

EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA COMO MÉTODO DE APERFEIÇOAMENTO DO PERFIL EPISTEMOLÓGICO DOS ESTUDANTES DO SÉTIMO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

*Experiments in physical education as a method of improving the profile of students
epistemological the seventh year of basic education*

Julio Cesar Muchenski [juliomuchenski@gmail.com]

Awdry Feisser Miquelin [awdry@utfpr.edu.br]

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Avenida Sete de Setembro, 3165, Rebouças – CEP: 80230-901- Curitiba/PR

RESUMO

Mostramos neste trabalho uma pesquisa qualitativa dos perfis epistemológicos dos estudantes do sétimo ano do ensino fundamental, em relação as suas adoções da sensação térmica como método para classificar se um corpo está quente ou frio. Percebemos que os estudantes a partir de um senso comum, indicam diferentes temperaturas para objetos que se encontram em equilíbrio com a temperatura ambiente. Acreditamos que tais intuições estejam atreladas ao perfil epistemológico destes estudantes que nos parece alicerçados em um pensamento pré-científico, caracterizado por um animismo latente. Propomos a possibilidade através de uma sequência didática experimental o entrelaçamento do racionalismo e o empirismo para potencializar o perfil epistemológico dos estudantes distanciando-os da intuição com a sensação térmica, com a utilização de um instrumento objetivo de medir temperatura.

Palavras-chave: ensino de física no ensino fundamental, aperfeiçoamento do perfil epistemológico.

ABSTRACT

We show in this work a qualitative study of epistemological profiles of students of the seventh year of elementary school, for their adoption of thermal sensation as a method to classify a body is hot or cold. We realize that students from a common sense indicate different temperatures for objects that are in balance with the ambient temperature. We believe that such intuitions are associated with the epistemological profile of these students seems that grounded in a pre-scientific thinking, characterized by a latent animism. We propose the possibility through an experimental instructional sequence rationalism and empiricism of entanglement to enhance the epistemological profile of the students keeping them away from intuition with wind chill, with the use of an instrument intended to measure temperature.

Keywords: physics education in elementary school, improving the epistemological profile.

1. Introdução

Com a inserção do ensino fundamental fase II (EF II) no Colégio Estadual do Paraná (CEP), início de 2008, passou a existir a possibilidade para o ensino de ciências de uma proposta de trabalho com esses estudantes no laboratório de Física, surgindo a oportunidade e o desafio de refletirmos sobre práticas experimentais de Física para essa faixa etária. Tomamos como princípio a adaptação da linguagem físico matemática, porém mantendo o rigor do pensamento científico sem utilizar de elementos facilitadores, como por exemplo, o

uso de metáforas visualizamos “O perigo das metáforas imediatas para a formação do espírito científico é que nem sempre são imagens passageiras;” (Bachelard, 2013, p. 101) e, analogias que possam causar intuições que mais tarde na escola básica venham a constituir barreiras ao aprendizado de entidades físicas.

Elaboramos atividades experimentais para todos os anos do EFII e escolhemos para relatar neste trabalho, uma das atividades do sétimo ano envolvendo um dos sintomas da dengue (febre), escolhido por coincidir com o plano de ensino de Ciência do sétimo ano e, associado com a medida de temperatura em uma atividade experimental no laboratório de Física. Por hipótese especulamos que os estudantes utilizam do pensamento pré-científico como alicerce do seu senso comum, como por exemplo, na indicação se uma superfície está quente ou fria.

Indicação de uma sensação animista, um realismo ingênuo “Assim, não há mistério, não há problema. Resta saber como a extensão de tal imagem pode melhorar a técnica, ajuda a pensar a experiência.” (Bachelard, 2013, p.100), influenciada normalmente por uma experiência primeira, utilizam da sensação térmica para interpretar a temperatura de objetos colocados em equilíbrio térmico com o ambiente. Por hipótese acreditamos que tal interpretação está embasada no realismo ingênuo e em um certo empirismo de primeira experiência, que para nós caracterizam o pensamento dos estudantes do ensino fundamental fase II. E que são muito fortes tais “obstáculos epistemológicos” (Bachelard, 2013) e que atravancam o ensino da ciência e que levam a questionamentos muito antes levantados por Bachelard:

Como foi possível fazer com que a intuição da vida, cujo caráter invasor vamos mostrar, ficasse restrita ao seu próprio campo? Em especial, como as ciências físicas se livraram das lições animistas? Como a hierarquia do saber foi restabelecida, ao afastar a consideração primitiva desse objeto privilegiado que é nosso corpo? (Bachelard, 2013, p. 185).

Portanto escolhemos não ignorar os obstáculos que os estudantes possuem na compreensão do tipo da física que escolhemos manipular no laboratório. E como nas suas representações quando verbalizam tais obstáculos são evidenciados, assim intencionalmente as atividades com o sétimo ano foram elaboradas de modo propiciar a construção do diálogo entre os pares estudantis e, entre os estudantes e os professores. Tal aspecto sócio cultural é importante na proposta do laboratório de situações problemas colocados como desafio aos estudantes, onde o diálogo é enriquecedor como ferramenta da construção do conhecimento, no qual o indivíduo mais experiente, estudante ou professor, funciona como “andaime”¹ (BRUNER, 1986, p. 86), auxiliando no entendimento de determinados conceitos. E cada participante exercitando a sua razão contra a razão do outro, aprimorando a representação dos conceitos com um aperfeiçoamento do “perfil epistemológico” (Bachelard, 2013) do conceito, ou transpondo possíveis obstáculos epistemológicos com a retificação dos erros.

Com a descrição do ambiente propício ao diálogo entre os participantes e, conforme estamos relatando os pormenores da atividade, esperamos que fique evidente a necessidade da concepção da pesquisa – ação como investigação educacional, pois como pesquisadores

¹ “Andaime” (BRUNER, 1986, p. 86) em uma perspectiva sociocultural em que o par estudantil ou professor mais experiente podem auxiliar aquele estudante com menor experiência.

participantes estamos envolvidos e sentimo-nos necessários na caminhada em busca de uma metodologia de experimentação que contribua com um gênero de pensamento de laboratório. Metodologia que provoque o desconforto nos estudantes quando apresentados a problemas instigantes, “qualquer que seja o problema particular, o sentido da evolução epistemológica é claro e constante: a evolução de um conhecimento particular caminha no sentido de uma coerência racional.” (Bachelard, 2009) e, assim exigindo a reflexão e o posicionamento crítico para a busca de respostas para resolução dos problemas, estudantes que também possam utilizar da colaboração com seus pares discentes e com os professores, através do diálogo estabelecido e liberto de qualquer hierarquia de conhecimentos.

Em outros termos, para que a ciência objetiva seja plenamente educadora, é preciso que seu ensino seja socialmente ativo. É um alto desprezo pela instrução o ato de instaurar, sem recíproca, a inflexível relação professor-aluno. A nosso ver, o princípio pedagógico fundamental da atitude objetiva é: Quem é ensinado deve ensinar. Quem recebe instrução e não a transmite terá um espírito formado sem dinamismo nem autocrítica. (BACHELARD, 2013, p. 300).

Escolhemos na construção de roteiros de apoio de experimentação, o favorecimento para que os estudantes sejam provocados a investigação. Isto mostrou – se promissor e desafiador por se tratar de um terreno novo para os professores de ciências e professores de laboratório de Física do CEP. A experiência investigativa foi importante por permitir novos horizontes de utilização da experimentação no ensino de Física ainda nessa faixa de escolarização, desde que apropriada e com a adaptação de linguagem correta, apostamos em antecipar o aperfeiçoamento do pensamento científico em termos de abstração, característica que muitas vezes falta quando os estudantes chegam ao ensino médio.

2. Fundamentação: o racional e o empírico como proposta de trabalho no laboratório de Física do CEP

Acreditamos que nessa importante questão de aperfeiçoamento de um pensamento científico, podemos contribuir com o laboratório de física, com atividades experimentais em que os estudantes terão a possibilidade de manipulação de entidades teóricas, pois “para um cético como eu, resta apenas uma tímida conclusão: entidades teóricas de vida muito longa, e que acabam não sendo manipuladas, tendem comumente a ser descartadas como grandes enganos.” (Hacking, 2012, p. 384). De tal forma que elementos como trocas de experiências, criticidade e dúvidas tornam-se de suma importância no “investimento” em situações-problemas instigantes, que contribuam para a busca de respostas através da experimentação, pois:

Os melhores tipos de evidência para a realidade de uma entidade postulada ou inferida é nossa capacidade de entender algo a respeito de seus poderes causais, como, por exemplo, por meio da medição. Esse tipo de compreensão atesta-se, por sua vez, quando somos capazes de construir máquinas de funcionamento razoavelmente confiável, as quais se beneficiam deste ou daquele nexos causal, de forma que é a engenharia, e não a teorização, a melhor prova do realismo científico de entidades. (Hacking, 2012, p. 384).

Com a manipulação das entidades, elas “perderão seu estatuto hipotético para se tornarem objetos comuns da realidade...Quando começarmos a nos utilizarmos deles para investigar outras coisas.” (Hacking, 2012, p. 381).

Com a intenção de promover a manipulação de entidades nas práticas de laboratório de Física, revimos ações pedagógicas para atender o ensino fundamental, com relação a formatação do tempo de laboratório. Pois a ideia principal é tornar o laboratório mais investigativo através da proposta de situações problemas em que os estudantes são provocados para sua resolução e manipulação das entidades teóricas e do aparelho experimental, procurando fugir do modelo de laboratório de mera demonstração ou de repetição de modelos.

Outro aspecto que cuidamos foi que o ambiente da experimentação possibilitasse a interação através do diálogo, promovendo espaços de questionamentos livres, como forma de não podar os porquês dos estudantes. Do contrário à escola poderá persistir na manutenção de processos educacionais puramente sistemáticos onde a troca de ideias torna-se descartável. O estudante do EF II mostra – se questionador, uma característica natural da idade, em um ambiente de criticidade geralmente tal característica é confundida com indisciplina, e muitas vezes é punida. Em contraposição a tal atitude, é preciso criar uma educação despojada do medo e lado a lado com o prazer, como escreveu Paulo Freire (1985):

“... na tenra idade, começamos a negação autoritária da curiosidade com os mas que tanta pergunta menino, cale-se seu pai está ocupado, vá dormir, deixe a pergunta para amanhã... o educador autoritário tem mais medo da resposta do que da pergunta. Teme a pergunta pela resposta que deve dar” (FREIRE, 1985 p. 24-25).

“Não basta ao homem ter razão, ele precisa ter razão contra alguém. Sem o exercício social de sua convicção racional, a razão profunda mais parece um rancor;” (Bachelard, 2013, p. 300). O diálogo entre professor e estudantes deve ser uma premissa, uma relação horizontal entre educador e educando proposta pela pedagogia moderna que promoverá o desenvolvimento e a formação de estudantes críticos, curiosos e questionadores. Olhando para o mote da nossa investigação em relação ao obstáculo epistemológico que os estudantes do sétimo ano possuem em sentir se uma superfície está quente ou fria, sabendo que “lemos a temperatura num termômetro, não a sentimos.” (Bachelard, 2009, p. 14). Assim entendemos que “toda experiência objetiva correta deve implicar sempre a correção de um erro subjetivo. Mas não é fácil destruir os erros um a um.” (Bachelard, 2009, p. 13). Assim nesse processo de retificação discursiva dos erros, “a precisão discursiva e social destrói as insuficiências intuitivas e pessoais. Quanto mais apurada é a medida, mais indireta ela é. A ciência do solitário é qualitativa. A ciência socializada é quantitativa”, (Bachelard, 2013, p. 297).

O caminho escolhido para destruir os erros e proporcionar a evolução do pensamento científico através da atividade experimental, valorizando um racionalismo e empirismo que um não encerra o outro, mas sim acontece uma retroalimentação constante que pode proporcionar um a correção do outro. “Em linhas gerais, o devir de um pensamento científico corresponderia a uma normalização, à transformação da forma realista em forma racionalista.” (Bachelard, 2009, p. 17). Desta forma o conhecimento científico, “depois de muitos exames particulares, adotamos para os conhecimentos objetivos particulares a ordem realismo-empirismo-racionalismo. Esta ordem é genética.” (Bachelard, 2009, p.45). Tal ordem é hierárquica:

Pode-se discutir muito acerca de progresso moral, do progresso social, do progresso poético, do progresso da felicidade; existe no entanto um progresso que é indiscutível: o progresso científico, considerado como

hierarquia de conhecimentos, no seu aspecto especificamente intelectual. (Bachelard, 2009, p. 23).

Desta forma admitindo que os estudantes em um processo de enculturação científica, quando estão no sétimo ano ainda apresentam um pensamento pré-científico, impregnado de um realismo ingênuo e um empirismo claro,² que através de uma sequência didática proposta na atividade experimental, pois esta proporcionará um vasculhar de todos os lados intuições dos estudantes, muitas vezes com um caráter formado em uma experiência primeira e uma possível relação com o conhecimento geral.

Vamos procurar mostrar que a ciência do geral sempre é uma suspensão da experiência, um fracasso do empirismo inventivo. Conhecer o fenômeno geral, valer-se dele para tudo compreender, não será, semelhante a outra decadência, “gozar, como a multidão, do mito inerente a toda banalidade”? (Bachelard, 2013, p. 69).

Juízo primeiro que na maioria das vezes é equivocado e que deve ser manipulado pela experimentação com a intenção de desconstruir conceitos equivocados, desfazer imagens mal formadas por metáforas inapropriadas e substituir representações de entidades por outras representações que, corroborem com um racionalismo característico da “formação do espírito científico”, (Bachelard, 2013). Com o trabalho experimental é possível não provar a existência de entidades teóricas, porém manipulá-las de tal forma que podem se constituir em ferramentas:

Isso não se deve a podermos testar hipóteses a respeito de entidades, mas sim ao fato de as entidades que a princípio não podem ser “observadas” serem regularmente manipuladas para produzir novos fenômenos e investigar outros aspectos da natureza. Elas são ferramentas, instrumentos da prática, e não do pensamento. (Hacking, 2012, p. 369).

Na próxima seção mostraremos como através da manipulação da entidade teórica da temperatura, exposta de tal forma que os estudantes iniciaram arbitrando as temperaturas de superfícies no ambiente do laboratório (em equilíbrio térmico com o laboratório), sentiram-nas através do tato e afirmaram categoricamente que, se encontravam quentes ou frias em relação com a temperatura ambiente. E no fim da manipulação afirmaram com a utilização de um termômetro digital termopar³, que as superfícies verificadas por contato, estavam com a mesma temperatura do ambiente.

3. Metodologia: o processo de construção da atividade experimental de investigação do perfil epistemológico em torno do conceito de temperatura

² As representações são construídas de uma primeira percepção que são consideradas exatas, imagens pitorescas de experiências primeiras e com a crença que nossos sentidos dessem-nos como o mundo é realmente, “em que o espírito se entretém com as primeiras imagens do fenômeno e se apoia numa literatura filosófica que exalta a natureza,” (Bachelard, 2013, p.11), alinhada com um obstáculo animista. Repletas de intuições do espaço real e das experiências imediatas, ou seja alicerçada com a realidade primeira, substancialmente impura e equivocada pela subjetividade.

³ É um dispositivo eletrônico, cujo funcionamento de forma simplificada baseia-se em uma de tensão elétrica resultado da junção de dois metais e, esta diferença de potencial elétrico como uma função da temperatura, tal fenômeno é conhecido como efeito Seebeck, dedicado ao físico que o descobriu Thomas Seebeck.

Apresentaremos o cenário geral que representa como aplicamos a sequência didática da experimentação e como investigamos o perfil epistemológico dos estudantes. Dispostos em grupos de seis estudantes que receberam um aparato experimental (kit) e uma problematização simples de completar uma tabela, que continha uma série de objetos e que os estudantes completaram-na indicando se os objetos estavam quentes ou frios? Em seguida questionamo-los de como realizaram a verificação de quente e frio? E se o tato constituído como um tipo de “termômetro” era adequado? Aqui tivemos a atenção voltada para a intuição primeira dos estudantes, pois:

A substancialização de uma qualidade imediata percebida numa intuição direta pode entrar os futuros progressos do pensamento científico tanto quanto a afirmação de uma qualidade oculta ou íntima, pois tal substancialização permite uma explicação breve e peremptória. Falta-lhe o percurso teórico que obriga o espírito científico a criticar a sensação. (Bachelard, 2013, p. 127).

Tal substancialização constitui um obstáculo epistemológico e que o estudante precisa transpor, assim em seguida propusemos que cada grupo vivenciasse um conhecido experimento de sensação térmica, que utiliza de três recipientes: com água aquecida, com água na temperatura ambiente e com água resfriada (gelada). Nas quais um dos estudantes permaneceu durante algum tempo com as mãos inseridas em dois dos recipientes, o de água quente (aquecida) e o outro de água fria (resfriada), em seguida este estudante mergulhou as mãos no terceiro recipiente com água na temperatura ambiente. O resultado é bastante conhecido e divulgado em uma série de manuais, como livros didáticos. E o estudante com alguma surpresa respondeu que para uma das mãos, a água pareceu quente e para a outra a água pareceu fria.

Questionados no grupo da confiabilidade do uso da sensação térmica como mecanismo para indicar a temperatura? Responderam em coro que não! E indagados qual seria o método indicado? Também em coro responderam que seria com a utilização de um termômetro. Passamos à outra etapa da experimentação e com um termômetro digital termopar, os estudantes retomaram a medida da temperatura de cada objeto da tabela e, a conseqüente constatação do equilíbrio térmico dos objetos com a temperatura ambiente do laboratório. Agora que demos uma visão geral de como foi trabalhado, trataremos dos pormenores envolvidos na sequência didática e na organização do nosso espaço de laboratório.

3.1 Conhecendo algumas particularidades do laboratório de Física do CEP

Para o entendimento de como a sequência didática foi aplicada e como os estudantes a desenvolveram, apresentaremos o espaço dedicado para a experimentação na disciplina de Física que é privilegiado: bem aparelhado, com material organizado em armários e cuidado por professores de laboratório, que possuem uma demanda de aulas para cada turno de trabalho. Atendendo desde o sexto ano do EF II até o terceiro ano do ensino médio regular, e também cursos de nível médio técnicos (integrados). Com material disponível para experimentos que contemplam desde entidades da mecânica clássica até entidades da física moderna, passando pelo eletromagnetismo e física térmica.

A disposição das bancadas organiza os grupos de no máximo seis estudantes, com a intencionalidade de estimular o trabalho em grupo e a promoção de discussões através de

diálogos entre os pares estudantis e entre os estudantes e os professores que acompanham as atividades. Escrevemos professores, pois sempre os estudantes são acompanhados por dois ou mais professores: o regente da turma, o professor de laboratório e professores colaboradores.

É neste espaço de colaboração que é percebido uma maturação acadêmica dos professores, pois nos sentimos totalmente à vontade em compartilhar experiências, virtudes e dificuldades da nossa docência, portanto é um ambiente peculiar de docência, troca e pesquisa, pois acreditamos que nos colocamos fora da curva da inércia acadêmica, que Bachelard (2013) esclarece: “No decurso de minha longa e variada carreira, nunca vi um educador mudar de método pedagógico. O educador não tem o senso do fracasso justamente porque se acha um mestre”. (Bachelard, 2013, p. 25).



Fotografia 1: disposição do laboratório de Física com a intenção de propiciar um ambiente colaborativo. Fonte: Muchenski, J. C. Em 15 de ago. de 2008.

Outro aspecto que apostamos é que um professor preparado deve incentivar e criar um ambiente propício ao diálogo entre os pares discentes e com o professor. Portanto no ambiente do laboratório é criado um ambiente peculiar de liberdade para a discussão, que assemelha-se com “um jogo de tons filosóficos no ensino efetivo:

Uma lição recebida é psicologicamente um empirismo; uma lição dada é psicologicamente um racionalismo. Eu o estou escutando: sou todo ouvidos. Eu lhe estou falando: sou todo espírito. Mesmo que estejamos dizendo a mesma coisa, o que você diz é um pouco irracional; o que eu digo é sempre um pouco racional.” (Bachelard, 2013, p. 301).

No adolescente do sétimo ano este jogo bilateral é natural, pois o adolescente aceita de forma natural na discussão, passar de quem ensina para quem é ensinado, ou seja, o estudante não impõe-se de forma constante e aceita a alternância de personagem no jogo. Esta característica é reforçada pela própria organização do laboratório de Física.

Buscamos na interação do ambiente de reciprocidade com os professores de ciências do CEP algumas ações que foram colocadas em prática no cotidiano do laboratório de Física, desenvolvidas durante às práticas experimentais especialmente preparadas para o ensino fundamental II, descritas a seguir:

1. Trabalhar em conjunto com a professor regente da turma na disciplina de ciências, analisando seu plano de trabalho docente e encontrando a ponte entre os conteúdos da disciplina de ciências e o princípio físico que poderia ser experimentado no laboratório didático de Física.

2. Esquematizar roteiros de experimentação que promovessem atitudes que encorajassem o aprendizado independente e a prática reflexiva; portanto os roteiros foram escritos em um formato que se estimula a investigação, seguindo as etapas:

- Situação problema: para causar desconforto e instigar a curiosidade dos estudantes;
- Elaboração de conjecturas e especulações: formação de proposições para apontar uma possível solução para o problema;
- Observação: análise crítica dos fatos;
- Experimentação: confrontar os juízos construídos pelos estudantes com a realidade que propuseram a explicar e ressaltar tais conjecturas da experimentação;
- Considerações: momento rico de análise dos dados coletados, com apresentação para o grupo de bancada e também para o grande grupo. Não em uma perspectiva de encontrar uma resposta final, mas de valorizar o processo de discussão na procura de respostas.

Aqui tentávamos uma alternativa a aplicação do princípio do método científico fundamentado por um realismo científico, valorizando aspectos de racionalidade na manipulação de entidades através do trabalho experimental, este problematizado provocando o estudante e estimulando a investigação.

Também não queremos defender um método único para a experimentação no ensino de ciência, apenas defendemos que existem encaminhamentos que valorizam a discussão provocada pela situação problema, onde o objetivo não é encontrar uma resposta final certa, mas sim valorizar o processo de discussão entre os estudantes e entre estudantes e professores, auxiliando na preparação de um ambiente de criticidade na investigação dos problemas propostos.

Utilizamos na atividade experimental devido ao tempo limitado, cerca de duas aulas, um problema relativamente fechado. No qual o problema e procedimentos são definidos pelo professor, através de um roteiro experimental e, aos estudantes, coube coletarem os dados indicados e realizarem conjecturas no grupo e no grande grupo e, obterem as conclusões.

3. Levar os estudantes a atingirem o patamar de aprendizagem criativa para que sejam capazes de aprenderem Física independentemente; (Zimmermann, Bertani, 2003);

4. Instruir os estudantes na produção de textos, na construção de juízos e de representarem através de desenhos as situações problema para desenvolverem e articularem suas ideias e opiniões sobre o princípio físico experimentado;

5. Mediar o trabalho em grupo de estudantes nas bancadas do laboratório, para que todos possam expressar e defender suas ideias sobre o conceito físico experimentado e como aprender ciência no processo de investigação;

6. Assistir e filmar os estudantes durante o planejamento de ações e execução da atividade experimental;

7. Explorar as ideias e opiniões dos estudantes sobre os princípios físicos experimentados no laboratório;

8. Retomar conteúdos conforme apreciação das produções dos textos e representações propostas nos roteiros de experimentos;

9. Conduzir os estudantes a avaliarem sua participação na atividade experimental. Como professores de laboratório e na proposta de mudança de concepção no ensino de ciências com iniciação de maneira formal do ensino de Física, foi necessário assumirmos uma variedade de ações que incluíram um planejamento com foco no plano trabalho docente da disciplina de ciências e correções de falhas que aconteceram nas primeiras aulas de teste. Para tanto, foi necessário:

a) Adequar instruções de como proceder no laboratório, haja visto à disponibilidade e voluntariedade dos estudantes nas atividades propostas, assim garantindo um ambiente seguro e, iniciando uma espécie de familiarização com o ambiente de laboratório e uma enculturação do pensar como experimentador. “Talvez seja uma questão psicológica; talvez, as próprias habilidades que compõem um grande experimentador estejam atreladas a certa maneira de pensar que tende à objetivação.” (Hacking, 2012, p. 372). Desta forma que o estudante com a racionalidade e o empírico, adquira de certa forma um pensar científico.

b) Refletir se a experimentação e roteiro proposto enriqueceu o ensino aprendizagem do princípio físico;

c) Estabelecer um ambiente de liberdade de diálogo e de colocação de ideias que promovesse aperfeiçoamento de perfis epistemológicos de conceitos;

d) Escrever roteiros, com a intencionalidade de conduzir a experimentação em que o estudante tenha independência no seu aprendizado, valorizando a autonomia. Valorizando aspectos de reflexão sobre o processo experimental e a de como constituir a montagem do aparelho experimental e, portanto que a manipulação do aparelho experimental e das entidades não se torne um obstáculo.

Como professores de laboratório foi necessário buscarmos o entendimento de conhecimentos, opiniões preexistentes e experiências anteriores dos estudantes, para construção de roteiros de relevância no aprendizado. E para que o estudante fosse estimulado em se manifestar para o grande grupo, estimulando o exercício do diálogo e do questionamento.

Tal experiência despertou um desejo de pesquisar mais sobre formas de experimentação e em que estavam alicerçados em termos filosóficos, como adaptar práticas investigativas utilizando uma ferramenta experimental artesanal e tecnológica. Também a investigação de outras concepções para o ensino de Física, pois devemos avançar do ensino alicerçado na transmissão de conteúdo e do ensino de panfleto, para um processo de ensino aprendizagem que promova uma maior criticidade do estudante, ferramenta que o auxiliará no enfrentamento dos problemas com um pensamento objetivo, característica do pensamento científico.

3.2 A sequência didática intitulada: Está quente ou frio?

A atividade foi pensada de forma a integrar-se com a disciplina de ciência ministrada no sétimo ano, de forma que corroborasse com o plano de trabalho docente do professor regente da turma, então escolhemos como entidade a temperatura, que poderia ligar com o que estava sendo trabalhado em ciência com a atividade que seria proposta no laboratório de Física. Na disciplina de Ciência estava sendo abordado sobre doenças transmitidas por mosquito, como por exemplo, o mosquito da dengue. Assim como elemento de investigação para chamar para o espírito de experimentador que desejamos que os estudantes adquiram, iniciamos por um quebra-cabeça, veja o chamamento:

ADIVINHAÇÃO: QUEBRA - CABEÇA

- Apenas observando as peças do quebra-cabeça em cima da mesa e seus conhecimentos de ciência, tente adivinhar a figura que resultará da montagem do quebra-cabeça e a indique aqui:
- Agora monte o quebra-cabeça e escreva o que está observando: _____.
- Complete a tabela a seguir com relação as características do mosquito da dengue.

Tabela 2: características do mosquito da dengue.

Características	Sim	Não
a) Hábitos diurnos		
b) Transmissão do vírus pelo macho do mosquito		
c) <i>Aedes Aegypti</i>		
d) Voo nas proximidades do solo		
e) Coloração clara com manchas pretas distribuídas pelo corpo		

- Escreva alguns sintomas apresentados por uma pessoa que contraiu o vírus da dengue:
- Qual a diferença de uma pessoa com febre de uma outra sem febre?

Agora mostramos uma fotografia da montagem do quebra-cabeças:



Fotografia 2: a montagem do quebra-cabeças. Fonte: Muchenski, J. C. Em 15 de ago. de 2008.

Que uma simples ideia pode desencadear toda a atividade experimental e criar um contexto que possa ser trabalhado e, que entrelace de forma dialética a teoria e o empírico. Tal cuidado de vincular o ensino de ciência trabalhado em sala de aula com a atividade desenvolvida no laboratório de Física, é para que o estudante não tenha a interpretação de que a experimentação é apenas uma atividade lúdica, um chamamento para a Física, mas sim que está integrado no ensino de ciência.

Para corroborar com nossa hipótese de que os estudantes utilizam-se das suas intuições primeiras para interpretar o mundo, apresentamos uma problematização simples e alguns questionamentos, para mostrarmos como obstáculos epistemológicos podem atrapalhar a racionalização sobre entidades como por exemplo a temperatura. A seguir apresentamos a problematização inicial:

Está quente ou frio?

Apresentado os materiais complete a tabela, de acordo com a sensação de quente ou frio:

Tabela 1: tabela de indicação se um objeto está quente ou frio.

Materiais apresentados	Sensação térmica	
	Quente	Frio
Madeira		
Moeda		
Isopor		
Cilindro metálico		
Borracha		
Pedra		
Pano		

2. Como você sentiu a diferença entre os materiais para classificá-los em quentes ou frios?

3. Você considera que o tato é um bom termômetro? Explique.

Os materiais do kit apresentados na primeira coluna da tabela 1, foram deixados sem manipulação alguma no ambiente de laboratório, por um tempo suficiente para que estivessem em equilíbrio térmico com o ambiente, portanto todos com uma mesma temperatura. E conforme o esperado, os estudantes avaliaram de forma equivocada e, distinguiram entre os materiais apontando que alguns estavam quentes (madeira, isopor, borracha e pano) e outros frios (moeda, cilindro metálico e pedra).

Equivocadamente utilizando de uma intuição animista:

Com a ideia de substância e com a ideia de vida, ambas entendidas de modo ingênuo, introduzem-se nas ciências físicas inúmeras valorizações que prejudicam os verdadeiros valores do pensamento científico. (Bachelard, 2013, p. 27).

De forma subjetiva, apontaram diferenças de temperatura para objetos de igual temperatura, assim de forma subjetiva com uma experiência primeira, obstruíram qualquer objetivação em considerar o equilíbrio térmico dos materiais com o ambiente do laboratório. A totalidade dos estudantes cometeram o mesmo equívoco, inclusive discutiram sobre um material ou outro, se este estava quente ou frio? Uma vez identificado o obstáculo epistemológico de interpretação equivocada de uma medida objetiva de temperatura, passamos para o próximo passo da sequência didática: uma experimentação envolvendo a intuição da sensação térmica.

Objetivamos com o procedimento experimental destruir a intuição primeira dada pela sensação animista, com um experimento bem conhecido envolvendo águas de temperatura quente, temperatura ambiente e temperatura fria (gelada), conforme trecho retirado do guia que acompanhou a atividade e que constitui a continuação da primeira parte que já apresentamos:

4. EXPERIMENTANDO A SENSACÃO TÉRMICA

Material utilizado: (preenchido com anotações dos estudantes)

Procedimento: Escolha um dos integrantes do grupo. Coloque uma das mãos no recipiente com água gelada e a outra mão no recipiente com água quente. Espere 3 minutos e em seguida mergulhe as duas mãos no recipiente com água na temperatura



ambiente.

Figura 1: recipientes com água em diferentes temperaturas

- A água do último recipiente está quente ou fria? Justifique.
- Por que temos que esperar alguns minutos para concluir a experiência?
- A sensação térmica observada neste experimento é uma boa maneira para verificar se uma pessoa está com febre? Aponte uma outra alternativa que permita verificar se um corpo está quente ou frio

Os questionamentos tinham o propósito de que os estudantes discutissem sobre a confiabilidade da utilização do tato, como indicador de temperatura com toda a sua subjetividade. Também o motivo da espera de três minutos das mãos em contato com uma na água quente e a outra na água gelada, antes de colocar as mãos na água na temperatura ambiente para indicar se esta estava quente ou fria. E por fim, destruir tal intuição animista de medir temperatura de forma empirista sensorial e que estes aperfeiçoando o perfil epistemológico em torno de uma forma objetiva de indicar a temperatura, assim sugerindo uma outra forma de tal indicação, ou seja a utilização de termômetros.

Todos os grupos ao experimentarem de como enganar o tato na percepção da temperatura da água na temperatura ambiente, mostraram-se surpresos em que, para uma das mãos (aquela que estava na água quente) ela sentisse a água fria e para a outra mão (que estava na água gelada) sentisse a água quente:



Fotografia 3: estudantes contestando a intuição por sensação térmica. Fonte: Muchenski, J. C. Em 15 de ago. de 2008.

Com os estudantes convencidos da ineficácia da intuição por sensação térmica e quando indagados nos grupos da confiabilidade ou não da sensação térmica, manifestaram a necessidade de uma medida de temperatura através do termômetro, portanto uma medida objetiva de temperatura. Então retomaram a tabela 1 que haviam preenchido e que pedimos que mantivessem as indicações dadas pelo tato, porém incluímos uma última coluna na tabela e que chamamos de tabela 2, com uma medida objetiva através do termômetro e que eles preencheram a última coluna, com as temperaturas dos materiais apresentados:

5. Durante a experimentação você deve ter notado que o tato não é uma maneira confiável de medir temperatura, agora retome a tabela 1 e meça a temperatura dos materiais com um termômetro digital:

Tabela 2: medida da temperatura dos materiais apresentados com termômetro.

Materiais apresentados	Sensação térmica		Medida de temperatura com termômetros em graus Celsius
	Quente	Frio	
Madeira			

Moeda			
Isopor			
Cilindro			
Borracha			
Pedra			
Pano			

6. Observando a tabela você ainda vai utilizar a sensação térmica para medir temperatura? Explique.

7. Discuta com o grupo e escreva o que você entende por equilíbrio térmico:

Pesquise, Pense e Escreva ...

I) Quais os principais tipos de termômetros?

II) Como funciona um termômetro clínico?

III) Quais as principais escalas termométricas?

Com esta última parte da sequência didática foi apresentado o aparelho experimental termômetro, este entendido como uma extensão do órgão humano, o qual não foi capaz de indicar a temperatura de uma superfície com confiabilidade pelo tato. Acreditamos que: “As boas medições exigem o desenvolvimento de novas tecnologias e nos convidam ao engajamento em atividades experimentais de solução de problemas. As medições articulam detalhes já conhecidos.” (Hacking, 2012, p. 345). E os estudantes manipulando entidades teóricas como a temperatura e refletindo sobre ela e associando com outras entidades, como por exemplo, o entendimento do que se trata o equilíbrio térmico entre os materiais. Mesmo que para o sétimo ano ainda falte a teoria moderna cinético molecular para explicar o conceito de temperatura.

No encerramento do roteiro ainda propusemos uma pesquisa sobre tipos de termômetros, funcionamento de termômetro e escalas termométricas, estabelecendo assim uma ponte para que o espírito de investigação da cultura de laboratório continue em sala de aula e que o estudante compreenda que o entrelaçamento entre o teórico e o empírico no ensino de ciência é uma premissa.

4. Análise dos dados: o aperfeiçoamento do perfil epistemológico

O momento escolar e o ensino de Ciência da forma tradicional, reforça o realismo ingênuo e empirismo claro que os estudantes apresentam no seu espírito pré-científico. Este contaminado de subjetividade das experiências imediatas e de intuições que formam uma representação impura e equivocada dos fenômenos. Da forma como é trabalhada no ensino fundamental fase I e fase II, apresenta indícios de que não proporciona aos estudantes uma formação alinhada com o pensamento científico, este sim com uma racionalização e experimentação articulados por uma linguagem físico matemática que assim proporcionariam uma evolução do perfil epistemológico dos estudantes, e que os mesmos apresentariam traços de racionalismo na representação de entidades.

Afirmamos tais indícios pois ao apresentarmos aos estudantes a situação problema, nenhum dos estudantes questionou a fragilidade de indicar a temperatura através da intuição do tato, a sensação térmica e, alguém poderia apontar que não podemos generalizar tal afirmação e que também estaríamos cometendo um equívoco, pois nossa amostra é de apenas uma turma de estudantes. Porém essa sequência didática foi trabalhada em outras três turmas em 2008 e, repetimos a sequência nos anos seguintes nas turmas de sétimo ano de 2009 e 2010. Onde os resultados na investigação do obstáculo epistemológico não foram diferentes.

Interessamo-nos tanto por esse momento escolar, que não aperfeiçoa o pensamento científico dos estudantes durante a escola básica, que transformamos em problema de pesquisa de dissertação de mestrado. E temos ciência de que os obstáculos epistemológicos que marcam o perfil epistemológico do estudante são particulares dele e, para haver maior credibilidade nas nossas afirmações utilizamos do Gaston Bachelard, que nos ensina que a evolução do pensamento é estruturada por uma sequência do realismo ingênuo (primeiro), passando por um empirismo claro e passando para um racionalismo, tal evolução para cada entidade em particular.

Portanto não sejamos ingênuos na afirmação que revolucionamos o perfil epistemológico dos estudantes, mas podemos assegurar pelas conjecturas que ouvimos de estudantes em particular, quando os filmamos, que alguns conseguiram transpor alguns obstáculos e puderam aperfeiçoar seu perfil epistemológico em particular. Por exemplo, em todos os grupos de estudantes que desconstruíram a representação da sensação térmica como indicador se uma superfície estava quente ou fria, foram categóricos em afirmar depois da experimentação com os recipientes com água, que a sensação térmica deve ser substituída por um termômetro.

Com o manuseio do termômetro termopar como dispositivo para medir a temperatura das superfícies tabeladas, outra discussão interessante que surgiu nos grupos e que fomos testemunhas, foi que os estudantes especularam que possivelmente o termômetro estava “quebrado” ou “com defeito”, expressões que se repetiram em todos os grupos de trabalho. Indagamo-los do motivo de tal conjectura e esses nos responderam que o aparelho não estava registrando a temperatura das superfícies tabeladas, pois marcava sempre a mesma temperatura. Imediatamente propusemos que testassem o aparelho segurando a ponteira destinado a medir a temperatura das superfícies.

Não demorou para que percebessem que o termômetro estava funcionando, pois este indicava a temperatura periférica das pontas dos dedos. Então retomamos a discussão e colocamos para o grande grupo, se o termômetro estava medindo corretamente as temperaturas das superfícies, porque a indicação para elas era a mesma. Um instante de hesitação e então pedimos que voltassem aos seus grupos para conjecturar e logo os estudantes “andaimos” começaram a sugerir que não era por acaso que a temperatura das superfícies era a mesma do ambiente.

Retomamos a discussão no grande grupo e logo escutamos o que queríamos das representações dos estudantes “andaimos”, surge uma nova entidade relacionada com a temperatura, o chamado equilíbrio térmico. Expressão que escutamos em todos os grupos. É claro que nem todos os estudantes evoluem de forma igual o perfil epistemológico, pois este é particular e envolve tantas outras representações particulares. Porém existe indícios que todos evoluem em algum grau sua coerência racional. Os estudantes chegam a tal coerência com a

manipulação da entidade e com a sua relação com outros domínios, como por exemplo, na extensão do sentido tato pela substituição de um termômetro, que fornece um dado objetivo relacionado a entidade, ou então com a associação com outra entidade, o equilíbrio térmico.

Das especulações logo surgiu um outro questionamento honesto dos estudantes e, que evidencia um entendimento do processo experimental e, que apresenta um indício de um pensar característico do experimentador. O questionamento de que se as superfícies se encontravam na mesma temperatura e em equilíbrio com a temperatura ambiente do laboratório, como explicar o motivo de sentirmos as superfícies com temperaturas diferentes, ou seja, através do tato indicarmos se elas estão quentes ou frias?

Tal questionamento serviu-nos para pensarmos em uma outra sequência didática com uma problematização da condução térmica, portanto os estudantes estavam relacionando a entidade temperatura em outros domínios e com outras entidades, que eles ainda não possuíam uma representação, mas que quando as fossem apresentadas e experimentadas já teriam onde ancorar os novos juízos. É com este pensamento que apostamos em uma experimentação, na qual valorizamos o caminho processual, em que não há uma resposta final, mas momentos de especulações que são discutidas e experimentadas, valorizando o racional e o empírico, como elementos de aperfeiçoamento do pensamento, pois acreditamos que o letramento científico adquirido na escola deve ser levado para toda a vida.

5. Considerações finais

Acreditamos que a escola básica, ensino fundamental fase I, II e ensino médio, deve ser compreendida por parte do estudante, que não se trata de um instante, um momento escolar e, sim que a escola é algo perene para a vida toda, tal característica fará parte do letramento científico que esse estudante adquirirá e exercitará ao longo de uma vida. Porém a escola básica de hoje mostra sinais que não proporciona a formação do pensamento científico, pelo contrário, com um ensino tradicional de ciência, alicerçado em livros didáticos que assemelham-se com guias turísticos, que valorizam a memorização e a reprodução, com conteúdo justapostos que não seguem uma racionalidade, não problematizado e não instigante. Assim não estimulando a reflexão e a criticidade, características de um espírito científico.

Considerando que: “Na obra da ciência só se pode amar o que se destrói, pode-se continuar o passado negando-o, pode-se venerar o mestre contradizendo-o. Aí, sim, a Escola prossegue ao longo da vida.” (Bachelard, 2013, p. 309). Portanto deve acontecer uma revolução, uma ruptura do pensamento pedagógico sobre como ensinar na escola básica. Pois conforme Bachelard (2013):

Uma cultura presa ao momento escolar é a negação da cultura científica. Só há ciência se a Escola for permanente. É essa escola que a ciência deve fundar. Então, os interesses sociais estarão definitivamente invertidos: a Sociedade será feita para a Escola e não a Escola para a Sociedade.” (Bachelard, 2013, p. 310).

Nesse novo pensamento pedagógico que se contrapõe ao ensino tradicional da ciência, deve existir lugar privilegiado para como os estudantes entendem as entidades que nos interessam para uma enculturação científica, pois assim identificaremos os obstáculos

epistemológicos, formados por intuições equivocadas que formam o senso comum de um espírito pré-científico e, qual a importância de tal conhecimento dos obstáculos? A importância reside no fato que a Escola pode destruir um a um, os equívocos construídos através do realismo ingênuo que faz parte da nossa formação, de experiências primeiras e intuições primeiras que em geral, estão equivocadas.

Com a intenção de compreender e de ajudar os estudantes na correção da sua maneira de pensar, alicerçada no senso comum, para uma busca da objetividade no lugar da subjetividade, levamos em conta o estudante por inteiro com toda a ansiedade, carga emocional e cultural característicos da sua juventude, de tal forma que constituem e contribuem para a construção e reforço dos obstáculos que entravam a evolução do pensamento pré-científico para o pensamento científico.

Nosso interesse em vasculhar os obstáculos epistemológicos está associado em avançarmos na elaboração de práticas que envolvam problematizações, que entrelaçam o racional e o empírico e, que provocam os estudantes e suas intuições primeiras. O conhecimento dos obstáculos epistemológicos permite a construção de sequências didáticas que evidenciam a fragilidade do senso comum dos estudantes em explicar ou manipular uma entidade, como a temperatura, deste ponto instrumentalizamo-los com ferramentas que manipulam a entidade, com a intenção de afastá-los do seu pensamento pré-científico e com a possibilidade de transporem as barreiras epistemológicas.

As ferramentas que escolhemos alternaram-se desde experimentos de simples manipulação de elementos cotidianos dos estudantes, no caso dos recipientes com água em diferentes temperaturas e, até instrumentos do acervo do laboratório como termômetros termopares. As ferramentas inseridas em uma metodologia de ensino de Física que proporciona na atividade experimental a soma do racional e do empírico. Que promova na proposta de trabalho uma racionalidade que vai do mais simples para o mais complexo; da manipulação do artesanal para o tecnológico, assim os estudantes racionalizam e manipulam em diferentes níveis de complexidade, o juízo envolvido na atividade experimental.

Percebemos também que a discussão nos grupos e com o professor possui uma função fundamental no vasculhar das entidades e, que os estudantes alternam seus desempenhos em diferentes pontos da experimentação e isto facilita a troca de papéis entre eles, ora como quem ensina e ora como quem aprende, ensinando nós professores, como um diálogo liberto de hierarquia pode colaborar nas mediações de ensino aprendizagem e como nós professores podemos aprender com nossos estudantes. Nesse exercício do diálogo, o estudante que explica sobre uma representação da entidade utiliza-se do espírito da razão e, quando troca de papel assumindo o de ouvinte e observador exercita o empírico.

No desenrolar da atividade em que o estudante reconheceu que sua intuição primeira em perceber a temperatura, quente ou frio, poderia estar equivocada e, que tal equívoco é apontado por uma medida objetiva de temperatura através do termômetro. Imediatamente em uma atitude de valorização da intuição primeira acusou que o aparelho experimental objetivo estava com defeito, pois indicava a mesma temperatura para os diferentes objetos tabelados.

Entendemos que tal defesa está enraizado no obstáculo animista e, não devemos nos enganar que seja fácil destruí-lo. Entretanto com a continuação do experimento e após a aferição sugerida por nós do termômetro, medindo a temperatura corporal e das águas em diferentes temperaturas, ficaram convencidos de que o termômetro estava funcionando e

surgiram indícios do convencimento que sua intuição primeira dada pela sensação térmica, é que estava equivocada.

De tal forma que acreditamos que a atividade experimental permite que os estudantes possam reconstruir ou construir representações de entidades de forma acertada, que para nós deve estar alinhada com o pensamento científico e um certo gênero de pensamento de laboratório. Utilizando de metodologias que considerem aspectos cognitivos e que também valorizem aspectos de formação histórico-sócio-culturais que alicerçam o senso comum dos estudantes. É que o estudante engajado adquira o gosto pela cultura científica e, que esta faça parte da sua vida como uma contínua escola.

Referências

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Tradução de Estela dos Santos Abreu, 10ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 2013.

BACHELARD, G. **A filosofia do não**. Tradução Joaquim José Moura Ramos, 6ed. Lisboa: Múltiplo, 2009.

BRUNER, J. **Actual minds, possible worlds**. Cambridge, MA: Harvard Univ. Press, 1986.

FREIRE, P.; FAUNDEZ, A. **Por uma Pedagogia da Pergunta**. Rio de Janeiro: Paz e Terra Educação, 1986.

HACKING, I. **Representar e Intervir**. Tradução Pedro Rocha de Oliveira. Rio de Janeiro: EDUERJ, 2012.

ZIMMERMANN, E. BERTANI, J. A. **Um novo olhar sobre os cursos de formação de professores**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. Florianópolis, v.20, n.1:p. 43-62.