

## **Experimentação investigativa em uma comunidade de indagação *online* formada por professores na pós-graduação**

*The emergence of investigative experimentation in an online inquiry community formed by professors in postgraduation*

**Willian Rubira da Silva**<sup>1</sup> (willianrus@gmail.com)

Universidade Federal do Rio Grande - FURG; Grupo de Pesquisa CIEFI - Comunidade de Indagação em Ensino de Física Interdisciplinar.

**Valmir Heckler**<sup>2</sup> (valmirheckler@gmail.com)

Universidade Federal do Rio Grande - FURG; Grupo de Pesquisa CIEFI - Comunidade de Indagação em Ensino de Física Interdisciplinar.

### **Resumo:**

O estudo apresenta compreensões emergentes em uma pesquisa pautada no questionamento sobre o que é isso que se mostra de uma comunidade de professores de Ciências que transforma suas dúvidas, ideias e experiências em objetos aperfeiçoáveis. Abrange a constituição do campo empírico de forma coletiva e colaborativa em uma disciplina da Pós-Graduação em Educação em Ciências na Universidade Federal do Rio Grande – FURG. As informações coletadas foram auto organizadas com o auxílio da Análise Textual Discursiva (ATD) em que emergiram três categorias. Neste estudo apresentamos o metatexto referente à primeira categoria emergente: A comunidade debate/prática experimentação investigativa. Compreendemos que os professores membros desta disciplina compreendem os experimentos como objetos aperfeiçoáveis pela comunidade; praticam aquilo que debatem e debatem aquilo que praticam; argumentam e questionam mais constantemente do que concordam; debatem o contexto que vai além do experimento; dialogam sobre e suas experiências e são flexíveis em relação aos seus roteiros e cronogramas.

**Palavras-chave:** Análise Textual Discursiva (ATD); Pesquisa-Formação; Experimentação Investigativa; Indagação Online.

### **Abstract:**

The study presents emerging understandings in a research based on the questioning of what is it that shows itself of a science teachers community who transforms their doubts, ideas and experiences into improvable objects. This study covers the constitution of the empirical field in a collective and collaborative way in a postgraduate course in Science Education at the Federal University of Rio Grande - FURG. The information collected was self-organized with the aid of Discursive Textual Analysis (ATD) in which three categories emerged. In this study we present the metatext referring to the first emerging category: The community debates/practices investigative experimentation. We understand that the teachers who are members of this course

understand the experiments as objects that are improvable by the community; they practice what they debate and debate what they practice; argue and question more consistently than they agree; debate the context that goes beyond the experiment; dialogue about and their experiences and are flexible in relation to their roadmaps and timelines.

**Keywords:** Discursive Textual Analysis (ATD); Research-Formation; Investigative Experimentation; Online Inquiry.

## 1. INTRODUÇÃO

Registramos um espaçotempo em que a única constante é a mudança - a sala de aula na cibercultura. Reconhecemos que não são apenas os estudantes, os nativos digitais, que utilizam diariamente e com desenvoltura as ferramentas digitais e da web 2.0, mas também professores, pais, funcionários e coordenação da escola. De maneira semelhante, a ciência contemporânea se apoia fortemente em tecnologias digitais para as mais variadas aplicabilidades. Dentre estas destacamos a divulgação de resultados para os pares, modelagem e simulação computadorizada e a experimentação remota.

Assumimos a importância da experimentação no ensino de Ciências em uma perspectiva *online*, isto é, apoiada nos recursos da web 2.0 e em uma proposta de indagação dialógica (WELLS, 2001). Reconhecemos que muitas escolas não possuem acesso a um laboratório de Ciências, de informática ou acesso à internet. Contudo, observamos a partir de experiências com ensino e extensão que o uso de smartphones e a conexão com internet alcança a maioria dos estudantes.

Neste contexto, comunicamos no artigo um recorte sobre a experimentação investigativa emergente na pesquisa de mestrado **Comunidade de indagação online: pesquisa-formação com professores de ciências** (SILVA, 2017). Caracterizamos o estudo como pesquisa-ação prático-colaborativa (FRANCO; LISITA, 2008), no campo qualitativo com base fenomenológica hermenêutica (BICUDO, 2011), em que as informações são analisados pela Análise Textual Discursiva (ATD) (MORAES; GALIAZZI, 2011). O intuito desse está em compreender o que é isso que se mostra de uma comunidade de professores de Ciências que transformam suas dúvidas, ideias e experiências em objetos aperfeiçoáveis, ao realizarem pesquisa-formação da sua prática interconexa com temas da experimentação em Ciências.

## 2. METODOLOGIA

Assumimos no estudo a pesquisa-ação, pesquisa-formação pensada no contexto de professores, como uma epistemologia de pesquisa e prática desenvolvida nestes diferentes coletivos de professores e licenciandos da área de Ciências. Dessa maneira, significamos essa ser uma forma de construir conhecimento interligado a própria constituição do caminho metodológico de nossas pesquisas na/sobre a formação de formadores de professores (PIMENTA; FRANCO, 2008).

A pesquisa-ação é reconhecida no ramo das pesquisas qualitativas por Pimenta (2005) junto com a etnografia, a interventiva e o estudo de caso. Nessa perspectiva, a autora propõe a pesquisa-ação quando o intuito é pesquisar com os profissionais nos contextos escolares e não sobre eles. Nesse mesmo viés de Pimenta, Santos (2005) expressa que na pesquisa-formação, a pesquisa não é um espaço para se olhar o fenômeno do lado de fora, mas sim um espaço de formação e auto formação onde riscos e incertezas estão presentes ao pesquisador-pesquisado sem invalidá-la.

Registramos dois motivos para o professor ser investigador de sua própria prática (WELLS, 2001). O primeiro é servir de modelo para seus alunos, apresentando uma postura de indagação e pesquisa perante as situações de aula no qual ele espera que seus alunos tenham. O segundo remete a singularidade de cada sala de aula e cada processo de aprendizagem. Nesse sentido, o estudo sistemático da própria prática, conduzida de maneira reflexiva, constitui um aprendizado sobre aquela situação específica, o que pode aperfeiçoar tanto o conhecimento pedagógico do professor quanto a sua prática. Assim, no esforço de compreender e melhorar a prática, a teoria tanto surge a partir dela quanto a ajuda a dar sentido. A partir da teoria podemos visualizar possíveis melhorias para a prática assim como construir uma base racional para explicar as razões dessas alterações aos outros.

A construção do campo de investigação (campo empírico) aconteceu de maneira prático-colaborativa dentro da disciplina de Indagação Online na Experimentação em Ciências (IOEC) ofertada pelo Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências,

na Universidade Federal do Rio Grande – FURG, durante o segundo semestre de 2015. Esta foi proposta pelos professores do programa Valmir Heckler e Maria do Carmo Galiuzzi e teve como objetivo central organizar uma comunidade de professores, constituída pelos mesmos e por 5 pós-graduandos (Daner, Ana Laura, Lisete, Patrícia e Willian)<sup>1</sup>. Assumidos todos como professores em processo formativo, a disciplina contemplou aspectos teórico-práticos da experimentação em Ciências em uma perspectiva da Indagação *Online* (HECKLER, 2014).

A disciplina foi estruturada com nove encontros presenciais aliados a diversos momentos de interação assíncronos apoiados pelo Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) Moodle, uso de e-mail, Google Documentos e hangouts. Os primeiros três encontros foram utilizados para o grupo dialogar/compreender aspectos da cibercultura, da indagação *online* e da experimentação em Ciências – temas esses assumidos como centrais na proposição da disciplina.

No terceiro encontro foi decidido no coletivo que cada professor, ou grupo de professores, seria responsável por apresentar e conduzir uma proposta de experimentação no contexto da indagação *online*. Assim, 5 propostas foram praticadas:

- O que é ser cientista e o paraquedista (encontro 4);
- Experimento da gota d'água no óleo (encontro 5);
- Tensão superficial (encontro 6);
- Para além do leite psicodélico (encontro 7);
- Formas, tamanhos, volumes e capacidades (lixeiras) (encontro 8);
- Uma aula divertida (amoeba) (encontro 9).

Optamos por analisar a proposta da experimentação com a lixeira, realizada no oitavo encontro presencial do grupo. A atividade em questão foi escolhida por sua característica única dentro da disciplina. Enquanto as outras propostas experimentais eram familiares aos professores, em que eles propuseram seus experimentos clássicos, buscando aperfeiçoá-los na comunidade para uma perspectiva *online*, essa atividade

---

<sup>1</sup> Todos os membros assinaram um Termo de Compromisso Livre Esclarecido (TCLE) onde permitem o uso de seus nomes, imagens e demais registros construídos na disciplina.

nasce dentro da comunidade. Emerge das dúvidas e inquietações individuais geradas pelas questões da comunidade e do acolhimento dessas indagações pelos outros membros. A inquietação “é possível desenvolver experimentação em Matemática?” deu origem ao oitavo encontro. Neste sentido, a comunidade se mobiliza para debater/desenvolver atividades teórico-práticas na busca de respostas conjuntas a referida pergunta.

Delimitado nosso campo empírico, desenvolvemos a análise das informações com o auxílio da ATD de Moraes e Galiuzzi (2011). Na atividade escolhida, os professores Daner e Valmir buscam construir uma proposta a partir da pergunta “É possível desenvolver experimentação em Matemática?”. Para isso, diversos recursos digitais como o Google Documentos, geogebra, Excel e fotografia, assim como os não digitais como régua, cartolina, tesoura e cola, foram utilizados. Neste contexto, somos desafiados a expressar compreensões sobre o que é isso que se mostra da pesquisa-formação em uma comunidade de indagação dialógica online de professores de Ciências.

A ATD possibilitou desenvolver o *corpus* de análise através de uma interpretação de natureza qualitativa ao construirmos Unidades de Significado em torno do campo empírico e com interlocuções teóricas. Compreendemos essas Unidades de Significado como “passagens significativas do texto que respondem às perguntas a ele dirigidas, para assim, proceder-se com a análise hermenêutica, como um enxerto ao procedimento fenomenológico” (BICUDO, 2011).

A partir deste movimento de auto-organização das informações produzidas na ATD, avançamos para a construção das categorias intermediárias. Este processo busca extrair a característica central dos títulos das unidades para aproximá-los nas categorias. A seguir, partindo das descrições-síntese das sete categorias intermediárias, construímos três categorias finais. Essas categorias emergem na ATD como um processo da produção de metatexto em conjunto com a unitarização e a categorização. As categorias emergentes foram: A comunidade debate/prática experimentação investigativa; Ações e linguagens da comunidade constituem a experimentação; Ferramentas e princípios da comunidade possibilitam/estruturam a atividade.

A partir das categoria finais, registramos a escrita do metatexto. Apresentamos neste estudo o metatexto referente a primeira categoria: A comunidade debate/pratica experimentação investigativa.

### **3. A COMUNIDADE DEBATE/PRÁTICA A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA**

Registramos que o conceito de experimentação não é imposto para a comunidade de professores formada na disciplina IOEC. É um tema debatido/praticado a partir das experiências dos membros, bem como do diálogo com teóricos. Neste sentido, compreendemos que essa experimentação é desenvolvida em uma metodologia investigativa voltada ao processo de formação do professor e à possíveis atividades para estudantes da educação básica.

Registramos que a comunidade se reúne nesta disciplina para dialogar, indagar, propor e praticar/teorizar a experimentação em Ciências com auxílio das ferramentas/interfaces da web. A experimentação com a lixeira foi escolhida como fenômeno a ser analisado porque ela surge dentro deste processo de praticar/teorizar. A disciplina nos convidou a propor e executar nossos experimentos clássicos, à medida que cada um deles seria assumido como objeto aperfeiçoável. Wells (2002) descreve esse objeto aperfeiçoável como uma construção coletiva através de ações colaborativas e do diálogo. Essa construção torna-se uma tanto uma ferramenta para interagir com o mundo (material, como uma chave ou um carro, ou simbólica, como modelos científicos) quanto a representação material do conhecimento deste grupo. O autor ressalta que, para o objeto ser aperfeiçoado, ele precisa de uma forma material para ser compartilhada entre os membros. Entendemos que essa forma material, de uma teoria ou um modelo simbólico, pode ser compreendida como representações externas na perspectiva de Gilbert (2010).

No processo de teorização e proposição do experimento clássico, diversos professores apresentam dúvidas e inseguranças. Enquanto alguns professores se apresentavam mais experientes com relação a teoria e a prática da experimentação em um contexto *online*, outros possuíam diversas indagações como, por exemplo: a

diferença entre experimento e atividade prática; o que seria o *online* em nossas propostas; e se atividades lúdicas também são experimentação. Contudo, apesar das diferentes dúvidas serem ouvidas e debatidas, um questionamento tomou a atenção de todos os membros – tornando-se um objeto aperfeiçoável.

Esse questionamento surge de uma postagem do colega Daner. A postagem foi feita no fórum semanal do segundo encontro. Essa resgata o pedido feito no primeiro encontro onde os membros deveriam descrever seu experimento clássico. O colega Daner registra:

Até semana passada não havia pensado em fazer experimentações nas minhas aulas de matemática, entretanto, após nossas discussões na última semana e a leitura do texto de Wells fiquei com a curiosidade de ver a reação dos alunos em uma aula com experimentação. Admito que é uma possibilidade nova em minha prática, mas com muitas possibilidades de sucesso (Daner, fórum do segundo encontro).

Visualizamos que a pergunta inicial sobre o experimento clássico e o envolvimento, tanto da teoria quanto das práticas relatadas pelos colegas, proporcionaram ao referido professor uma oportunidade de repensar suas concepções e práticas da sala de aula. Esse registro corrobora a ideia de que o professor se encontra em constante formação, em especial, dentro de uma comunidade de indagação.

Na mesma postagem, o professor continua:

Como trabalho no curso de refrigeração pensei em fazer um experimento, o qual relacione o curso com a disciplina de matemática. Para isso, imaginei verificar a dilatação linear dos sólidos. Quem sabe, indagar os alunos sobre as variáveis que influenciam nessa dilatação? Verificar a proporcionalidade entre essas grandezas? Talvez precise aperfeiçoar? (Daner, fórum do segundo encontro).

Notamos que o referido professor, entre a segunda e terceira semana da disciplina, compreende sua proposta, em torno do experimento clássico, como um objeto aperfeiçoável. O professor completa que seria interessante a presença de professores de Física e Química “[...] afim de realizarmos indagações com diferentes enfoques” (Daner, fórum do segundo encontro).

Assumimos, a partir de Scardamalia e Bereiter (2005) que a progressão desejada na construção do conhecimento não parte das atividades para as ideias, mas das ideias tratadas como intermediárias para ideias assumidas como objetos aperfeiçoáveis.

Assim, não basta praticar a experimentação e teorizar as conclusões, mas abrange trabalhar diretamente nos conceitos e modelos que os membros tem sobre experimentação, tratando os aspectos teórico/práticos como aperfeiçoáveis.

Reconhecemos que o professor Daner atende a demanda de apresentar uma atividade experimental para o grupo e abre espaço para a mesma ser aperfeiçoada. Significamos que as respostas do grupo no AVA Moodle não vieram a contribuir diretamente com a proposta do colega, mas a tombar esta. A colega Ana Laura comenta que, as vezes, não é possível o trabalho interdisciplinar e compartilha uma atividade envolvendo trigonometria que realizou nos anos iniciais como professora de matemática. A colega Lisete também compartilha sua experiência com trigonometria na EAD e na Educação do Campo. A colega Patrícia lembra “[...] de uma professora que contava como trabalhou conceitos de área com seus alunos, pedindo que eles imaginassem como queriam a disposição dos móveis em seu quarto” (Patrícia, fórum do segundo encontro).

Registramos, entre estes diálogos, uma indagação do colega Daner voltada para Ana Laura: “Eu, ainda, não vejo essas atividades que tu descreveu como um experimento. O que te ajudou a ter clareza disso?” (Daner, fórum do segundo encontro). Compreendemos essa ser uma pergunta genuína sobre a natureza desta experimentação que os colegas acreditam. Um questionamento emergente, que só foi possível por existir na comunidade “[...] um senso de empoderamento que os encorajou a fazerem suas próprias perguntas e tentarem responde-las com base em suas próprias investigações” (Wells, 2016, p31).

No terceiro encontro presencial, quando perguntado sobre os diálogos no Moodle, Daner fala:

Sim, porque a minha dificuldade inicial foi essa: Na minha visão, antes, era que: Bom, eu tenho que fazer um experimento. Tá, mas de matemática, o que que eu vou fazer no experimento. Tá, o teodolito, trigonometria tu pode montar alguma coisa, colocar seno, cosseno. Geometria espacial, já fiz os alunos levarem bolinha de isopor e palitinho de churrasco para eles construírem os sólidos, mas na minha visão isso não era um experimento (Daner, transcrição do vídeo do terceiro encontro).

Quando questionado porque essas atividades não são experimentação, ele responde:

Porque pra mim tinha que ter algum fenômeno físico ou alguma coisa que emergisse dali que eles tivessem que fazer previsões. Por exemplo, quando eu estou pedindo pra eles, até que eu poderia, eu quero que vocês façam a previsão de qual o volume daquela caixa. Posso fazer. Só que ai eu não conseguia pegar um experimento que usasse só a matemática. (Daner, transcrição do vídeo do terceiro encontro)

Nesta perspectiva registramos a experimentação fortemente relacionada ao experimento controlado e a linguagem científica. Significamos esta linguagem científica como a linguagem especializada e/ou comum utilizadas de maneira especializada nos discursos de comunidades científicas (LEMKE 1998). Ressaltamos que a mesma inclui palavras, imagens, tabelas, diagramas, gráficos, equações, símbolos, gestos ou qualquer outro signo. Quando confrontado com essa ideia sobre experimentação, o professor responde:

Tá, como eu trabalho com refrigeração foi isso que eu pensei na resposta, dos sólidos ou dos líquidos, que é mais fácil de experimentar na prática. Foi por isso que eu pensei, mas ai sempre envolvia alguma coisa química, física, não só matemática... Eu tinha essa dificuldade... Tinha não, tenho essa dificuldade de enxergar o experimento porque, para mim, é atividade prática (Daner, transcrição do vídeo do terceiro encontro).

Interpretamos que estes diálogos relacionam o experimento com o estudo de um fenômeno natural que ocorre no "mundo lá fora" e a modelagem, normalmente utilizando ferramentas matemáticas. Neste sentido, a matemática sozinha, sem as Ciências da natureza, não pode fazer experimentação pois não olharia para essa natureza, olharia apenas para ela mesma. Seria um racionalismo puro sem o empirismo que dá sentido as Ciências da natureza. Neste contexto, esbaramos com os questionamentos: Existe experimentação em matemática? Como a matemática desenvolve conhecimento?

A comunidade, apesar de não problematizar precisamente a experimentação em matemática, apresenta a experimentação em Ciências de diversas maneiras. Diversas ideias de experimentação em consonância foram debatidas em, praticamente, todos os encontros. Esse debate constante do tema já era previsto, uma vez que existe uma proposta permanente na disciplina. A partir do AVA, registramos essa como: "Uma Escrita Semanal - Construção e ampliação de significados sobre a Experimentação em Ciências, constituindo espaço de comunicação de pensamentos sobre as temáticas e atividades desenvolvidas ao longo de cada semana na disciplina". Compreendemos que,

ao longo do semestre, a experimentação foi discutida, teorizada e praticada em um movimento indissociável.

Na perspectiva de significar o termo experimentação, registramos o exercício hermenêutico da palavra “experiência” realizado por Motta (2015). O autor registra três significados para a palavra ainda em suas raízes do latim no século 1 a.C: Como prática ou destreza; como ciência experimental; e como prova para conhecer a verdade. “Experimento” surge como uma derivação da palavra “experiência” próximo ao primeiro século da era cristã significando “ensaio, prova ou tentativa”. No século XIX, a palavra “experiência”, bem como suas variantes, foram dicionarizadas na língua portuguesa. Registramos a variante “Experimentação” sendo registrada em 1873 nos dicionários de nossa língua.

Motta (2015) continua seu exercício buscando o sentido filosófico de “Experiência”, encontrando 7 significados distintos. Contudo, ao observarmos significados no contexto científico-filosófico, dois deles se destacam: como evidência a partir da observação e como instrumento de investigação racional. Concordamos com o autor ao considerar o primeiro sentido como restrito ao não considerar o papel da razão e do entendimento matemático. Entretanto, compreendemos que o segundo sentido foi historicamente tratado como um “método da ciência objetiva”, onde não é o ser humano que se transforma, mas a natureza apenas. Assim, aproximamos o sentido de experimentação realizado na disciplina não a algum dos dois anteriores, mas com o significado de experiência proposto por Larrosa (2002, p.2) como aquilo que “nos passa, o que nos acontece, o que nos toca. Não o que se passa, não o que acontece, ou o que toca”.

Dentro desta discussão/teorização, elencaremos significados relacionados a experimentação que emergiram na comunidade de professores. Neste sentido, o professor Willian comenta no fórum do segundo encontro que experimentação, para ele, é: “Atividade de fazer um experimento, ou seja, estudar um fenômeno natural com condições controladas e seguindo parâmetros e regras que definem a validade dos dados obtidos e das conclusões”. Em seguida, este professor registra: “a experimentação que descrevi se torna uma ferramenta exageradamente metódica para quem não pretende viver da produção científica”.

Em um certo momento do terceiro encontro, professor Valmir comenta que “[...] a gente, no fundo, tenta sempre atrelar essa compreensão de experimentação à linguagem científica. A gente tem essa ideia da experimentação, forte, é a questão do experimento controlado, que tem seus parâmetros e tal”. O professor aqui, de certa maneira, está resgatando tanto a ideia de experimentação em Ciências do professor Willian quanto a da experimentação em matemática do professor Daner. Assim, o professor continua: “Mas hoje, se nos olharmos para a ciência, como ela é construída? Ela tem um problema, um questionamento e a uma interação entre sujeitos que vão conversar sobre aquilo” (Valmir, transcrição da gravação do terceiro encontro). Acreditamos que, como efeito da globalização e o avanço das tecnologias, a clássica experimentação realizada pelo cientista que planejava, executava, analisava e divulgava os resultados de seus experimentos acaba sendo substituída pelo diálogo entre diferentes grupos de pesquisa e onde a ideia de construção de conhecimento não se resume apenas a aquisição de dados empíricos. O experimento controlado é um recorte tanto de um fenômeno da natureza quanto de uma construção social. Para nós, a ciência não se resume a constatações sobre experimentos que deram o mesmo resultado, mas também sobre propor, questionar, modelar e aperfeiçoar tanto o experimento quanto o fenômeno.

Registramos através de Sá (2009) que a prática profissional do cientista, quando aproximada do ensino, pode ser compreendida como uma atividade investigativa, ou ensino por investigação. A autora afirma que quando o papel do professor é “[...] apoiar e guiar os estudantes para que eles descobrissem novos conceitos através de processos da investigação científica” (SÁ, 2009, p.20), esse está envolvendo os estudantes em uma prática investigativa. Como exemplo de situação considerada experimentação pela comunidade, e não atrelada ao laboratório, citamos o teatro<sup>2</sup> encenado pelos pibidianos que debate um experimento que deu errado, onde, segundo o professor Valmir:

[...] abrange debater a formação em torno da experimentação, quer dizer, a segurança do laboratório, a questão “existe o experimento que também não funciona”, e acho que aqui tem uma discussão: Isso ai é experimentação? Sim. Isso é discutir o que acontece em torno do experimento controlado” (Valmir, Transcrição da gravação do terceiro encontro).

---

<sup>2</sup> Esta prática aconteceu em um curso de licenciatura e foi relatada pela colega geograficamente distante durante o terceiro encontro presencial.

Concordamos com colega Valmir em considerar essa prática como atividade da experimentação. Significamos essa como uma experimentação investigativa em um “[...] espaço de sala de aula de dar sentido as palavras do coletivo, inerentes ao diálogo intenso em torno e com o experimento, das linguagens e do discurso das Ciências” (MOTTA et al., 2016, p.92). Uma prática que debate o experimento com a experimentação dos membros participantes.

De maneira geral, registramos duas afirmações decorrentes de nossa compreensão da experimentação. A partir dos temas discutidos, em especial, até o terceiro encontro da disciplina, compreendemos esta como: a investigação de um fenômeno da natureza que, a partir de modelos pré-estabelecidos, constitui a modelagem; a atividade experimental investigativa deve gerar perguntas em torno de um objeto e possibilitar o desenvolvimento de um modelo que atenda aquelas perguntas.

Contudo, lembramos que o objetivo da disciplina foi compreender a experimentação na formação de professores. Neste sentido, registramos a fala da professora Maria do Carmo, no fórum que antecede o terceiro encontro presencial, em que ela busca definir a experimentação a partir “do conhecimento que tem<sup>3</sup>”:

A primeira ideia (sobre atividade experimental) é de que uma prática esteja vinculada à operação de alguma teoria em aprendizagem. Assim, quando fazemos em aula uma atividade e operamos com alguma teoria no concreto estamos de alguma forma nos aproximando desta ideia. Se a teoria é de uma ou outra disciplina não importa, o nome a meu ver pode ser experimentação. Mas o que temos mais presente é que isso é campo das disciplinas de Ciências (Maria do Carmo, Fórum do segundo encontro).

Nesta fala, a referida professora coloca a experimentação não como um processo de construir novos conhecimentos para a humanidade, mas sim de apropriação de um modelo científico que busca explicar um fenômeno. Evidenciamos a associação desta experimentação com a formação do indivíduo, tanto na educação básica quanto em cursos de educação superior.

Ao focarmos nossa compreensão de experimentação associado ao processo formativo, verificamos que, para o professor Valmir “[...] parece que, a um bom tempo, nosso processo formativo foi executarmos uma atividade prática em torno de um

---

<sup>3</sup> Adaptado a partir da postagem da autora

experimento. Um experimento controlado [...]” (Valmir, transcrição do vídeo do terceiro encontro). A crítica aqui está na crença de que a experimentação na escola deve ser usada apenas para comprovar teoria como, costumeiramente, ainda é realizado nas licenciaturas. Acrescentamos que a comunidade, ao estudar aspectos teórico-práticos da experimentação *online*, busca compreender e ampliar a discussão tanto para processos educativos que acontecem na academia quanto para a educação básica.

Neste sentido, ao concordar em discutir a experimentação nos processos de ensino e aprendizagem, a comunidade busca debater como essas ideias se relacionam. A professora Ana Laura relaciona a experimentação do tema lixeira ao conhecimento prévio do aluno quando diz: “[...] e aí a gente vai “aonde”? se o aluno tem esse conceito de volume, porque quando a gente faz, a gente traz o conhecimento do aluno também. O que é que ele tem? Porque ele não chega sem nada... ele chega com conhecimento. Quais conhecimentos...?” (Ana Laura, transcrição da gravação do terceiro encontro). Comprendemos, a partir da fala, que a aprendizagem acontece ao se operar modelos que o estudante já possui. O estudante já possui modelos explicativos bem como diversos artefatos para interagir com o mundo ao seu redor e, no processo de experimentação esses recursos invocados com o intuito de realizar a investigação dialógica. A colega continua: “Mas a gente poderia usar (cálculo integral), mas é um conhecimento que o Willian traz, nossos alunos poderiam dizer: a gente pode medir de um lado, pode ver e colocar água dentro de um saco, dá o volume!”.

Neste sentido, registramos que cada sujeito que integra a experimentação possui experiências diferentes e, sendo assim, significa o mundo a partir de ferramentas culturais distintas. Significamos, através de Mortimer (1994), que a concepção da professora se assemelha com a visão construtivista que elenca duas características principais deste processo de aprendizagem: na primeira, a aprendizagem se dá através do envolvimento ativo do aprendiz na construção do conhecimento; na segunda, as ideias prévias dos estudantes desempenham um papel fundamental no processo de aprendizagem. Nessa concepção, cada atividade de experimentação é única, uma vez que cada indivíduo possui experiências únicas.

Outro aspecto importante que a comunidade destaca para a experimentação é a questão do diálogo. A professora Ana Laura comenta sobre a atividade envolvendo barbante na experimentação em matemática:

Nessa atividade, mesmo muito inexperiente, o que me empolgou foi perceber o diálogo proporcionado pela atividade, com a linguagem matemática, com os conhecimentos prévios dos alunos e inclusive a manipulação de variáveis sugerido pelos alunos... isso sim bem característico do conceito de experimentação que tenho hoje... (ANA LAURA, Fórum do segundo encontro).

Para essa professora, a experimentação envolve o diálogo entre alunos, mediado pela linguagem científica, que parte dos conhecimentos prévios. Para chegar a concepção que ela tem em relação a essa prática, a professora relata em fórum: “Hoje percebo vejo que faltou o que agora faço, proporcionar o diálogo através da solicitação de qual a previsão para a medição da parede com o barbante e a trena” (Ana Laura, fórum do segundo encontro). O diálogo então é incentivado pela pergunta, pelo questionamento, pela necessidade de realizar previsões. Mas essa professora registra que só conseguiu ter a segurança de pedir previsões dos experimentos porque entendeu, a partir de uma comunidade que compartilhou com ela, esse modo de ser professor. Ressaltamos a importância da construção colaborativa do conhecimento, onde a colaboração é central para o aprendizado profissional em comunidade (WELLS, 2016).

Essa discussão da comunidade que relaciona o diálogo a experimentação acaba refletindo na proposição da experimentação da lixeira – encontro em análise neste estudo. Os professores Daner e Valmir planejam: “Durante a nossa aula de quinta-feira, poderíamos formar duplas e inicialmente cada dupla conversaria sobre o que pensou ao tirar fotos dos distintos recipientes” (e-mail enviado de Valmir para Daner). Esse diálogo sobre os registros fotográficos já é considerado, dentro desta comunidade, uma etapa indissociável da experimentação. Registramos um fragmento do e-mail trocado entre os professores Valmir e Daner em que o primeiro diz:

A centralidade da aula estaria em desenvolver uma proposta investigativa, em que o grupo iria operar, formas, avaliar o tamanho, volume e a capacidade de recipientes desconhecidos. Isto poderá incluir a estimativa da amplitude das dimensões importantes do recipiente, como: comprimento, largura, profundidade e diâmetro do recipiente, bem como o volume ocupado de materiais a serem coletados... (e-mail enviado de Valmir para Daner).

Observamos que, para esta primeira etapa da atividade, a proposição dos colegas de avaliar formas, tamanhos, volumes e capacidades, os membros deveriam identificar e aplicar os modelos da geometria espacial nestes recipientes. Já na segunda etapa, estimar variação do volume em função de uma dimensão, bem como o rendimento em função dos tipos de materiais armazenados nestes sólidos. Visualizamos neste registro do planejamento, que os professores buscam contemplar um processo de construção e reconstrução de modelos que seriam guiados pelos questionamentos.

A ideia de ter o estudo do tema guiado pelo questionamento aparece mais explícito em um segundo recorte do e-mail, onde o professor Valmir diz:

Como se calcula a capacidade de uma lixeira? Eu vi em alguns artigos, tabelas que relacionam essa capacidade para lixo seco, orgânico. Quantas latinhas de "coca-cola" cabem em uma lixeira? E se substituirmos as latinhas por cascas de banana, o que muda na capacidade da lixeira? (e-mail enviado de Valmir para Daner).

Acreditamos que o questionamento em torno da capacidade da lixeira é uma pergunta genuína, inicial, que procura construir uma resposta, ao invés de procura-la pronta em algum lugar, que conduza a experimentação. O professor acredita que construir, no coletivo, os modelos que realizam a previsão é mais importante do que a resposta para sua pergunta, na qual ele já obteve nos ditos artigos. Neste sentido, significamos que “[...] as contribuições progressivas dos estudantes para a realização de uma resposta para a pergunta inicial constituem um exemplo muito claro do valor de um "objeto aperfeiçoável" para facilitar a construção do conhecimento colaborativo" (WELLS, p. 8, 2016).

Como uma etapa para a construção de modelos, os colegas planejaram uma atividade prática em que a comunidade iria utilizar materiais concretos para construir seus modelos de lixeiras. Estas seriam baseadas nas discussões sobre a capacidade. Relatamos que os professores também se preocupam com as ferramentas que seriam utilizadas no encontro presencial. Estes dialogam no mesmo e-mail: “Precisamos conseguir o material (Cartolina Branca eu tenho aqui no projeto, tesouras...faltaria cola)” (e-mail enviado de Valmir para Daner). Desta maneira, a preocupação dos dois colegas responsáveis pelo encontro está em questão de proposta metodológica, de conteúdos e de material concreto.

O primeiro desafio da comunidade, com relação a prática em questão, está em fotografar as diferentes lixeiras, em uma atividade assíncrona anterior ao encontro presencial, utilizando-se de algum referencial de medida. Este desafio foi assumido de diferentes formas pelos diferentes membros. Registramos que os membros realizam os registros das lixeiras com intenções diferentes, observando variáveis diferentes, com cuidados com a câmera e com os referenciais de medidas diferentes, de acordo com o exemplificado na figura 1.



**Figura 1** – Registros fotográficos de lixeiras no oitavo encontro

A Figura 1 mostra, a esquerda, o registro fotográfico utilizando a mão como referência de medida e, a direita, utilizando a régua e uma revista como referência de medida. Comprendemos este fenômeno como um indício de que a atividade experimental investigativa acaba por se tornar subjetiva, onde a prática varia de pessoa para pessoa ou de grupo para grupo. Não é nosso objetivo analisar os indivíduos, seus interesses, disposições, conhecimentos e práticas prévias. Dito isso, registramos que as distintas fotos são um reflexo dos membros, com relação a disposição de trabalhar, de expor em comunidade os conhecimentos prévios e experiência na prática.

Registramos através de Lemke (1998) que toda a imagem em contexto é rica em significados. Assumimos, a partir do autor, que a imagem em contexto torna possível a troca de significados entre os membros da comunidade e, neste sentido, cada fotografia traz um diferente significado a ser compartilhado. Neste contexto, os membros compreendiam significados diferentes para a ação “registro fotográfico com referencial de medida”. A fotografia realizada e exposta no ambiente torna-se um signo para

compartilhar a compreensão desta ação e somente ao observar outras ideias que podemos negociar e transformar significados a respeito desta.

A proposta foi planejada para centralizar a experimentação da comunidade nestes registros fotográficos realizados de maneira assíncrona. Entretanto, o grupo recebeu dos professores responsáveis uma nova pergunta no encontro presencial, um desafio, que acaba por conduzir a atividade por outro caminho. O desafio proposto pelos professores responsáveis foi: Qual o formato de lixeira que permite maior armazenamento de lixo utilizando a menor quantidade de material? Observamos, através dos e-mail trocados entre os dois professores, que esta pergunta já estava previamente planejada e que conduziria para a atividade da construção das lixeiras com cartolina. Significamos esse um processo de experimentação investigativa pois esta “[...] pergunta inicial, mesmo que implícita, gera um objeto aperfeiçoável e a partir dele registros do processo e de aprendizagens em diferentes linguagens” (MOTTA et al., 2016, p.97). Neste sentido, definimos a experimentação investigativa, como “[...] aquela que tem uma pergunta que guia as ações, pergunta que gera o objeto aperfeiçoável e coloca à prova os modelos sobre um fenômeno da natureza” (MOTTA et al., 2016, p.97-98).

Entretanto, ao olhar para os e-mails trocados, percebemos que algumas etapas relacionadas a modelagem das lixeiras através das fotografias não foram realizadas. Em contrapartida, outras relacionadas a modelagem das lixeiras de cartolina, construídas na comunidade, não foram planejadas. Significamos esse processo de produzir evidências a partir de um objeto aperfeiçoável, indagar o modelo inicial e assim modelar novamente o fenômeno, produzindo modelos mais complexos, como um processo de modelagem (JUSTI, 2010). Observamos nesta atividade da experimentação uma proposta de planejamento flexível, com uma pergunta inicial que conduz a outros questionamentos emergentes.

No encontro presencial, a turma foi convidada a se dividir em dois grupos e montar, com apenas uma folha de cartolina, a/as lixeira(s) com maior capacidade possível. O modelo proposto inicialmente pelo colega Daner argumenta que entre o grupo de sólidos onde largura e comprimento não são função da altura (cilindros, retângulos e outros prismas retos) o cilindro teria a maior razão do volume pela área de superfície, ou seja, teria a melhor eficiência na relação direta de custo e armazenamento.

Um segundo princípio deste modelo é que, pensando apenas em cilindros, aqueles em que o diâmetro fosse do mesmo tamanho da altura teriam melhor custo benefício.

Seguindo esses dois princípios a comunidade construiu dois protótipos de lixeiras: Um grupo com duas lixeiras maiores e o outro com quatro lixeiras menores. Contudo, mesmo que ambos os modelos seguissem esses princípios, as quatro lixeiras menores eram inferiores, uma vez que gastaram praticamente a mesma quantidade de cartolina e possuíam uma capacidade menor, somadas, do que as duas lixeiras grandes. A partir deste resultado, registramos um terceiro princípio, que quanto maior o diâmetro e a altura do cilindro, maior era a razão do volume pela área de superfície. Apresentamos na figura 2 as representações de lixeiras construídas pela comunidade com cartolina.



**Figura 2** – Montagem das lixeiras de cartolina pela comunidade.

Após esse processo de construção das lixeiras verificamos, utilizando o modelo matemático de volume e área de superfície do cilindro, a melhor eficiência das lixeiras maiores em função das menores. Sendo este resultado, em um primeiro momento, contra intuitivo, o grupo com o modelo “derrubado<sup>4</sup>” revisa diversas vezes os cálculos e então parte para as simulações de ambas as lixeiras no software geogebra que confirmam o resultado inicial. Todavia, apesar da comunidade concordar com os resultados com relação a qual grupo desenvolveu a lixeira mais eficiente, alguns

---

<sup>4</sup> Utilizamos o termo “derrubado” não para conotar uma competição entre os membros, mas para ressaltar que o modelo corroborado pelas evidências suplanta o segundo.

membros começam a questionar o modelo utilizado para explicar o fenômeno em questão.

Durante o nosso café no Centro de Convivência (CC) da FURG, no intervalo do oitavo encontro, o professor Valmir aproveitou para registrar o que acontece nas lixeiras naquele local. Ele fotografou uma lixeira, registrada na figura 3, e indagou ao grupo: Afinal, qual é o volume máximo da lixeira para esse tipo de lixo registrado na foto?



**Figura 3** – Lixeira encontrada no Centro de Convivência da FURG

Neste sentido, além da discussão da capacidade da lixeira na perspectiva de modelo matemático de maior eficiência, a comunidade refletiu sobre outros aspectos relacionados ao tipo de lixo, a geometria da sala em que se põe a lixeira, a reciclagem e ao tipo de material que a lixeira pode ser construída.

Em um momento posterior ao encontro presencial, o professor Willian, não satisfeito com o modelo construído pela comunidade, utiliza o software Excel para realizar projeções, em gráficos e tabelas, do crescimento do volume e da área de superfície para três situações distintas: Quando apenas a altura do cilindro variava; quando apenas o diâmetro variava; e quando a razão do diâmetro pela altura se mantinham constantes. Através das projeções o colega chegou à conclusão de que o modelo em que a altura se mantinha constante era mais eficiente pois, enquanto a área crescia em função do raio ( $2 \times \pi \times R \times H$ ), o volume crescia em função do raio ao quadrado ( $\pi \times R^2 \times H$ ). Essa conclusão, que levaria a uma fragilização do modelo construído pela comunidade, foi apresentada ao grupo no encontro seguinte (nono

encontro). Os professores se mostram atentos ao modelo construído e ao poder de argumentação das tabelas e gráficos. Um exemplo desta atenção está na pergunta feita por um dos colegas, durante o debate, onde foi questionado se essas lixeiras previstas por Willian teriam tampa e fundo. Elas não tinham e, ao adicioná-las ao modelo, todos notaram que o modelo mais eficiente volta a ser aquele em que o diâmetro é igual a altura.

A cada tentativa de modelagem do fenômeno examinado, o modelo explicativo foi se complexificando. Reconhecemos que o diálogo investigativo foi imprescindível uma vez que a argumentação, tanto para derrubar o modelo quanto para sustenta-lo, conduziu a um aperfeiçoamento tanto do modelo quanto da atividade proposta. Registramos que essa última etapa descrita concorda com a ideia de que “na experimentação investigativa é importante operar imerso na linguagem considerando sua componente social e interativa como ação de seres humanos que aprendem a partir do outro” (MOTTA et al., p.95, 2016). Percebemos que nosso modelo era mais situacional do que se imaginava no início e que nosso fenômeno foi se tornando mais complexo.

Posteriormente, a comunidade se deu satisfeita com os modelos construídos de maneira colaborativa e optou por continuar suas atividades com a proposta seguinte. Acreditamos que os membros envolvidos na argumentação referente aos modelos estavam em um processo de aprendizagem colaborativa, em que não se trata apenas de adquirir mais conhecimento, mas de se transformar no processo.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Apresentamos nessa escrita a experimentação investigativa emergente na perspectiva de pesquisa-formação conduzido em uma comunidade de indagação *online*. O campo empírico, constituído em coletivo e registrado em dispositivos de pesquisa proporcionados por ferramentas da web 2.0, foi auto-organizado com o auxílio da ATD. Organizamos, no quadro 1, uma síntese de aspectos emergentes nesta categoria:

**Quadro 1** – Síntese de aspectos emergentes

- Os experimentos são tratados como objetos aperfeiçoáveis pela comunidade;
- A comunidade é atenta a fala dos membros;
- A comunidade pratica aquilo que debate e debate aquilo que pratica;
- A comunidade argumenta e questiona mais constantemente do que concorda;
- O questionamento surge a partir do empoderamento dos membros;
- A experimentação debate o contexto que vai além do experimento;
- A experimentação é debatida no contexto da formação docente;
- A experimentação envolve o diálogo e a experiência de cada um dos membros;
- A investigação é flexível em relação ao seu roteiro e cronograma.

O quadro 1 registra a síntese dos aspectos emergentes da. Dentre estes aspectos, destacamos que os experimentos são tratados como objetos aperfeiçoáveis, isto é, em uma constante construção teórico-prática que parte da experiência e dos questionamentos dos participantes e é possível justamente por não ser rígido em questão de roteiro ou de cronograma.

Compreendemos que a comunidade teorizou e praticou a experimentação em um viés investigativo e coletivo. Para isso, a comunidade debate intensamente o conceito de experimentação associado as ações teórico-práticas.

## 5. REFERÊNCIAS

BICUDO, M. A. V. **Pesquisa qualitativa segundo a visão fenomenológica**. São Paulo: Cortez, 2011.

FRANCO, M. A. S.; LISITA, V. M. S. Pesquisa-ação: limites e possibilidades na formação docente. In: PIMENTA, S. G.; FRANCO, M. A. S. (Org.). **Pesquisa em educação: possibilidades investigativas/formativas da pesquisa-ação**. São Paulo: Loyola, v.2, 2008.

GILBERT, John K. The role of visual representations in the learning and teaching of science: An introduction. **Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching**, v. 11, n. 1. 2010. Disponível em: <[https://www.eduhk.hk/apfslt/download/v11\\_issue1\\_files/foreword.pdf](https://www.eduhk.hk/apfslt/download/v11_issue1_files/foreword.pdf)>. Acesso em: 09 set. 2017.

HECKLER, Valmir. **Experimentação em ciências na EAD**: indagação online com os professores em AVA. 2014. 242 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências) - Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Rio Grande, 2014. Disponível em: <<http://argo.furg.br/?RG001313848>>. Acesso em: 08 set. 2017.

JUSTI, Rosário da Silva. Modelos e modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre aspectos essenciais pouco discutidos. In: SANTOS, W. L. P. e MALDANER, O. A. **Ensino de Química em Foco**. Ijuí : Ed. Unijuí, 2010, p. 209-229

LARROSA, J. B. **Notas sobre a experiência e o saber da experiência**. Revista Brasileira de Educação. Jan-abr, n. 19, p. 20-28, 2002.

LEMKE, J. **Teaching all the languages of science**: Words, symbols, images and actions. In: Conference on Science Education in Barcelona. 1998. Disponível em: <<http://www.jaylemke.com/storage/new-pdfs/Barcelona-Languages-of-science.pdf>>.

Acesso em: 08 set. 2017.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva**. Ijuí: Unijuí, 2011.

MORTIMER, Eduardo Fleury. **Evolução do atomismo em sala de aula: mudança de perfis conceituais**. 1994. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MOTTA, Cezar Soares; et al. Experimentação investigativa: indagação dialógica do objeto aperfeiçoável. In: Galiazzi et al. **Indagações Dialógicas com Gordon Wells**. Rio Grande/RS, Editora da FURG. p. 91-100. 2016.

PIMENTA, S. G.; FRANCO, M. A. S. (Org.). **Pesquisa em educação**: possibilidades investigativas/formativas da pesquisa-ação. São Paulo: Loyola, 2008.

SÁ, Eliane Ferreira de. **Discursos de professores sobre ensino de Ciências por investigação**. Tese (doutorado). Belo Horizonte: UFGM/FAE, 2009.

SANTOS, E. O. **Educação online**: cibercultura e pesquisa-formação na prática docente. 2005. 351 f. Tese (Doutorado em Educação) –Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2005. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/11800>>. Acesso em: 08 set. 2017.

SCARDAMALIA, Marlene; BEREITER, Carl. **Does education for the knowledge age need a new science?** European Journal of School Psychology. v.3, n.1, p.21–40. 2005.

SILVA, W.R. **Comunidade de indagação online:** pesquisa-formação com professores de ciências. 2017. 134 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Rio Grande, 2017. Disponível em: <<http://argo.furg.br/?BDTD11517>>. Acesso em: 08 set. 2017.

WELLS, Gordon. Inquiry as an Orientation for Learning, Teaching and Teacher Education. In: **Learning for Life in the 21st Century**. Oxford: Blackwell, p.197–210. 2002.

WELLS, Gordon. Integração da Teoria Histórico-Cultural da Atividade com a Pesquisa-ação. In: Galiazzi et al. **Indagações Dialógicas com Gordon Wells**. Rio Grande/RS, Editora da FURG. p. 07-44. 2016.

WELLS, G. The case for dialogic inquiry. In WELLS, G. **Action, talk, and text: Learning and teaching through inquiry**. New York: Teachers College Press, 2001.