

ENSINO DE FÍSICA NA FORMAÇÃO ONLINE DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS

TEACHING PHYSICS IN ONLINE SCIENCE TEACHERS TRAINING

ENSEÑANZA DE FÍSICA EN LA FORMACIÓN ONLINE DE PROFESORES DE CIENCIAS

Anahy Arrieche FAZIO¹
Franciele Pires RUAS²
Rafaele Rodrigues de ARAUJO³

RESUMO: Nesse trabalho, objetiva-se compreender como os modelos explicativos sobre fenômenos físicos são construídos pelos acadêmicos do curso de Licenciatura em Ciências, na modalidade a distância, da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), a partir da sua participação em uma interdisciplina intitulada Fenômenos da Natureza V ofertada no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) Moodle. Em uma de suas atividades, os estudantes são desafiados a criarem modelos explicativos para os fenômenos físicos observados a partir da realização de atividades experimentais e socializarem suas explicações em fórum. Esses registros constituem o corpus desse trabalho, e foram analisados através da Análise Textual Discursiva (ATD) em uma pesquisa qualitativa, de cunho fenomenológico-hermenêutico. A partir dessa análise, duas compreensões emergem: 1) Transposição didática pela experimentação: construção de modelos explicativos e 2) Construção de modelos explicativos pela interdisciplinaridade com o contexto vivido. Assim, a modelagem surge como um resultado da produção coletiva, viabilizada pelo espaço de formação online associada à transposição didática na explicação dos fenômenos. Portanto, conclui-se que a organização das atividades na citada interdisciplinar possibilitou a construção de modelos explicativos científicos de forma interdisciplinar e contextualizada, por meio da experimentação e da coletividade.

Palavras-chave: Formação de professores online, interdisciplinaridade, experimentação.

ABSTRACT: *In this work, the main goal is to understand how the explanatory models about physical phenomena are constructed by the undergraduate students of the Science Degree course, in distance education, at the Federal University of Rio Grande (FURG), based on their participation in an interdiscipline entitled Phenomena of Nature V, offered in the Virtual Learning Environment (VLE) Moodle. One of its activities, it challenges students to create explanatory models for the physical phenomena observed from the performance of experimental activities and to socialize their explanations in*

¹ Licenciada e Bacharel em Física. Mestre em Fisiologia Animal Comparada. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Rio Grande, Brasil. <https://orcid.org/0000-0003-4067-7983> E-mail: anahyfazio@yahoo.com.br

² Licenciada em Física. Mestre em Educação em Ciências. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Rio Grande, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-3099-7310> E-mail: f.p.ruas@gmail.com

³ Licenciada em Física, Mestre e Doutora em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande – FURG. Professora Adjunta do Instituto de Matemática, Estatística e Física da FURG, Rio Grande, Brasil. <https://orcid.org/0000-0003-4901-6196> E-mail: rafalearaujo@furg.br

forum. These records constitute the corpus of this work, and were analyzed through Textual Discursive Analysis (DTA) in a qualitative research, with a phenomenological-hermeneutic nature. From this analysis, two understandings emerge: 1) Didactic transposition by experimentation: construction of explanatory models and 2) Construction of explanatory models by interdisciplinarity with the lived context. Thus, modeling emerges as a result of collective production, made possible by the online training space associated with didactic transposition in the explanation of phenomena. Therefore, it is concluded that the organization of activities in the aforementioned interdisciplinarity allowed the construction of scientific explanatory models in an interdisciplinarity and contextualized way, through experimentation and collectivity.

Keywords: *Online teacher training, interdisciplinarity, experimentation.*

RESUMEN: *En este trabajo, el objetivo es comprender cómo los modelos explicativos sobre fenómenos físicos son construidos por los estudiantes de pregrado de la carrera de Ciencias, de la Universidade Federal do Rio Grande (FURG), a partir de su participación en una interdisciplina titulada Fenómenos da Natureza V, ofrecida en el Entorno Virtual de Aprendizaje (AVA) Moodle. En una de sus actividades, desafía a los estudiantes a crear modelos explicativos de los fenómenos físicos observados a partir de la realización de actividades experimentales y a socializar sus explicaciones en foro. Estos registros constituyen el corpus de este trabajo, y fueron analizados a través del Análisis Textual Discursivo (ATD) en una investigación cualitativa, de carácter fenomenológico-hermenéutico. De este análisis surgen dos entendimientos: 1) Transposición didáctica por experimentación: construcción de modelos explicativos y 2) Construcción de modelos explicativos por interdisciplinaria con el contexto vivido. Así, la modelización surge como resultado de la producción colectiva, posibilitada por el espacio de formación online asociado a la transposición didáctica en la explicación de los fenómenos. Por tanto, se concluye que la organización de actividades en la mencionada interdisciplinaria permitió la construcción de modelos científicos explicativos de forma interdisciplinaria y contextualizada, a través de la experimentación y la colectividad.*

Palabras clave: *Formación docente online, interdisciplinaria, experimentación.*

Introdução

Neste texto ascendemos à discussão acerca da formação de professores em Ciências na perspectiva interdisciplinar. Com uma estrutura curricular que versa pela interdisciplinaria, o curso de Licenciatura em Ciências da Universidade Federal do Rio Grande- FURG apresenta interdisciplinas que o perpassam do início ao fim, permitindo aos docentes planejarem e propor os conteúdos e atividades de forma articulada.

Sendo assim, esta discussão direciona-se para uma das interdisciplinas do curso, Fenômenos da Natureza V, do 5º semestre, que possui como objetivo estudar os fenômenos físicos, bem como o sistema nervoso e os sentidos pelos processos físicos, químicos e biológicos. E, mais especificamente, para uma das atividades propostas aos

estudantes, na qual os convocou a tecer explicações sobre suas compreensões dos fenômenos envolvidos.

Tendo em vista que o curso é ofertado na modalidade on-line, utiliza-se a plataforma Moodle da referida Instituição como um Ambiente Virtual de Aprendizagem-AVA. Oliveira et al (2012), destaca a importância de fazer desses espaços a alternância entre momentos de trabalho, estudos autônomos e colaborativos e para tal, são as propostas pedagógicas que definem a forma como o AVA será explorado. Visando transpor uma formação baseada na reprodução de conceitos, pensou-se em uma proposta pedagógica voltada para a articulação entre os sujeitos, e para isso a proposição de que os estudantes construíssem modelos explicativos, realizando a modelagem, tendo na Ciência o embasamento para compreender um fenômeno.

Em Ferreira e Justi (2008), assumimos os modelos não como verdades absolutas ou cópias da realidade, mas como uma interpretação e representação individual de cada sujeito acerca de uma situação ou fenômeno da natureza. Desse modo, entendemos que a referida atividade convocou os estudantes a desenvolverem seus próprios modelos, possibilitando a modelagem por eles e assim o contato com conceitos abstratos, atingindo conhecimentos mais abrangentes.

No contexto da interdisciplina Fenômenos da Natureza V, a ferramenta do fórum de discussão constituiu-se como um espaço de socialização dos modelos explicativos e aperfeiçoamento deles, caracterizando-se como uma construção também coletiva. Nesse viés, a contribuição das professoras também fora fundamental, principalmente no que concerne ao alcance de modelos mais aproximados dos utilizados na Ciência, e conseqüentemente, mais completos.

Em termos de estrutura deste texto, nos tópicos a seguir nos deteremos a explicitar com mais detalhes a proposta da interdisciplina Fenômenos da Natureza V, bem como a atividade foco desta discussão e análise, que solicitou dos estudantes a construção dos modelos explicativos. Na sequência, apresentaremos a metodologia de pesquisa e análise das informações emergentes, além das considerações finais.

CONTEXTO DA PESQUISA: O Curso de Licenciatura em Ciências EaD e a Interdisciplina de Fenômenos da Natureza V

A interdisciplina de Fenômenos da Natureza V, ofertada no 5º semestre do curso Licenciatura em Ciências EaD, é composta pelas disciplinas "Ciências das Sensações" e "Movimentos e Forças". As referidas disciplinas articuladas têm por objetivo estudar os fenômenos dos movimentos e as forças que os envolvem relacionadas às leis físicas, assim como compreender os sentidos pelos processos físicos, químicos e biológicos. O curso de Licenciatura em Ciências, na modalidade a distância, da FURG, apresenta um diferencial em relação aos outros cursos de formação de professores ofertados pela Instituição, relacionado à interdisciplinaridade.

O referido curso forma professores para a docência nos anos finais do Ensino Fundamental com uma organização curricular na área de Ciências, sendo que essa acontece por meio de interdisciplinas que trazem uma organização, na qual existe a possibilidade do trabalho interdisciplinar “[...] e a oferta conjunta das disciplinas que a compõe, ou seja, o planejamento delas será conjunto e o espaço na plataforma também será compartilhado. Além disso, elas possuem objetivo comum” (BRASIL, 2018, p. 25). Nessa perspectiva, as disciplinas que compõem uma interdisciplina no semestre são trabalhadas de modo articulado sem que o estudante receba e compreenda o conteúdo de modo fragmentado. Para isso ocorrer é necessário que os professores das disciplinas estejam dispostos a trabalharem em conjunto. De acordo com Lück (2013, p. 58-59):

[...] os primeiros esforços de professores que se engajam no processo de construção de uma prática interdisciplinar caracterizam-se, sobretudo, pela construção de um trabalho em equipe, pelo estabelecimento do diálogo entre professores de modo que conheçam os seus respectivos trabalhos. À medida que esse entendimento é conseguido, percebem que ele não basta, que é necessário questionar o próprio conhecimento e a forma como é produzido e trabalhado.

Tendo em vista a caracterização do curso e as disciplinas ministradas, a proposta da interdisciplina de Fenômenos da Natureza V ocorreu por meio do desenvolvimento de temas da Física relacionados aos sentidos do corpo humano (Audição, Visão, Tato, Olfato e Paladar) por meio de "tempos". Os “tempos” aparecem como uma maneira de delimitar os períodos e tópicos abordados na interdisciplina, ou seja, como uma forma diferenciada de intitular os conteúdos que se apresentam articulados com os fenômenos físicos e os sentidos do corpo humano.

A interdisciplina foi dividida em quatro tempos, sendo esses: Tempo de escutar: como percebemos a energia das ondas? Tempo de olhar: como enxergamos os fenômenos da natureza? Tempo de tocar: como sentimos as forças e as temperaturas que

nos permeiam? e Tempo de falar e cheirar: como desenvolver nossas percepções? Sendo que os mesmos eram trabalhados por quinzenas. Apresentaremos uma breve descrição de cada tempo para o entendimento da dinâmica da interdisciplina, no entanto o detalhamento ocorrerá sobre o período em que iremos realizar a análise das informações emergentes.

Antes de iniciarmos as atividades do primeiro Tempo, os estudantes tiveram a possibilidade de vivenciar em um encontro presencial, a dinâmica da Trilha dos Sentidos. Essa tinha por finalidade explorar como ocorre a percepção do ambiente por meio dos diferentes sentidos, e além disso, despertar a curiosidade e o interesse para o conhecimento de como percebemos o ambiente e quais os conceitos físicos. Após essa experiência no encontro presencial, os estudantes participaram de fóruns relatando como percebem as relações dos sentidos com os conceitos físicos e as ideias emergentes nesse encontro.

Dessa forma, adentramos no nosso primeiro Tempo referente ao estudo do sentido da audição ligado às ondas sonoras, ou seja, o "Tempo de escutar: como percebemos a energia das ondas?". Para isso, na primeira quinzena desse Tempo os estudantes acessaram um material desenvolvido pelas professoras da interdisciplina, no qual deveriam responder alguns questionamentos por meio da elaboração de um texto. Posteriormente, a outra atividade foi composta pela elaboração de uma situação-problema para uma aula de Ciências do Ensino Fundamental relacionando os fenômenos envolvidos.

No "Tempo de olhar: como enxergamos os fenômenos da natureza?", tivemos o estudo do sentido da visão e os conceitos físicos envolvidos nesse processo. Inicialmente às professoras disponibilizaram um material de apoio com questionamentos relacionados aos tópicos da quinzena e para complementar o estudo, a segunda atividade consistiu em elaborar uma aula de Ciências para o Ensino Fundamental, utilizando um simulador, abordando o sentido da visão e os fenômenos que envolvem a luz.

A atividade correspondente a essa quinzena esteve sempre vinculada aos questionamentos, sendo que os estudantes deveriam buscar embasamentos e respondê-los ou no formato de texto ou de questionário. Em outra quinzena, foi proposta uma atividade voltada para a docência de uma sala de aula de Ciências do Ensino Fundamental, fazendo com que os estudantes refletissem sobre a aplicabilidade dos conceitos vistos.

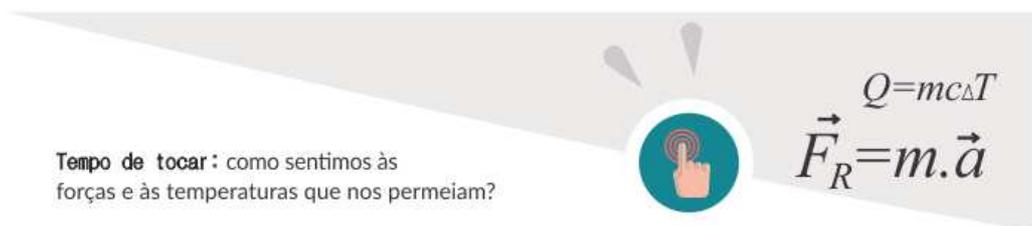
Após, o segundo tempo, tivemos nossa primeira “Parada no Tempo”, em que consistia na avaliação presencial. Essa avaliação fazia parte do desenvolvimento da interdisciplina e estava relacionada ao olhar e a escuta desse processo de aprendizagem, consistindo em uma apresentação de um experimento que abordasse os conceitos físicos envolvidos nos sentidos da audição e da visão trabalhados nos “Tempos de Escutar e Olhar” e que pudesse ser utilizada em uma aula de Ciências do Ensino Fundamental.

O terceiro tempo “Tempo de tocar: como sentimos as forças e as temperaturas que nos permeiam?”, referiu-se ao sentido do tato e aos conceitos físicos envolvidos. Iniciamos de forma diferenciada, sendo que os estudantes experimentaram o sentido do tato e problematizaram as percepções por meio da experimentação. Esta quinzena constitui o foco da análise desse trabalho, especificamente nas informações produzidas pelos estudantes, isto é, objetivamos compreender como se mostram os modelos explicativos sobre os fenômenos físicos apresentados em um fórum. Na figura 1 mostramos o banner referente a essa atividade e a descrição de como ocorreu a quinzena que foi de 30 de setembro a 14 de outubro de 2019.

Figura 01: Imagem mostrando o banner e descrição da quinzena do Tempo de Tocar

No primeiro momento os estudantes realizaram dois experimentos adaptados de materiais disponibilizados em sites da Internet, intitulados “Análise de Forças” e

De 30 de setembro a 14 de outubro



Prezad@s acadêmic@s,

essa terceira quinzena adentramos no “Tempo de tocar: como sentimos as forças e as temperaturas que nos permeiam?”, o qual refere-se ao sentido do tato e os conceitos físicos envolvidos.

Iniciaremos de forma diferenciada, sendo que vocês irão experimentar o sentido do tato e problematizar as percepções do mesmo, e a partir dessa vivência, na próxima quinzena estudaremos o sentido do tato e os conceitos físicos de modo mais formal.

“Relatividade da Sensação Térmica”. Solicitamos que nessa atividade os estudantes se baseassem em suas concepções empíricas, sem a consulta de outros materiais.

Posteriormente a realização dos experimentos, os estudantes participaram de um fórum "Minhas sensações e questionamentos" relatando e respondendo algumas questões e elaborando uma pergunta conceitual sobre os experimentos realizados e os conceitos físicos envolvidos. Abaixo mostramos o conteúdo dos questionamentos:

a) O que vocês observaram e perceberam em relação aos experimentos de "Análise de Forças"? Como o sentido do tato contribui para a execução dos experimentos? Como poderíamos alterar os resultados dos experimentos por meio da utilização do sentido do tato?

b) O que vocês foram observando e sentindo durante a realização do experimento "Relatividade da Sensação Térmica", expliquem o que aconteceu e porque aconteceu. O que o tato possibilitou a vocês?

Além de responder às questões acima, dentro da quinzena os estudantes tinham que escolher no mínimo dois colegas, para realizar a leitura dos relatos, assim como responder aos questionamentos elencados por eles. Na figura 2, explicitamos o fórum e o número de interações que houve entre eles.

Na quinzena posterior foi dada continuidade ao mesmo Tempo, de modo que os estudantes seguiram na dinâmica de leitura do material disponibilizado e respostas aos questionamentos. No último tempo, o "Tempo de falar e cheirar: como desenvolver nossas percepções", os estudantes tiveram que elaborar um Podcast, refletindo sobre a funcionalidade do mesmo para uma aula de Ciências do Ensino Fundamental, assim como acessar o material disponibilizado pelas professoras.

Figura 2: Imagem com extrato do fórum e as interações ocorridas

Tópico		Comentários
MINHAS SENSações E QUESTIONAMENTOS		5
Minhas sensações e questionamentos.		2
Relato sobre minhas sensações e questionamentos.		2
Minhas sensações e questionamentos		2
Sensações e questionamentos		2
Minhas sensações e questionamento		10
Minhas sensações e questionamentos		3
Minhas sensações e questionamentos		5
Minhas sensações e questionamentos		3
Minhas sensações e questionamentos - Experimentos		3
Minhas sensações e questionamentos parte 1.		7
Minhas sensações e questionamento		2
Minhas Sensações e Questionamentos		2

Com isso, ressaltamos a importância do planejamento em conjunto em um curso com essas características, pois todas as quinzenas tiveram de alguma forma a articulação entre as duas disciplinas. A interdisciplinaridade enquanto diálogo, trabalho em conjunto “[...] implica o desenvolvimento de diversos princípios. A humildade, a importância da espera, a coerência, o respeito e o desapego [...]” (FAZENDA et al, 2015, p. 18, grifos dos autores). Além disso, para desenvolver esses princípios é preciso produzir uma transformação no modo de pensar, sentir e agir, sendo o que sustenta uma prática interdisciplinar (ibidem). À vista disso, compreendemos que a dinâmica da interdisciplina possibilitou que os estudantes entendessem vários conteúdos conectados entre si e não fragmentados como na maioria das vezes são apresentados. Mostra-se assim, como estes fazem parte da realidade e da sua inserção dentro de uma organização curricular.

Percurso Metodológico

A fenomenologia, além de uma metodologia de pesquisa, é uma corrente filosófica. Bicudo (2011), resgata a etimologia da palavra para explicar a forma com que a lógica, característica marcante no racionalismo e no movimento positivista de

pesquisa, encontra-se com a intuição e a percepção em prol do modo de explicar fenômenos para além daquilo que se via sobre eles, em direção à subjetividade da interpretação de quem os vê. Para tal, alia-se à hermenêutica buscando perceber o fenômeno, compreendê-lo a partir de seus diferentes significados. A pergunta que permeia os estudos, na perspectiva fenomenológica hermenêutica, visa à emergência do fenômeno ao buscar o que se mostra a seu respeito.

Nesse trabalho, objetivamos compreender o que é isso que se mostra dos modelos explicativos sobre os fenômenos físicos apresentados no fórum da interdisciplina Fenômenos da Natureza V. Como forma de análise, será utilizada a Análise Textual Discursiva (ATD), cunhada por Roque Moraes e Maria do Carmo Galiuzzi (2016).

Esse método de análise, de natureza fenomenológica hermenêutica, ocorre em quatro momentos importantes. Primeiramente, faz-se a leitura atenta ao corpus, constituído das produções textuais e linguísticas que representam discursos sobre fenômenos passíveis de leitura e interpretação para construção de sentidos. Neste trabalho o corpus é composto pelas publicações em fórum, no ambiente virtual de aprendizagem (AVA), da interdisciplina anteriormente citada.

Logo em seguida, esse corpus fora desconstruído e unitarizado buscando expressar os sentidos a partir da interpretação do pesquisador mantendo-se em mente a pergunta que norteia o movimento. Em decorrência desse processo, 130 unidades de sentido foram produzidas a partir da leitura profunda e interpretação da escrita de 26 estudantes. Cada unidade fora codificada com a letra “E” e os números variando de 1 a 26.

A terceira etapa é a categorização, feita do agrupamento de unidades a partir de seus sentidos. Moraes e Galiuzzi (2016, p.99) descrevem o processo de categorização como:

[...] uma sequência de passos classificatórios que conduz a um conjunto de categorias reunindo elementos semelhantes. Juntamente com essa construção, também se constroem compreensões do fenômeno da pesquisa e dos seus procedimentos classificatórios. (MORAES e GALIAZZI, 2016).

Essa etapa, originou 4 categorias emergentes expressas no Quadro 1.

Quadro 1: Categorias Emergentes

Código	Categoria Emergente
1	Explicação pautada no saber ensinado (transposição didática)
2	Explicação pautada na interdisciplinaridade
3	Explicação pautada no contexto vivido
4	Explicação pautada na observação

Fonte: autoras do presente artigo

Estas categorias emergentes foram organizadas em duas categorias finais, como mostra o Quadro 2.

Quadro 2: Categorias Finais

Código das categorias emergentes	Categorias Finais
1	Transposição didática pela experimentação: construção de modelos explicativos.
4	
2	Construção de modelos explicativos pela interdisciplinaridade com o contexto vivido.
3	

Fonte: autoras do presente artigo

A última etapa consiste na construção do metatexto, acerca das categorias finais, que é a forma de comunicar as compreensões a respeito do fenômeno de modo descritivo-interpretativo ancorando os argumentos construídos e assumindo-se como autor no ler e escrever, reconstruindo a realidade.

Construção de modelos explicativos pela interdisciplinaridade com o contexto vivido

Tomando como base as categorias emergentes: “Explicação pautada na Interdisciplinaridade” e “Explicação pautada no contexto vivido” chegamos à categoria final: “Construção de modelos explicativos pela interdisciplinaridade com o contexto vivido”. Nesta categoria analisamos como os licenciandos do curso de Ciências EaD

tecem seus modelos explicativos, realizam a modelagem, acerca dos fenômenos implicados nas atividades experimentais sobre a perspectiva da argumentação balizada pela interdisciplinaridade e pela contextualização.

Embalados pela curiosidade em compreender os fenômenos envolvidos nos experimentos, é possível identificarmos nas “falas” dos estudantes a utilização da argumentação, que em Justi (2015) assumimos como uma capacidade acompanhada de inúmeras habilidades. Nesse aspecto, as capacidades argumentativas incluem o lidar com evidências, o elaborar argumentos, o contra-argumentar, o elaborar teorias alternativas e o refutar.

Em meio a isso, na expressão inferida pela estudante E6, percebemos a presença de algumas capacidades argumentativas direcionadas a Primeira Lei de Newton:

No dia-dia podemos ver como a aplicação prática da Inércia, pode ser percebida quando estamos parados em um mesmo lugar e, somente iremos nos movimentar, se uma força agir sobre nosso corpo, como por exemplo um empurrão, outra aplicação da Inércia é quando estamos dirigindo em linha reta e precisamos fazer uma curva, para isso teremos que atuar girando o volante, caso não fosse aplicada a força sobre o volante, o carro continuaria em linha reta (E6).

Neste excerto, ressaltamos a presença de evidências que se caracterizam por observações utilizadas no intuito de dar subsídio a uma opinião. A articulação de evidências (afirmativas) com uma justificativa nos remete a elaboração de argumentos. Desse modo, “[...] um argumento científico pode ser definido como uma afirmação devidamente subsidiada por justificativa(s) de natureza empírica e teórica” (JUSTI, 2015, p.35).

Em continuidade a nossa análise, na “fala” da estudante E25 ressaltamos o contra-argumento quando manifestado em oposição a explicação apresentada por outra colega: “Gostei das tuas colocações, mas para mim aconteceu um pouco diferente [...]. Essa sensação térmica é relativa, depende de cada sensação e da nossa sensibilidade individual” (E25). O contra-argumentar caracteriza-se pela utilização de evidências contrárias às ideias defendidas, possibilitando aceitar as limitações que constituem os conhecimentos construídos.

No âmbito da elaboração de teorias alternativas, destacamos a explanação do estudante E2:

Os receptores de temperatura são denominados termorreceptores e detectam calor e frio, e como resultado, é possível afirmar que cada pessoa percebe a mesma sensação de forma diferente, uma vez que, podemos ter estes receptores mais sensíveis a certos estímulos do que a outros (E2).

De acordo com Justi (2015), o elaborar teorias alternativas implica em considerar que qualquer situação possa ter outras formas de ser explicada, e com isso, coexistirem teorias alternativas que serão utilizadas a depender da adequação ao contexto. Ainda no referido trecho, podemos considerar o refutar de argumentos, que ocorre pela defesa de um sujeito da teoria por ele defendida em controvérsia a de outro com uma teoria alternativa, quando se refere à solução/explicação para um problema/fenômeno. Com isso, ele é essencial tanto no contexto cotidiano quanto no científico, uma vez que nos compele a decidir entre opções que carregam controvérsias, teorias e ideias alternativas, contribuindo para a construção do conhecimento.

Pautando-nos no fato de que a atividade cerne dessa discussão possibilitou aos estudantes a proposição de explicações, a ampliação de teorias, a realização de inferências, dentre outros aspectos, significamos a modelagem nesse processo fundamentando os conhecimentos construídos. Para Brandão, Araújo e Veit (2008, p.11), a modelagem é definida como “[...] um processo de criação de modelos com a finalidade de compreender a realidade” e de forma geral, envolve além da produção, a validação e a aplicação de modelos.

Destarte, quatro etapas podem ser associadas à construção dos modelos explicativos, a saber: a produção, que implica na busca por informações sobre o que se quer modelar; a expressão do modelo, que está na forma com que será representado (texto, esquema, virtual, gestual, etc.); os testes sobre esses modelos de modo a conferir coerência; e a avaliação, que consiste em averiguar a utilização do modelo em diferentes contextos, bem como se este apresenta limitações (JUSTI, 2015).

Um ensino baseado na modelagem além de favorecer a compreensão de conceitos científicos, também possibilita a compreensão da própria Ciência e para isso, a interação entre os sujeitos faz-se fundamental já que é nas trocas de experiências que o conhecimento é construído, conforme observamos a partir da proposição da atividade experimental no fórum. Visto dessa perspectiva, um ensino fundamentado na modelagem faz-se indissociado de habilidades argumentativas, sendo assim, estas perpassam desde a elaboração, a expressão, até o teste e a avaliação dos modelos.

Nesse segundo momento, voltamos nossa análise ao viés interdisciplinar e de contextualização que permeia os diálogos criados pelos estudantes no fórum da interdisciplina Fenômenos da Natureza V. Considerando a interdisciplinaridade um ato de troca de saberes e experiências, de relação entre disciplinas ou áreas do conhecimento é possível identificarmos nos argumentos dos estudantes uma externalização permeada por uma visão holística (FERREIRA, 2013).

Ainda que compreendamos a complexidade inerente a cada fenômeno e com isso, facilmente nos direcionamos a olhar sobre apenas um de seus aspectos, significamos que a imersão em um contexto em que a interdisciplinaridade é o centro das ações pedagógicas, como no curso de Licenciatura em Ciências, proporcionou a cada estudante apresentar uma pequena parte dos infinitos aspectos de um mesmo fenômeno.

Tanto a interdisciplinaridade quanto a contextualização aparecem como princípios balizadores em documentos que norteiam os currículos da educação. Para Kato e Kawasaki (2011) no ensino, a contextualização fez-se necessária “[...] em um momento da educação formal no qual os conteúdos escolares eram apresentados de forma fragmentada e isolada, apartados de seus contextos de produção científica, educacional e social”. Tal colocação nos reporta a uma preocupação com o ensino, cuja abordagem dos conteúdos formais não raramente se distancia dos contextos significativos aos estudantes. Desse modo, faz-se essencial que a contextualização dependa não apenas das disciplinas formais ou do contexto não formal dos estudantes, mas também do contexto histórico, social e cultural destes (*ibidem*).

Percebemos esse fato no trecho mencionado pelo estudante E2:

Dessa forma quanto mais lisas forem duas superfícies, menor será a força de atrito entre elas, assim como alguns calçados com solas mais lisas e outras mais ásperas, ou também pisos mais lisos ou ásperos, compreendi que o atrito pode variar dependendo das superfícies que estão em contato (E2).

E ainda: “[...] O atrito está no nosso cotidiano de várias formas, como por exemplo, quando seguramos os objetos, sem o atrito os talheres e outros objetos escapariam de nossos dedos...”. Vemos as relações estabelecidas com o cotidiano em vista da significância do conteúdo abordado na interdisciplina, buscando uma conexão com o que se discute na mesma e com o que é observado no dia a dia. Entretanto, ainda que esse vínculo com o cotidiano seja fundamental nos processos de ensino e aprendizagem, precisam ser superados, de modo a sempre resgatar os níveis conceituais

e abstratos da aprendizagem, ascendendo sempre a uma ação e reflexão (KATO e KAWASAKI, 2011).

Em Santomé (1998), reafirmamos a importância da proposição de atividades que constatem que o conhecimento é produzido em um contexto social, político e econômico, que o influencia, sendo assim, não é a-histórico e distante dos sujeitos. Com a proposição das atividades experimentais na interdisciplina de Fenômenos da Natureza V aqui descrita e analisada, significamos a pertinência de espaços que incentivem a participação ativa e colaborativa dos sujeitos nos processos de construção do conhecimento por meio da modelagem como forma de expressão de significados e composição de ações que conferem uma constante busca pela compreensão dos fenômenos da natureza, na perspectiva da argumentação balizada pela interdisciplinaridade e contextualização.

Transposição didática pela experimentação: construção de modelos explicativos

Essa categoria emerge ao aglutinarmos as categorias iniciais “Explicação pautada no saber ensinado (transposição didática)” e “Explicação pautada na observação”, às quais percebemos um movimento dos estudantes em buscarem enunciados acerca dos fenômenos observados durante a realização das atividades experimentais, em livros, sites e, principalmente, no material didático produzido pelos professores e disponibilizado na plataforma Moodle.

Para tal, leis, enunciados e postulados, encontrados nessas fontes, são utilizadas e conduzem a reflexão acerca da diferença existente entre o saber científico produzido e o outro que é ensinado na sala de aula, seja esta presencial ou *on-line*. Esse movimento entre as formas de saber científica e a escolar é amplamente discutido por Chevallard (2013) ao explorar o conceito da transposição didática. Em sua teoria, o autor assume a existência de diferentes níveis de saber que estão diretamente ligados aos diferentes contextos sociais existentes, mas que se relacionam em um ambiente mais amplo, intitulado noosfera.

Dentre os saberes, o saber sábio – definido por Yves Chevallard - é aquele produzido pelos cientistas e intelectuais a partir de seus entendimentos acerca dos fatos da natureza. Em sua socialização, os resultados são compartilhados em linguagem adequada àquele que o produziu, não refletindo o contexto o qual esse pesquisador está

inserido. Como esse saber passa a fazer parte do acervo da humanidade? Paulo Filho (2000), nos apresenta a resposta:

[...] o saber sábio é objeto de um processo transformador que o transfigura em um novo saber, processo denominado de transposição didática. Esta tarefa é competência de um novo grupo que compõe outra esfera, mais ampla que aquela dos intelectuais, e que sob regras próprias passa a gerar um novo saber – o saber a ensinar (p.176).

Partindo do pressuposto de que os objetivos da comunidade científica e da escola são distintos, o saber ensinar faz-se por meio dos livros didáticos, textos, manuais de ensino, que exibem o saber como forma de conteúdo, tornando-se ferramenta do professor ao preparar suas aulas, e assim, buscando meios para desenvolver o saber a ensinar. Essa etapa, processo transformador do saber científico, transforma o saber a ensinar em saber ensinado no ambiente escolar, em que o professor observa o que está no entorno de seus estudantes e as suas experiências e assim amplifica o saber dos alunos a partir de situações de contextualização (ALVES FILHO, 2000; SILVA et al., 2016).

Nesse sentido, é preciso que os professores compreendam seu importante papel na mediação desses saberes por intermédio dos artefatos bem como na linguagem utilizada. O saber é transformado, reescrito, modificado e adaptado, aspectos esses observados também no ensino a distância e ambientes virtuais de aprendizagem, uma vez que “[...] o professor imbui o saber a ser ensinado com seus aspectos particulares, subjetivos” (MATOS FILHO, 2013, p. 1193).

No presente trabalho, podemos observar dois movimentos de transposição didática. O primeiro, realizado pelas professoras da interdisciplina ao produzirem um material adaptado às demandas da educação a distância, rico em imagens e variadas formas de linguagem, incorporando e incentivando atividades, como a experimental aqui analisada. Outro movimento, que podemos observar é o do discente em formação, que busca a partir da observação dos fenômenos construir modelos explicativos dos fenômenos físicos observados usando-se dos materiais disponibilizados na sala de aula *on-line*.

Após realizar o experimento onde puxa uma caixa com um elástico em diferentes superfícies, E13 recorre ao saber ensinado sobre as Leis de Newton para formular seu modelo explicativo:

Acredito que para o Experimento 1 & 2 é possível falar sobre a 1ª Lei de Newton – Lei da Inércia, a qual diz que se não for aplicada alguma força sobre o objeto, este tende a manter-se em repouso e ainda, quanto maior for a massa do objeto maior será sua inércia. Assim, como a bola de gude não foi o objeto atingido, continuou em repouso (E13).

Enquanto outros estudantes, formulam seus modelos pautados na observação, ainda que não deixem de fazer relações com os saberes que envolvam o seu contexto. E7, fala que é possível “[...] percebermos que o atrito com a superfície determina a força que vamos aplicar para que o objeto se mova, ou a falta de atrito entre o objeto e a força aplicada poderá gerar uma inércia” (E7). Enquanto E26, infere:

Na superfície áspera da folha de lixa poderíamos usar algo mais pesado, o resultado seria uma dificuldade maior para mover o objeto, pois a massa do objeto seria maior e também a resistência da folha áspera seria maior, assim também com a superfície lisa de uma folha, e com relação ao nosso experimento com o elástico, ao usarmos algo mais pesado nessa superfície iríamos exercer uma força a mais para mover, comparado com o experimento da caixa de giz que quase não possível exercer uma força alguma. (E26)

A respeito da educação a distância, ela pode ser considerada como uma forma de modernização, uma vez que novas teorias e modelos vão se constituindo à medida em que as tecnologias são incorporadas. Desta forma, constituem-se meios para que o saber se torne mais compreensível a partir da transformação da linguagem adaptada ao contexto escolar (CHEVALLARD, 2013). O estudante E17, por exemplo, cria um modelo explicativo para o conceito de calor a partir de suas percepções e o expressa em uma linguagem simples adaptável a sua realidade:

Segundo minhas percepções, acredito que sim, haveria mudança no resultado do experimento 3 se fosse realizado num dia com baixa temperatura, digamos que o dia está com temperatura de 5°C a mão que for na água com temperatura de 10°C, estando a mão gelada, não haverá uma grande variação de temperaturas, porém na temperatura de 45° C, será uma variação muito maior, este choque térmico dará sensação da temperatura estar ainda mais elevada. (E17)

A partir do que observa, E6 estabelece uma relação entre troca de calor e energia térmica e afirma que “[...] ambas as mãos receberam e perderam calor, pois em cada situação para a realização do experimento houve uma troca de energia térmica” (E6). No entanto, nessa reescrita, Brockington e Pietrocola (2005) apontam que o conhecimento científico escolar, criado no ambiente escolar, precisa estar fundamentado

no conhecimento produzido pelos cientistas e que é consensual na comunidade científica, isto é, ideias, teorias e conceitos apresentados nas diferentes fontes de pesquisa e nas transformações, adaptações, feitas para a sala de aula.

O estudante E19 recorre aos textos disponibilizados pelas professoras e afirma que a “[...] primeira Lei de Newton diz que um corpo em repouso, tende a ficar em repouso a não ser que uma força maior passe a atuar sobre este corpo”, saber que a motiva a criar uma explicação para o que observa, diz que essa lei explica “[...] o motivo pelo qual os petelecos não tiveram força suficiente para movimentar o papel e a bola de gude”. Ainda conclui que “[...] deve-se levar em conta que quanto maior a massa do objeto, maior será sua inércia” (E19). O contexto do estudante, o seu conhecimento prévio e suas experiências precisam ir ao encontro dos conceitos teóricos. Chevallard (2013, p.11) pontua que “[...]o ensino exige o reconhecimento social e a legitimação do conhecimento ensinado. Ao passar de conhecimento utilizado para o conhecimento ensinado, relevância dá lugar à legitimidade”.

Na proposta realizada na disciplina, os alunos foram incitados a realizarem atividades experimentais e formularem hipóteses sobre os fenômenos observados, por exemplo, E25 define sua interpretação acerca do que é a sensação térmica e pontua que “O fenômeno estudado neste experimento das bacias [...] é chamado de Sensação Térmica, que é quando sentimos algo quente quando a temperatura está maior que o corpo, e ganhamos calor” (E25).

Muitos estudantes buscam exemplificações e representações nos seus contextos, vivências, valores e experiências pessoais, como pode-se observar nas escritas de E23 e E4, simultaneamente, enquanto exploram o conceito de calor:

[...] acredito que em relação às mudanças de temperatura quente e frio, também está relacionada à temperatura do ambiente, onde ao tirar a mão da água quente sentiremos um frescor, com mais ou menos intensidade dependendo da temperatura do local, antes mesmo de colocar na bacia com água morna (E23).

O processo se inverte quando tocamos algo frio, sentimos, pois o objeto está menor que nossa temperatura corporal, da mesma forma nosso corpo transfere calor para o objeto frio (E4).

Percebemos, pelo uso das palavras “acredito”, “sentimos”, “sentiremos um frescor”, que os estudantes expressam suas crenças e experiências pessoais como forma de explicar o fenômeno que observam, como pontuado no capítulo anterior, atrelados a

explicações que revisitam os materiais e atividades disponibilizados na plataforma, deste modo, construindo seu próprio modelo explicativo.

Considerações finais

A partir das discussões e análises tecidas no decorrer deste capítulo, compreendemos que na perspectiva da formação de professores em Ciências a interdisciplinaridade contribui para o desenvolvimento de propostas pedagógicas que possibilitam a aproximação dos estudantes a conteúdos mais integrados e contextualizados. Tais ações resultam de uma organização de trabalho articulado entre o corpo docente no que tange ao planejamento e proposição de conteúdos e atividades, ajudados pela própria estrutura curricular, como temos no curso de Licenciatura em Ciências na modalidade a distância da FURG.

Ressaltamos que para que essas ações ocorram de modo articulado é necessário que o corpo docente, professores e tutores, faça o planejamento em conjunto de modo a validar os trabalhos de todos que vivenciam esse processo. Muitas investigações já nos mostraram que a teoria referente a interdisciplinaridade acontece em documentos organizacionais, principalmente em currículos de cursos de graduação. No entanto, a prática realizada pelos sujeitos é que fará com que as atividades cheguem aos estudantes possibilitando a interdisciplinaridade (ARAÚJO, TAUCHEN e HECKLER, 2017).

Com isso, a atividade disponibilizada aos estudantes na interdisciplina de Fenômenos da Natureza V, cerne deste estudo, incentivou além da observação dos estudantes acerca de cada etapa da atividade experimental, à organização de seus conhecimentos prévios. Buscando-se fazer desse espaço de formação on-line um meio para possibilitar o trabalho colaborativo e articulado entre os sujeitos, a modelagem surge viabilizando a interpretação e representação dos fenômenos envolvidos, resultando em uma produção coletiva aberta ao aperfeiçoamento. Desse modo, significamos com a análise realizada que a interdisciplina e as atividades propostas possibilitaram aos estudantes a construção de modelos explicativos científicos de modo interdisciplinar e contextualizados, por meio da experimentação.

Referências

- ALVES FILHO, J.P. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis-SC, v.21, n. especial, p. 44-58, nov., 2004.
- ARAÚJO, R. R.; TAUCHEN, G.; HECKLER, V. Currículo e formação de professores: da simplificação ao pensamento complexo. **Ensino & Pesquisa**, v. 15, n.1, p.65-93, 2017.
- BRANDÃO, R.V.; ARAUJO, I.S.; VEIT, E.A. A modelagem científica de fenômenos físicos e o ensino de física. **Revista Física na Escola**, Porto Alegre-RS, v.9, n.1, p.10-14, 2008.
- BRASIL. Universidade Federal de Rio Grande. **Projeto Pedagógico do Curso de Graduação a distância: Licenciatura em Ciências. Rio Grande: FURG**, 2018. Disponível em: https://cienciasuab.furg.br/images/arquivos/2018_PPC.pdf> Acesso em: nov. 2019.
- BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M. Serão as Regras da Transposição Didática Aplicáveis aos Conceitos de Física Moderna? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre – RS, v.10, n.3, p. 387-404, 2005
- CHEVALLARD, Y. Sobre a teoria da transposição didática: algumas considerações introdutórias. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, Rio de Janeiro- RJ, v. 3, n.2, p.1-14, 2013.
- FAZENDA, I. C. A.; TAVARES, D. E.; GODOY, H. P. **Interdisciplinaridade na pesquisa científica**. São Paulo: Papirus, 2015.
- FERREIRA, M. E. de M.P. Ciência e Interdisciplinaridade. In.: FAZENDA, Ivani. (org.). **Práticas interdisciplinares na escola**. São Paulo: Cortez, p.23-28, 2013.
- FERREIRA, P.F.M.; JUSTI, R. da S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo-SP, n.28, p.32-36, 2008.
- JUSTI, Rosária. Relações entre argumentação e modelagem no contexto da ciência e do ensino de ciências. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, MG, v.17, p.31-48, nov.2015.
- KATO, D. S.; KAWASAKI, C.S. As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de Ciências. **Revista Ciência & Educação**, Bauru- SP, v.17, n.1, p. 35-55, 2011.
- LÜCK, H. **Pedagogia Interdisciplinar: fundamentos teórico-metodológicos**. 18 ed. Rio de Janeiro: Editora Vozes, 2013.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M.C. **Análise textual discursiva**. 3. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2016.

MATOS FILHO, M.A.; MENEZES J.E.; QUEIROZ, S.M.; SILVA R. S. A.
Transposição didática em Chevallard: as deformações/transformações sofridas pelo conceito de função da sala de aula. In: **XIV Congresso Nacional de Educação**, 2008, Curitiba-PR. Anais- Trabalhos completos, Curitiba, 2008. On-line.

OLIVEIRA, E.; et al. A “psicologia da aprendizagem” na formação de professores para a docência online: relatos de uma experiência de ensino e pesquisa. In.: SILVA, Marco. (org.). **Formação de professores para docência online**. São Paulo: Loyola, 2012. p.67-85.

SANTOMÉ, J. T. **Globalização e Interdisciplinaridade**: o currículo integrado. Porto Alegre: Editora Artes Médicas, 1998.

SILVA, E. J.; PEREIRA, A. M.; ASSUNÇÃO, G.H. TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA: A Contextualização no Processo de Ensino Aprendizagem. **Anais da Mostra de Iniciação Científica La Salle, Linha de Pesquisa: 5ª-Estudos Culturais e Linguagens na Educação**, p. 814 – 824, 2016. Disponível em:
<http://faculdadelasalle.edu.br/mic/anais/2016/>. Acesso em: dez. 2019

Enviado em: 03/12/2020.
Aceito em: 04/03/2021.
Publicado em: 10/06/2021.