidas, normalmente, são tomados diante da situação apresentada no caso. A seguir apresentamos as respostas dos grupos.

O Grupo 1 considera que o planejamento coletivo por área e por série e a elaboração de projetos são elementos essenciais para o planejamento de uma aula de física que busque estabelecer conexões do conteúdo com o cotidiano para que o discente compreenda e participe das decisões da ciência. Para que essas reuniões de mesma área ou áreas distintas se concretize é necessário que os docentes participem de formação continuada de professores. Através de uma análise de documentos oficiais Demarchi e Rausch (2014) explica que, na Finlândia, professores de diversas áreas, veteranos e iniciantes compartilham suas dúvidas e experiências resultantes do trabalho nas escolas e de estudos nas universidades. Percebemos então, a importância de ações de parceria entre escolas de ensino básico e universidades ou institutos para capacitação dos professores.

O Grupo 2 sugere que a pessoa não assista simultaneamente a TV e o celular, para evitar interferências. Testes para verificar se o sinal de celular 4G interfere na TV digital e, que foram realizados “em gaiolas blindadas eletromagneticamente, mostraram como resultado a possível interferência do sinal 4G” (CARVALHO; HYGINO; AMARAL, 2017). Os alunos do grupo 2 também sugerem que devem ser realizadas reclamações aos prestadores dos serviços. Neste caso, a Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) orienta que as dúvidas podem ser esclarecidas no site denominado TV Perfeita.

O Grupo 3 aponta algumas alternativas para que se consiga relacionar o desenvolvimento das máquinas térmicas e sua influência na sociedade: a) conhecimentos relacionados a máquinas térmicas e ciclo de Carnot, b) relação dos aspectos científicos e os

aspectos humanos, c) compreensão que os conhecimentos da época eram inferiores aos da atualidade e d) análise dos impactos gerados pela construção das ferrovias na região, conhecimento de como é usado o vapor na atualidade como fonte de energia. Destacamos, para análise, dois relatos do grupo 3 (item c e d). O primeiro (item c) se refere à comparação estabelecida pelos alunos em relação aos conhecimentos. O conhecimento do passado não é inferior e nem superior ao conhecimento atual, pois, utilizando um termo de Thomas Kunh, as grandezas são incomensuráveis; ou seja: é impossível comparar uma teoria com a outra. O segundo relato (item d) apontado pelos alunos está relacionado aos impactos ocasionados das ferrovias na região. A principal vantagem da construção das ferrovias no Estado do Espírito Santo esteve estreitamente ligada ao café” (QUINTÃO, 2008, p. 76). Sobre os aspectos negativos, em uma pesquisa realizada com professores em serviço, Rodrigues Junior et al. (2017) identifica nas respostas da sua amostra que a modificação da paisagem local, a poluição do ambiente, o espaço ocupado pelos trens nas cidades e o perigo para os trânsitos de pedestres foram as principais desvantagens do transporte ferroviário na cidade de Cachoeiro de Itapemirim-ES.

Avaliação das alternativas

Após a geração de alternativas perguntamos aos alunos quais outras medidas são importantes e que deveriam ser tomadas para a solução dos casos. A seguir transcrevemos as respostas dos alunos.

O grupo 1 ressaltou sobre a importância de considerar os conhecimentos prévios dos alunos. Tal conhecimento é “isoladamente, a variável que mais influencia a aprendizagem” (MOREIRA, 2010, p. 4). O autor considera ainda que a aprendizagem significativa é caracterizada pela interação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio dos alunos. Para Freire (1987) é necessário que do professor supere a ideia do estudante como uma cabeça vazia em que se deposita o conhecimento. Desse modo, seus conhecimentos prévios precisam ser considerados, o professor deve-se conceber a aula como espaço de troca entre alunos e docentes em que os dois têm algo para aprender e também para ensinar, a mediação docente será conduzida seguindo este princípio e os alunos terão maior espaço para participar ativamente durante a aula.

O grupo 2 relatou sobre a importância de se produzir “tecnologia eficaz com o objetivo de evitar interferência de sinais”. Em face das questões da interferência provocada pela banda 4G ao sinal de TV Digital detectado, o governo brasileiro colocou como cláusula que as operadoras vencedoras são obrigadas a arcar com os custos da limpeza do espectro e da distribuição de conversores digitais para os contemplados com o Bolsa Família. Nesse sentido, a Anatel viabilizou estudos para o investimento em tecnologias para que esse problema fosse sanado (ver: ANATEL, 2017, p.35). O grupo 3 não respondeu ao questionamento.

Escolha da solução

Perguntamos aos alunos que medida foi indicada como a mais adequada para solução do caso e porque esta foi a forma escolhida.

Grupo 1: “levar em consideração a realidade em que a escola está inserida. Destacar a realidade da escola é a melhor forma para conhecer seus beneficiários” Ao abordar a questão do planejamento escolar, Libâneo (2004) diz que este atende a várias funções, dentre elas “diagnóstico e análise da realidade da escola”. Para este autor diagnóstico da realidade envolve “busca de informações reais e atualizadas que permitam identificar as dificuldades existentes, causas que as originaram, em relação aos resultados obtidos” (p. 50).

Grupo 2: "migração gradual para outra rádio frequência. Visando o ensino de física, está é a solução que melhor abordaria o assunto estudado". Acreditamos que a resposta do Grupo 2 tenha sido no sentido de optar por uma outra faixa do espectro. No entanto, de acordo com a Anatel, após criar em agosto de 2012 um grupo de trabalho (GT 700 MHz) para estudar as condições de uso do espectro na faixa de 700 MHz e após diversas atividades, estudos e campanhas de medição, o grupo revelou que a subfaixa de 700 MHz possui características de propagação adequadas para cobertura dos serviços móveis, desde que haja convivência mútua entre os sistemas IMT e TV Digital (ANATEL, 2013; OKAMOTO, 2016).

Grupo 3: "conhecimento relacionado a máquinas térmicas e ciclo de Carnot. Porque com base no conhecimento conseguimos elaborar novos meios e formas mais eficazes para solução do caso em certos aspectos, contudo, a medida adotada não elucida completamente a problematização do caso". A máquina térmica que opera com ciclo de Carnot possui duas transformações isotérmicas e duas adiabáticas (HALLIDAY; RESNICK; WAKER, 2016, p. 565).

Em seguida perguntamos aos alunos como a aplicação da medida escolhida para solucionar o caso se reflete no dia a dia das pessoas envolvidas no caso, levando em consideração aspectos sociais, econômicos, ambientais e éticos.

O Grupo 1 respondeu que "a medida escolhida leva diretamente em considerações tais aspectos". Assim, corroborando com Libâneo (2013), entendemos que "o ensino é um processo social, integrante de múltiplos processos sociais, nos quais estão implicadas dimensões políticas, ideológicas, éticas, pedagógicas" (p. 58).

O Grupo 2 afirmou que, verificar se seria possível "o meio político exigir por força de lei a solução por parte dos prestadores de serviço; deve-se analisar como se daria o processo de migração, uma vez que atinge uma grande parte da população". A resposta do Grupo 2 vai ao encontro do que aponta o relatório da Anatel, tendo em vista que no edital já previa "a compra e a distribuição de conversores de televisão digital para milhões de famílias inscritas nos programas sociais do governo federal (ANATEL, 2017, p.14).

Grupo 3: "análise dos impactos gerados pela construção das ferrovias na região. Transtornos encontrados no trânsito de veículos e pedestres, poluição sonora (ruídos) e ambiental (CO₂) e riscos de acidentes. Porém há também a criação de empregos de forma direta e indireta. Escoamento de produtos provenientes de diferentes regiões".

A resposta do Grupo 3 é interessante que aponta tanto aspecto social, econômico e ambiental que seriam desvantajosos quanto vantajosos com a criação de ferrovias. Se por um lado existe a poluição ambiental, por outro possui a facilidade para a o escoamento de produtos contribuindo com os arranjos produtivos locais, como também para a criação da força de trabalho local, o que impacta nas demandas sociais. Ao levantar esse tipo de avaliação em ambos os aspectos contribui para a formação de uma formação científica integral de estudantes.

Ação e monitoração

Solicitamos aos alunos para estabelecer um plano de ação apresentando um cenário utilizando os personagens do caso e as medidas julgadas adequadas para a sua solução. Grupo 1: "escola de ensino médio de periferia, professores de física precisam levar em considerações a realidade vivida dos alunos e abordar temas e assuntos que consigam relacionar com facilidade ao cotidiano. Exemplo, para uma turma da 3ª série utilizar uma conta de luz inserida num estudo de caso, abordando instalações indevidas (gato), custo e desperdício". É importante destacar o apontamento pelo Grupo 1 em relacionar os conteúdos de estudo com o cotidiano dos estudantes, com temas que sejam próximos a eles, sobre este aspecto Santos

(2001) ressalta que é importante que os conhecimentos não sejam fechados em si mesmos, sem relação com a vida do aluno, mas que estes sejam relacionados aos conhecimentos científicos, aos avanços tecnológicos e a estrutura social. Nesse sentido, a contextualização do ensino pode promover a evidência dessas relações. No entanto, de acordo com Prudêncio (2013) "a abordagem de exemplos reais e/ou próximos do cotidiano dos alunos, por si só, não é o suficiente para conferir sentido a um ensino muitas vezes fragmentado" (p. 38). Nesse sentido, a autora ressalta que é necessário entender e diferenciar contextualização de ilustração, sendo assim, o cotidiano dos alunos e os problemas vivenciados por eles em suas comunidades não devem se transformar em meros cenários para apresentar conteúdos que, ainda assim, ficam isolados, é necessário que a esse ensino sejam agregados valores. Conforme bem exemplificado pelo Grupo 1, tratando de conteúdos relacionados ao estudo da eletricidade, mas também abordando as condições sociais que envolvidas como as instalações indevidas, custo e desperdício.

Grupo 2: "reclamação na ouvidoria e proposta política". É importante salientar nesta proposta a importância de trabalhar aspectos políticos, e não apenas os conteúdos fechados em si. Cachapuz (2012) nos alerta que a aprendizagem dos conteúdos científicos não deve estar focada em uma ciência sem criticidade, em que ocorre um simples repasse conteudista. Desse modo, entrelaçar sociedade, ciência, tecnologia e ambiente no intuito de formar um cidadão para uma atuação mais crítica na sociedade é um dos pontos cruciais para a formação de cidadãos críticos e atuantes.

Grupo 3: "buscar o desenvolvimento de máquinas mais eficientes, menos poluentes, conscientizar a população sobre os riscos de acidentes, estabelecer rotas externas ao perímetro urbano evitando transtornos onde há um deslocamento maior de carros e pessoas". Podemos compreender que em sua proposta de ação, Grupo 3 ressalta a questão da conscientização, de saber reconhecer riscos, essa proposta também remete, assim como a proposta do Grupo 2 a importância da formação integral dos estudantes. Para Vieira e Vieira-Tenreiro (2014), é importante que o ensino de ciências prepare o indivíduo para viver e trabalhar numa sociedade que está mudando rapidamente, dando-lhe a oportunidade de desenvolver o raciocínio científico, bem como permitir a participação em decisões que afetam o convívio nesta sociedade científica e tecnologicamente avançada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Aplicamos a estudantes de uma pós-graduação em ensino de ciências naturais três estudos de casos e analisamos as suas percepções em relação à problematização levantada na narrativa. O instrumento utilizado para coleta de dados baseou-se no modelo de tomada de decisão descrita em Kortland (1996), no qual direciona o estudante a identificar o problema, produzir critério para a resolução do caso, gerar e avaliar alternativas, escolher, agir e monitorar a solução. O trabalho teve como objetivo oferecer subsídios teóricos e metodológicos ao público-alvo para que eles possam elaborar e utilizar seus próprios casos em sua prática em sala de aula.

Os casos foram distribuídos em três grupos: grupo 1- como planejar uma aula de física de acordo com o currículo do Ensino Médio utilizado no Rio de Janeiro; grupo 2- o problema da interferência do sinal da TV digital com a rede de internet 4G e grupo 3- o desenvolvimento das máquinas térmicas e sua influência na sociedade.

Durante a aplicação dos casos percebemos uma boa interação entre os membros do grupo, buscando escolher a melhor solução para o problema do caso. Considerar a realidade da escola antes de planejar uma aula de física, migração para outra radiofrequência e abordar

conhecimentos sobre máquinas térmicas foram as soluções apresentadas respectivamente pelos grupos 1, 2 e 3.

Preocupação com aspectos ambientais foram encontradas nas respostas dos alunos como a problema da emissão de gás carbônico pelas máquinas térmicas, e possíveis efeitos biológicos das radiações emitidas pela radiação microonda advinda do celular.

Preocupação com aspectos sociais também foram destacadas pelos discentes, como a substituição do trabalho humano pelas máquinas e a necessidade de um envolvimento da família num planejamento de uma aula de física.

Percebemos então, que as questões do modelo de Kortland tem o potencial de desenvolver o raciocínio crítico dos estudantes da pós-graduação, pois elas foram o gatilho para um amplo debate dos casos, permitindo aos estudantes identificarem conteúdos transversais importantes para a formação cidadã do seu aluno.

Como desdobramentos desse trabalho espera-se que o professor possa construir seus próprios estudos de caso, seguindo, por exemplo, as orientações de Herreid (2019, p. 39). O autor sugere que o professor pode iniciar a escrita do seu caso de duas formas: começando por uma história que ele conhece e posteriormente identificar os conceitos que podem ser incorporados dentro do estudo de caso ou, iniciar com os conceitos que precisam ser ensinados e, em seguida, criar um enredo para o caso.

Em ambos os casos os professores devem ter autonomia para decidir sobre o desenvolvimento do trabalho na sala de aula, escolher os recursos adequados para os alunos, os produtos que eles vão confeccionar (pôster, relatório escrito, etc) e os métodos de avaliação (HERREID, 2019, p. 39).

REFERÊNCIAS

ALLCHIN, Douglas. From Rhetoric to Resources: New Historical Problem-Based Case Studies for Nature of Science Education. 1ª Conferência Latino Americana do International History, Philosophy, and Science Teaching Group. **Atas da Conferência Latino Americana do International History, Philosophy, and Science Teaching Group** (Impresso), 2010.

ANATEL. **Agência Nacional de Telecomunicações**. 2013. Disponível em: <https://www.anatel.gov.br/legislacao/resolucoes/2013/644-resolucao-625>. Acesso em 26 jun.2020.

ANATEL. **Agência Nacional de Telecomunicações**. 2017. Disponível em https://www.anatel.gov.br/institucional/index.php?option=com_anexarlink&hash=1389751a68ff81d3a40c2c04640e9c47&name=Relat%C3%B3rio%20da%20Ouvidoria%20da%20Anatel%20ad%20hoc%2002%202017.pdf Acesso em 26 jun. 2020.

ARONCHI DE SOUZA, José. Carlos. **Gêneros e formatos na televisão brasileira**. São Paulo: Summus, 2004.

BEHAR, Patrícia. **Modelos pedagógicos em educação a distância**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

BERBEL, Neusi Aparecida. **Metodologia da Problematização com o Arco de Maguarez: uma reflexão teórico- epistemológica**: Londrina, Eduel, 2012.

BERGMANN, Jonathan; SAMS, Aaron. **Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem**. Tradução: Afonso Celso da Cunha Serra. Rio de Janeiro, Ltc, 2016.

BOICE, John; MCLAUGHLIN, Joseph. **Epidemiologic Studies of Cellular Telephones and Cancer Risk**. SSI rapport: v. 16, p. 5-33, 2002.

BRASIL. **Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular**, 2018. Disponível em http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em 23 jun. 2020.

BRASIL. **Ministério da Educação. Decreto nº 10.312, de 4 de abril de 2020**. Brasília, 2020. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10312.htm. Acesso em 01, mai.2020.

BRASIL. **Ministério da Educação. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília, 1996. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/ldb.pdf>. Acesso em 23 jun. 2020.

BRASIL. Parecer **CNE/CP 009/2001** Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. 2001. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/009.pdf> Acesso em: 23 jun.2020.

BROIETTE, Fabiele Cristiane; ALMEIDA, Flaveli Aparecida de Souza; SILVA, Renata Cristina Mello Alves. Estudo de Casos: Um Recurso Didático para o Ensino de Química no Nível Médio. **R. B. E. C. T.**, v. 5, n. 3, 2012

CACHAPUZ, Antônio. Do ensino das ciências: seis ideias que aprendi. **In:** CACHAPUZ, A. F.; CARVALHO, Ana Maria Pessoa; GIL-PÉREZ, Daniel O ensino de Ciências como compromisso científico e social: os caminhos que percorremos. São Paulo: Cortez, 2012.

CARVALHO, Tamara; HYGINO, Cassiana; AMARAL, Eros. Abordagem com foco ciência, tecnologia e sociedade no ensino de física: um estudo sobre a interferência de ondas entre 4g e tv digital. **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFRS**, v. 4, n. 3, 2017.

DEMARCHI, Thyara Antonielle; RAUSCH, Rita Buzzi. Formação de professores na Finlândia: uma análise dos documentos oficiais. **IN:** IV Simpósio sobre formação de professores, Educação, Currículo e Escola. **Anais...** Tubarão- SC, 2014.

DRIVER, Rosalind; NEWTON, Paul; OSBORNE, Jonathan. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science Education**, v. 84. n. 3, p. 287-312, 2000.

EFTHIMIOU, C.J; LLEWELLYN; R.A. Cinema, Fermi problems and general education. **Physics Education**, v.42, n.3, p.253-261, 2007.

ESTÉCIO, Marcos Roberto; SILVA, Ana Elizabete. E. Alterações cromossômicas causadas pela radiação dos monitores de vídeo de computadores. **Rev. Saúde Pública**, v.36, n. 3, p. 330-336, 2002.

FACINI, Diogo Rossi Ambiel. Corpos modernos: uma reflexão sobre controle e resistência em tempos modernos. **Revista Outras Fronteiras**, v. 4, n. 1, p. 77-92, 2017.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25 ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 22. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREITAS, Ladjane Pereira; CAMPOS; Ângela Fernandes; ANDRADE, Vladimir Lira; RÉGINER, Jean-Claude. Análise estatística implicativa da tendência de abordagens do método de estudo de casos no ensino de ciências. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v. 15, n. 33, p. 5-21, 2019.

FREY, Carl Benedikt ; OSBORNE, Michael. **The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?** Disponível em: <https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/future-of-employment.pdf>. Acesso em 24 jun.2020.

GREENLER, Robert. Solving a problem by using what you know: a physicist looks at a problem in ecology. **Physics Education**, v. 50, n. 5, p. 529-537, 2015.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WAKER, Jearl. **Fundamentos de física**, gravitação, ondas e termodinâmica; tradução Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro, Ltc, 2016.

HERREID, Clyde Freeman. The Chef Returns: A Recipe for Writing Great Case Studies. **Journal of College Science Teaching**, v. 48, n. 3, p.3 8-42, 2019.

HERREID, Clyde Freeman. What is a case? **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 2, p. 92-94, 1997.

HERREID, Clyde Freeman. Putting Words in Their Mouth: Writing Dialogue For Case Studies. **Journal of College Science Teaching**, v. 47, n. 4, p. 50-55, 2018b.

HERREID, Clyde Freeman. Exercises in Style: Is There a Best Way to Write a Case Study? **Journal of College Science Teaching**, v. 48, n. 2, p. 34-38, 2018a.

HERREID, Clyde Freeman. What Makes a Good Case? Some Basic Rules of Good Storytelling Help Teachers Generate Student Excitement in the Classroom. **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 3, p. 163-165, 1998.

HYGINO, Cassiana; FERNANDES, Telma; EROS, Amaral (2016). **Gasolina adulterada: uma proposta didática com enfoque CTS no ensino de física e química**. Disponível em <<https://eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0944-1.pdf>>. Acesso em 08/09/2023.

HYGINO, Cassiana; MARCELINO, Valéria; LINHARES, Marília. Formação inicial de professores de física: planejamento de aulas inovadoras. **Revista de ensino de Ciências e Matemática**, v. 6, n. 2, 2015.

HYGINO, Cassiana; SOUZA, Nilcimar; LINHARES, Marília. Reflexões sobre a natureza da Ciência em aulas de física: estudo de um episódio histórico do Brasil colonial. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 2, 2012.

KOTLAND, Koss. AN STS case study about students' decision making on the waste issue. **Science Education**, v. 80, n. 6, p. 673-689, 1996.

LEE.Yeung; GRACE, Marcus. Students' Reasoning and Decision Making About a Socioscientific Issue: A Cross-Context Comparison. **Science Education**, v. 96, n .5, p. 787–807, 2012.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2013.

LIBÂNEO, José Carlos. **Organização e Gestão da Escola**: teoria e prática. 5. ed. Goiânia: Editora Alternativa, 2004.

LIMA, Valéria. Espiral construtivista: uma metodologia ativa de ensino aprendizagem. **Interface- Comunicação, Saúde, Educação**, v. 21, n. 61, p. 421-434, 2017.

LIMA, Mikeas; OLIVEIRA, Ícaro; QUEIROZ; Salete. Estudo de Caso Interrompido na Promoção de Conhecimento Ambiental de Graduandos em Química: Resíduos Sólidos Urbanos em Foco. **Química Nova na Escola**, v. 44, n. 2, 2022.

LINHARES, Marília; REIS, Ernesto. Educando Jovens e Adultos para a Ciência com Tecnologias Estudos de caso como estratégia de ensino na formação de professores de física. **Ciência e Educação**, v. 14, n. 3, p. 555-74, 2008.

LIU, Shiang-Yao; LIN, Chuan-Shun; TSAI, Chin-Chung. College Students' Scientific Epistemological Views and Thinking Patterns in Socioscientific Decision Making. **Science Education**, v.95, n.3, p.497 - 517, 2011.

MANFREDO; Elizabeth Cardoso; LOBATO; Sílvia Cristina. Análise da própria prática no ensino de ciências por meio de sequências investigativas (sis) envolvendo noções de física com alunos dos anos iniciais do ensino fundamental. **Revista Contexto & Educação**, ano 35, n. 110, p. 66-85, 2020.

MATTHEWS, Michael. História e Filosofia da Ciência: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MATTOS; Andréia Duarte; SANTOS, João Francisco Severo; CARDOSO Patrick Ronaldo; ANTON, Thiago. Atividade Física na sociedade tecnológica. Disponível em: <https://efdeportes.com/efd94/tecno.htm>. Acesso em 04 jul.2020.

MAZUR, Eric. **Peer instruction: a revolução da aprendizagem ativa**. Porto Alegre: Penso, 2015.

MENDES; Carlos; CUNHA, Rúbens. As novas tecnologias e suas influências na prática de atividade física e no sedentarismo. **Revista Interfaces: Saúde, Humanas e Tecnologia**. Ano 1, v. 1, n. 3, 2013.

MINAYO, Maria Cecília. **Qualidade de Vida e Saúde: um debate necessário**. **Revista Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, n. 5, v. 1, p. 7-18, 2000. Disponível em: https://adm.online.unip.br/img_ead_dp/35428.PDF. Acesso em: 4 jul. 2020.

MONTEIRO, Mariana; MARCELINO, Valéria. O uso da metodologia da problematização com o arco de Maguarez para o ensino de química. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 8, n. 3, p. 33-46, 2018.

MOREIRA, Lenice Carrilho. Comparação entre os poluentes atmosféricos emitidos por uma caldeira flamotubular movida a gás natural e a óleo combustível BPF 2A. **Interações**, v. 13, n. 1, p. 49-57, 2012.

MOREIRA, Marco. **Aprendizagem Significativa Crítica**. Disponível em

<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>. Acesso em 04 jul. 2020.

OLIVEIRA; Karen; HYGINO, Cassiana. Uma sequência de ensino com abordagem CTS: o uso de celulares nas cadeias do Brasil. **Ciência em Tela**, v. 10, n. 2, 2017.

OLIVEIRA, Vagner; ARAÚJO, Ives; VEIT, Eliane. Resolução de problemas abertos no ensino de física: uma revisão da literatura. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 3, e-3402, 2017.

OLIVEIRA, Alandelon; AKERSON, Valarie; OLDFIELD, Martha. Environmental Argumentation as Sociocultural Activity. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 49, n. 7, p. 869–897, 2012.

OKAMOTO, Daniele Mendonça. **Análise da Coexistência entre TV Digital e LTE na Faixa de 700 MHz - Medidas e Simulações**. Rio de Janeiro: PUC, 2016, Tese, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2016.

PASSOS, Kamila; CAMPO, Leandra; PASSOS, Camila. **Estudo de Casos sobre a química dos carboidratos: contribuições para a formação profissional dos estudantes de química da UFRGS**. (2016). Disponível em: <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0815-1.pdf>. Acesso em 24 jun. 2020.

PINHEIRO, Antonio; MEDEIROS, Ethanielda; OLIVEIRA, Alcineia. Estudo de casos na formação de professores. **Química Nova**, v. 33, n. 9, p.1996-2002, 2010.

PEREIRA, Ademir de Souza. Estudo de caso no ensino de química: o teste de adulteração da gasolina em foco. **Pesquisa e Debate em Educação**, v. 6, n. 2, p. 31-47, 2016.

PRICE, Matthew; ROGERS, Michael. Teaching Nature of Science Through Scientific Models: The Geocentric vs. Heliocentric Cosmology. **Journal of College Science Teaching**, v. 46, n. 2, p. 58-62, 2016.

PRINCE, Michael. Does Active Learning Work? A Review of the Research. **J.Engr. Education**, v. 93, n. 3, p. 223-231, 2004.

PRUDÊNCIO, Christiana Andrea. **Perspectiva CTS em estágios curriculares em espaços de divulgação científica**: contributos para a formação inicial de professores de Ciências e Biologia, São Carlos, UFSCAR, 2013. Tese, Programa de Pós Graduação em Educação, Universidade Federal de São Carlos, 2013.

PRUD'HOMME-GENEREUX, Annie, Writing a Journal Case Study. **Journal of College Science Teaching**, v. 45, n. 6, p. 65-70, 2016.

PRUD'HOMME-GÉNÉREUX, Annie; GIBSON, J. Phil; CSIKARI, Melissa. Creating a Video Case Study. **Journal of College Science Teaching**, v. 48, n. 4, p. 47-53, 2019.

QUEIROZ, Salete Linhares; CABRAL, Patrícia Fernanda. Ensinar e aprender ciências na educação básica a partir de estudos de caso In: _____. **Estudos de Casos no Ensino de Ciências Naturais**, 2016. Disponível em https://sites.usp.br/cdcc/wp-content/uploads/sites/512/2019/06/2016-Estudos_de_Caso.pdf. Acesso em 05 jul. 2020.

QUINTÃO, Leandro do Carmo. **A interiorização da capital pela estrada de ferro sul do Espírito Santo**. Vitória: UFES, 2008. Dissertação, Centro de Ciências Humanas e Naturais -

Universidade Federal do Espírito Santo, 2008.

RODRIGUES JUNIOR, Edmundo; LUNA, Fernando; HYGINO, Cassiana; LINHARES, Marília; BASEGODA, Maria Rita. Um estudo de caso histórico sobre o experimento de Foucault no Brasil, elaborado por uma professora do ensino médio na formação continuada a distância. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, 2016.

RODRIGUES JUNIOR, Edmundo; SCHAYDER, José Pontes; HYGINO, Cassiana; LUNA, Fernando; GUALANDI, Jorge Henrique. Explorando o contexto histórico de uma ferrovia: uma proposta de ensino com professores de física do ensino médio. **Com a Palavra o Professor**, v. 2, n. 4, 2017.

RÖÖSLI, Martin. LAGORIO, Susanna, SCHOEMAKER, Minouk; SCHÜZ, Joachim; FEYCHTING, Maria. Tumors and Mobile Phone Use: Evaluating the Evidence from Various Epidemiological Study Designs. **Annu. Rev. Public Health**, v. 40, p. 221–38, 2019.

SABBATINI, Renato. **Celular dá câncer?** 1998, Disponível em: <https://www.sabbatini.com/renato/correio/medicina/tess.htm> . Acesso em 30 marc. 2021.

SÁ, Luciana; FRANCISCO, Cristiane; QUEIROZ, Salete. Estudos de Caso em Química. **Química Nova**, v. 30, n. 3, 731-739, 2007

SÁ, Luciana; QUEIROZ, Salete. **Estudo de Casos no Ensino de Química**. São Paulo: Átomo, 2010.

SANTOS, Maria Eduarda. **A cidadania na "voz" dos manuais escolares: o que temos? O que queremos?** Lisboa: Livros Horizonte, 2001.

SILVA, Reinaldo Henrique. SCAPIN, Luciana Teixeira. Utilização da avaliação formativa para a implementação da problematização como método ativo de ensino-aprendizagem. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 22, n. 50, p. 537-552, 2011.

STINNER, Arthur; MCMILLAN, Barbara.; DON Metz.; JILEK, Jana.; KLASSE, Stephen. The Renewal of Case Studies in Science Education. **Science & Education**, v.12, n. 7, p. 617-643, 2003.

VELOSO, Ana Maria; SÁ, Luciana Passos; MOTHEO, Arthur de Jesus; QUEIROZ, Salete Linhares. Argumentos elaborados sobre o tema "corrosão" por estudantes de um curso superior de Química. **Revista Eletrônica de Ensino de Ciências**. v. 8, n. 2, p. 593-616, 2009.

VIEIRA, Rui Marques ; VIEIRA-TENREIRO, Celina Fostering Scientific Literacy and Critical Thinking in Elementary Science Education. **International Journal of Science and Mathematic Education**. v. 14, p.659-680, 2014.