



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
Instituto de Ciências Biológicas  
Instituto de Física  
Instituto de Química  
Faculdade UnB Planaltina  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências  
Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências

OFICINAS COLABORATIVAS DE PRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA O  
ENSINO DE CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA

GABRIEL BAUDSON GODOI E SILVA

Brasília – DF  
2019

GABRIEL BAUDSON GODOI E SILVA

OFICINAS COLABORATIVAS DE PRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA O  
ENSINO DE CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Dissertação apresentada à banca examinadora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC) da Universidade de Brasília (UnB) como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências - Formação de professores - realizada sob a orientação do Prof.º Dr. Cássio Costa Laranjeiras

Brasília – DF  
2019

**Gabriel Baudson Godoi e Silva**

OFICINAS COLABORATIVAS DE PRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA O  
ENSINO DE CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Dissertação apresentada à banca examinadora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC) da Universidade de Brasília (UnB) como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências - Formação de professores - realizada sob a orientação do Prof.<sup>o</sup> Dr. Cássio Costa Laranjeiras.

Aprovada em: 13 de agosto de 2019.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Cássio Costa Laranjeiras - IF / UnB  
(Presidente)

---

Prof. Dr. Sebastião Ivaldo Carneiro Portela - SEE / DF  
(Membro Titular)

---

Prof. Dr. Paulo Eduardo de Brito - FUP/UnB  
(Membro Titular)

---

Prof.a Dra. Roseline Beatriz Strieder - IF / UnB  
(Membro Suplente)

Dedico esse trabalho a Deus, minha mãe por ter se dedicado incansavelmente à minha formação, meu pai por estar me vigiando e me guiando, aos meus filhos e à minha esposa que me motivaram a seguir em frente.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por guiar meus passos e por mostrar o melhor caminho a ser seguido, principalmente nas horas de dificuldade.

Agradeço a minha mãe, Isabela Godoi, por toda dedicação em priorizar e minha educação, pelo empenho em dar a mim e ao meu irmão a oportunidade de nos tornarmos pessoas boas, instruídas. Serei eternamente grato por todo esforço que ela demandou nessa árdua tarefa de nos educar. Também agradeço por todo incentivo que recebi, por cada puxão de orelha, por me escutar ao final de cada aula, de cada etapa. Minha mãe foi uma participante ativa nesse trabalho.

Agradeço à minha esposa, Carolina Brito, por ser meu porto seguro em todos os momentos, por ser esposa e amiga, por não me deixar desanimar, por manter nosso lar intocável durante os momentos de tormenta e por entender minha ausência durante os estudos.

Agradeço aos meus filhos, Théo e Tomás por serem minha fonte de inspiração, por darem significado à minha vida e fazerem com que eu busque ser melhor a cada dia. Eu os amo muito.

Agradeço ao meu irmão por ser sempre um exemplo de determinação e força, por ser meu grande amigo e companheiro e por fazer parte da minha vida.

Agradeço ao Professor Sebastião Portela por desenvolver papel fundamental na concretização das oficinas, bem como a toda comunidade do CEMI-Gama por ter me acolhido tão bem.

Agradeço aos professores Anderson Monteiro, Pedro Sá e Rebeca Coelho Dall'Astta, por terem participado das oficinas e contribuído de forma imensurável para meu crescimento como professor.

Por fim, agradeço à UnB, essa instituição maravilhosa, que por meio do PPGEC me proporcionou momentos honrosos de conhecimento e crescimento pessoal e profissional.

*"Detesto ter de usar a primeira pessoa. Quase tudo que fiz na vida foi realizado junto com outras pessoas. [...] Por favor, lembrem-se de que, cada vez que virem a palavra "eu" nestas páginas, isso se refere a todos aqueles colegas e amigos e alguns que eu possa ter deixado escapar". (Jack Welch)*

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta metodológica na forma de oficinas colaborativas para a produção de material didático para o ensino de ciências. Adotar o modelo de oficinas colaborativas foi uma escolha que nos permitiu convergir a pedagogia de Paulo Freire com a epistemologia de Gaston Bachelard. Tal convergência nos possibilitou unir uma prática pedagógica dialógica e amorosa, com o desenvolvimento epistêmico do espírito científico, originando uma prática dialógico-investigativa voltada para o ensino de ciências.

Utilizamos a prática humanizadora, aplicada ao modelo de oficinas colaborativas, para promover a dialogicidade entre professor e alunos, de forma horizontal (não hierárquica) e, como a utilização de Objetos Científicos Interativos (OCI), explorar, ao máximo as ideias de como se dá a evolução do espírito científico. Os OCI são uma classe de experimentos científicos que tem propósitos didático-pedagógicos científicos em todas as etapas de concepção, construção e utilização. Os OCI dão uma nova dimensão às aulas de ciências pois suas características proporcionam maior interação entre professor-aluno e aluno-aluno, dando lugar especial à investigação e problematização dos fenômenos científicos sem perder o caráter lúdico, dialógico e interativo.

A utilização dos OCI proporciona o resgate da dimensão empírica das ciências, que tem se perdido com todas as adversidades que impedem a realização de experimentos científicos, seja em laboratório ou em sala de aula. Ao nosso ver, a experimentação, no ensino de ciências é ponto fundamental para que seja alicerçado o verdadeiro conhecimento científico, em oposição ao depósito de informações desconexas que são despejadas nos estudantes todos os dias.

Diante disso, nosso trabalho traz o relato das Oficinas Colaborativas de Produção de Material Didático para o Ensino de Ciências como prática exitosa e com grande aceitação dentre os professores que participaram dos encontros, e propõe uma estratégia metodológica em que as aulas terão formato de oficinas colaborativas, tendo como base a Peer Instruction, a fim de transformar a sala de aula em um ambiente de aprendizagem e, com a utilização dos OCI, oportunizar situações de aprendizagem explorando todo seu potencial didático-metodológico e prol da melhoria no ensino e na aprendizagem de ciências.

**Palavras-chave:** Ensino de ciências, Objetos Científicos Interativos, Oficinas Colaborativas, Paulo Freire, Gaston Bachelard, Formação de professores, Experimentação.

## ABSTRACT

The present work aims to present a methodological proposal in the form of workshops for the production of courseware for science teaching. Adopting the collaborative workshops model gave us the chance to converge the pedagogy of Paulo Freire with the epistemology of Gaston Bachelard. Such a convergence made it possible to unite a loving and dialogic pedagogical practice, with the epistemic development of the scientific spirit, creating an investigative-dialogic practice directed for science teaching.

We used the humanizing practice, applied to workshops, to promote the dialogicity between teacher and students without hierarchy, and by using Interactive Scientific Objects (ISO), explore to the fullest the idea of how the scientific spirit evolution happens. The ISO are a class of scientific experiments which have scientific-didactic-pedagogical purposes in all the stages of the conception, construction and use. ISO give a new dimension to science classes, once their characteristics create a better teacher-student interaction, providing a favorable environment for investigation and problematization of the scientific phenomena, without losing a playful, dialogic and interactive touch.

The use of ISO supply the rescue of the empirical dimension of science, which has been lost due to all difficulties that block the realization of scientific experiments, whether in laboratories or in the classroom. In our opinion, experimental practice in science teaching is essential for reaching the true scientific knowledge, in opposition to the enormous volume of disjointed information that are passed daily to the students.

In the view of the above, our research reports the Collaborative Workshops of Courseware Production for Science Teaching as a successful practice with a big acceptance amongst the teachers that participated the meetings. In addition to that, the study proposes a methodological strategy in which the classes have a workshop type format, based on Peer Instruction, in order to transform the classroom into a learning environment and, by making use of ISO, give apprenticeship an opportunity to explore its full didactic-methodological potential for the sake of teaching and learning improvement.

**Keywords:** Science teaching, Interactive Scientific Objects, Collaborative Workshops, Paulo Freire, Gaston Bachelard, teachers training, experimentation.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1 - Distribuição de professores inscritos por ciclo de atuação.....	49
Gráfico 2 - Relação de UE's que possuem laboratório de Ciências.....	50
Gráfico 3 - Relação de professores que desenvolve atividades experimentais em sala de aula.....	50
Gráfico 4 - Relação de professores que acreditam que a inserção da experimentação em sala de aula pode contribuir para o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos.....	52
Figura 1 - Concepção dos OCI com base nos seus elementos constitutivos. ....	44
Figura 2 - Matriz Didático-Pedagógica.....	45
Figura 3 – Três momentos Pedagógicos .....	47
Figura 4 - Oficinas Colaborativas como estratégia metodológica de aplicação dos OCI .....	60
Figura 5 - Ilustração do experimento de Torricelli.....	73
Figura 6 - Obstáculos epistemológicos de Gaston Bachelard.....	4
Figura 7 - Concepção dos OCI com base nos seus elementos constitutivos. ....	7
Figura 8 - Matriz Didático-Pedagógica.....	8
Figura 9 - Três momentos Pedagógicos.....	10
Fotografia 1 - Início da Segunda Oficina Colaborativa .....	67
Fotografia 2 - OCI desafio do copo com água .....	70
Fotografia 3 - Outras possibilidades para a realização do OCI .....	72
Fotografia 4 - OCI sobre tensão superficial da água .....	74
Fotografia 5 - OCI realizado na oficina - Antes.....	75
Fotografia 6 - OCI realizado na oficina - Depois.....	75
Fotografia 7 - OCI: bexiga com ar.....	77
Fotografia 8 - OCI: bexiga cheia de água .....	78
Fotografia 9 - OCI: o mistério da vela .....	79
Fotografia 10 - OCI: o mistério da vela - resultado.....	80
Fotografia 11 - OCI: centro de massa.....	81
Fotografia 12 - OCI Centro de massa.....	81

Fotografia 13 - Processo de eletrização por indução – fósforo com ponta .....	85
Fotografia 14 - Eletrização por indução - fósforo sem ponta.....	86
Fotografia 15 - Equilíbrio entre a força elétrica e a força gravitacional .....	87
Fotografia 16 - DVD de duas camadas.....	88
Fotografia 17 - "Arco-íris formado utilizando um DVD.....	89
Fotografia 18 - Palestra Professor Dr. Cássio Laranjeiras .....	92
Fotografia 19 - Esfera Flutuante .....	93
Fotografia 20 - OCI: Esfera flutuante - segunda configuração .....	94
Fotografia 21 - Realização do OCI desafio do copo.....	95
Fotografia 22 - Despedida. Professores que participaram das oficinas .....	96

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Distribuição de professores inscritos por UE.....	49
--	----

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

3MP	Três Momentos Pedagógicos
CM	Currículo em Movimento
DRE	Diretoria Regional de Ensino
EF	Ensino Fundamental
EM	Ensino Médio
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei 9.394/96)
MDP	Matriz Didático Pedagógica
OCI	Objetos Científicos Interativos
P1	Professor 1
P2	Professor 2
P3	Professor 3
PI	<i>Peer Instruction</i>
SEEDF	Secretaria de Estado e Educação do Distrito Federal
UE	Unidade Escolar
mm	milímetro
Hg	elemento químico Mercúrio

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	16
<b>1 EM BUSCA DE UM REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>22</b>
1.1 Paulo Freire: Uma abordagem pedagógica do processo Ensino e Aprendizagem.....	22
1.2 Gastón Bachelard: Uma abordagem Epistemológica do Processo de conhecimento em Ciências da Natureza.....	28
1.3 Investiga-Ação: uma convergência entre o pedagógico de Freire e o epistemológico de Bachelard.....	31
<b>2 OFICINAS COLABORATIVAS COMO ESTRATÉGIA METODOLÓGICA DE AÇÃO.....</b>	<b>38</b>
2.1 Objetos Científicos Interativos .....	40
2.2 Desvendando e descrevendo os Objetos Científicos Interativos .....	41
2.2.1 <i>Dinâmica das oficinas.....</i>	<i>48</i>
2.2.1.1 <i>Seleção de professores.....</i>	<i>48</i>
2.2.1.2 <i>Dias e horários das oficinas .....</i>	<i>52</i>
2.2.1.3 <i>Conceitos Gerais .....</i>	<i>53</i>
2.2.2 <i>Cronograma das oficinas .....</i>	<i>55</i>
2.2.2.1 <i>OCI: apresentação e contextualização .....</i>	<i>55</i>
2.2.2.2 <i>Desafio do copo com água.....</i>	<i>56</i>
2.2.2.3 <i>Bexiga resistente ao fogo?.....</i>	<i>57</i>
2.2.2.4 <i>Eletrização e gravidade?.....</i>	<i>57</i>
2.2.2.5 <i>Alavanca: Ampliando Forças.....</i>	<i>58</i>
2.2.3 <i>Oficinas colaborativas e os OCI.....</i>	<i>58</i>
<b>3 RELATO DA EXPERIÊNCIA DAS OFICINAS COLABORATIVAS .....</b>	<b>61</b>
3.1 Primeira oficina .....	61
3.2 Segunda oficina .....	67
3.3 Terceira oficina.....	76
3.4 Quarta Oficina .....	82
3.5 Quinta Oficina.....	90
<b>4 CONSTRUINDO A PROPOSIÇÃO DIDÁTICA PROFISSIONAL .....</b>	<b>97</b>
<b>5 CONCLUSÃO/ CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>100</b>
REFERÊNCIAS.....	104
GLOSSÁRIOS .....	106

<b>APÊNDICE A – DOCUMENTO DE DIVULGAÇÃO DAS OFICINAS COLABORATIVAS DE PRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS .....</b>	<b>107</b>
<b>APÊNDICE B – FORMULÁRIO ONLINE DE INSCRIÇÃO NAS OFICINAS COLABORATIVAS.....</b>	<b>113</b>
<b>ANEXO A - REGISTROS DAS OFICINAS - PROFESSOR 1 .....</b>	<b>115</b>
<b>ANEXO B - REGISTROS DAS OFICINAS - PROFESSOR 3 .....</b>	<b>124</b>
<b>PROPOSIÇÃO DIDÁTICA PROFISSIONAL .....</b>	<b>132</b>

## INTRODUÇÃO

Durante a graduação em Física, na Universidade de Brasília, fui estagiário no Projeto Experimentoteca – A Física para Todos. Iniciativa, à época, encabeçada pelo professor José Eduardo Martins. A Experimentoteca é

um espaço de exposição permanente de experimentos e fenômenos físicos que torne mais popular esta atividade fantástica dos grandes homens da história antiga e recente das civilizações. A intenção é fazer com que seja como um centro cultural e de lazer, voltado para as atividades científicas, que sirva aos estudantes como um local de reflexão e descontração, ou para a pesquisa em seus trabalhos escolares. Sirva, da mesma maneira, aos professores dispostos a aprender e à Universidade disposta a exercer sua vocação de divulgadora do conhecimento humano. E, por fim, à comunidade leiga para um encontro num espaço motivado pelas mostras científicas. (MARTINS, 2011).

Na Experimentoteca, desenvolvia três atividades principais: a pesquisa sobre experimentos de Física que consistia em encontrar experimentos que pudessem fazer parte do escopo do projeto, construção e manutenção de experimentos e a apresentação e acompanhamento de professores e estudantes de escolas públicas e particulares do Distrito Federal. O trabalho desenvolvido na Experimentoteca permitia que pudssemos desenvolver e aplicar atributos de pesquisadores, aperfeiçoar as habilidades técnicas de elaboração de experimentos, adaptando-os às necessidades e finalidades do laboratório, permitindo criar experimentos customizados para cada área da Física com objetivos específicos. Também nos oportunizava exercitar a atividade fim da licenciatura: o ensino de Física. A atividade de monitoria consistia em apresentar os conceitos físicos e os experimentos para professores e alunos, tirar dúvidas e orientar as atividades desenvolvidas. No exercício dessas atividades me deparei com muitos desafios como elaborar projetos de experimentos com funções didáticas e metodológicas específicas. Isso envolvia muita pesquisa, que tinha o intuito de garantir que as experiências permitissem usar da ludicidade e do protagonismo do estudante para abordar os conceitos de Física com um corpo de conhecimento, não apenas mera informação, fazendo com que as atividades fossem prático-transformadoras. Como monitor, apresentava os conceitos físicos envolvidos em cada experimento de forma a despertar o interesse dos alunos e professores. A intenção era que, de forma dialógica, contribuíssemos para aflorar a curiosidade e o espírito investigativo, fazendo as conexões entre o que os alunos estudavam em sala

de aula e o que estavam presenciando no laboratório. Os experimentos eram uma grande atração. Mas, como estudante de Física, aspirante a professor, queria mais. Eu tentava aguçar a curiosidade de todos os envolvidos e usar aquele momento de fascínio com os experimentos para contribuir com o despertar do interesse pela ciência. Foram 3 anos buscando esse aprimoramento.

Quando me licenciiei, já lecionava em alguns cursos pré-vestibulares e então fui contratado por uma escola particular de grande renome. Lá eu atendia os alunos de primeiro ano do Ensino Médio no laboratório de Física. Me deparei com uma outra realidade. O laboratório era muito bem equipado, com experimentos idênticos aos dos laboratórios de Física da Universidade de Brasília. Equipamentos novos e de qualidade que eram acompanhados de roteiros experimentais específicos e inflexíveis. As atividades laboratoriais consistiam em tirar diversas medidas repetidas vezes, fazer anotações em uma ata de laboratório, calcular os diversos tipos de erros, fazer gráficos e relatórios experimentais. No entanto, a grande quantidade e a qualidade dos experimentos do laboratório não despertava o interesse dos alunos. As incansáveis medições, relatórios e aproximações faziam com que os alunos vissem o laboratório como uma extensão da aula de Física: difícil e maçante. Esse paradoxo entre ter à disposição um laboratório que é o sonho de consumo da maioria dos professores de Física e o sentimento da completa falta de interesse pelos alunos me fez repensar as atividades experimentais que eu desenvolvia na escola. Felizmente os educadores e coordenadores da escola estavam abertos à outras metodologias e aos poucos pude contribuir com pequenas mudanças na dinâmica das aulas do laboratório, o que culminou na maior participação e interesse dos estudantes. No entanto, ainda estava distante do fascínio que a Experimentoteca despertava.

Depois de um ano desenvolvendo as atividades de professor de laboratório, fui convocado para assumir o cargo de professor efetivo da Secretaria de Estado e Educação do Distrito Federal (SEEDF). Nessa nova empreitada, me deparei com outra realidade: a escassez de recursos, a falta de motivação de professores e alunos, e instalações precárias. Diante dessa nova realidade, não só o ensino de Física se tornou um grande desafio, mas o ensino de ciências como um todo. Como entusiasta da experimentação, procurei captar recursos para montar um laboratório de ciências,

no entanto, a escola onde lecionava, no sistema Socioeducativo<sup>1</sup>, não comportava um laboratório. Diversas foram as tentativas de incluir na rotina das aulas elementos experimentais. Na maioria das vezes não obtive sucesso.

Há alguns anos lecionando na Secretaria de Educação do Distrito Federal, senti a necessidade de pesquisar formas de inserir o contexto experimental em sala de aula diante de tantos obstáculos. Assim tive conhecimento do atual programa de pós-graduação que tinha como membro o Professor Doutor Cassio Costa Laranjeiras que estava à frente do projeto Experimentoteca. Tive a certeza de que estava no lugar certo para alcançar meus propósitos como professor de Física.

A prática, ao longo dos anos, em sala de aula, me pôs diante de diversas dificuldades que eram compartilhadas pelos colegas de cadeira e também por professores de outras áreas da ciência: a dificuldade de utilizar experimentos em sala de aula, seja pela falta de conhecimento, dificuldades no preparo e elaboração de experiências, pela impossibilidade de desenvolver trabalho experimental devido à ausência de equipamentos e de espaço físico para a implementação de laboratórios, bem como a indisponibilidade orçamentária para tal fim. Como consequência as atividades experimentais eram praticamente inexistentes.

No entanto, ao longo das aulas do mestrado, com a leitura de diversos artigos, pude perceber que a ausência e/ou a dificuldade de inserir atividades experimentais nas aulas não era uma exclusividade da escola em que trabalho, tampouco uma dificuldade regional. Essa é uma das questões abordadas por Fourez (2003). O ensino de ciências tem passado por grandes desafios para enfrentar o que Fourez (2003) intitulou de crise no ensino de ciências.

Ao tratar sobre a crise no ensino de ciências, Fourez (2003, p. 109) afirma que, apesar do trabalho desenvolvido por ele ter como foco a Bélgica, suas averiguações sobre o alcance da crise podem ser estendidas, *mutatis mutandis*<sup>2</sup>, a todo mundo industrializado. Isto é, as características do mundo globalizado com toda sua mutabilidade sociocultural viabilizam a crise no ensino de ciências. Dentre os diversos protagonistas da referida crise, daremos maior ênfase nos alunos e nos professores de ciências. Com relação aos alunos, o ponto de maior relevância é o desinteresse

---

<sup>1</sup> Escolas que funcionam dentro das Unidades de Internação e na Unidade de Internação Provisória de São Sebastião mediante um acordo de cooperação entre as Secretarias de Estado e Educação do Distrito Federal e a Secretaria da Criança do Distrito Federal.

<sup>2</sup> Locução adverbial do latim que significa: “uma vez efetuadas as necessárias mudanças”

pelas ciências. Para Fourez (2003, p. 110), os alunos se sentem desmotivados a estudar ciências pois a forma como esta é apresentada a eles está sob a égide dos cientistas, portanto, limitada ao mundo dos laboratórios e interesses da comunidade científica. Quando a verdadeira importância para os discentes é um ensino de ciências que tenha significado, ou seja, uma ciência que permita a compreensão do universo deles, uma estrutura científica que os ajudem a desvendar seu mundo, que os façam entender como a ciência está presente na sua história e como ela pode ajudá-los na sua formação como cidadãos.

Já com relação aos professores, Fourez (2003, p. 111) destaca os problemas enfrentados com a perda de prestígio e apreço da profissão de professor de ciências. Soma-se isso ao fato de que os professores também têm de enfrentar os desafios inerentes à profissão para suprir as necessidades e tendências da educação contemporânea. Muitos dos profissionais que atuam no ensino de ciências não tiveram acesso à uma formação voltada para as questões históricas, para o caráter social da ciência ou a estudos sobre a epistemologia científica. Portanto, os professores são obrigados a preencher as lacunas abertas em sua formação para suprir às necessidades atuais. Dessa forma, os professores, quando têm alguma oportunidade de trabalhar com a prática científica, se tornam reféns das tradicionais experimentações, que além de todo um aparato experimental específico, é carregada de coleta de dados extenuantes, aproximações e comparações, que muitas vezes se distanciam da realidade ou têm que sofrer adaptações para poderem explicar teoricamente os fenômenos. Os professores não foram preparados para produzir seu próprio aparato experimental que explore o fenômeno associado a um contexto que faça parte das necessidades dos alunos e promova a dialogicidade entre o experimento e a teoria científica.

Analisadas as dimensões sob o ponto de vista dos atores principais no ensino de ciências, citaremos outros fatores que causam óbices à implementação das atividades experimentais. Silva, Machado e Tunes (2010) elencam diversas circunstâncias que contribuem para a escassez da experimentação no ensino de ciências e impactam negativamente em sua qualidade. “A falta de laboratório nas escolas” (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010, p. 241) é um dos maiores obstáculos enfrentados pelos professores de ciências. Os laboratórios necessitam de locais dedicados e preparados para sua instalação. Por vezes necessitam de instalações específicas que geram altos custos. Os equipamentos são caros e necessitam de

manutenção especializada. Esses fatores, muitas vezes inviabilizam a implementação de laboratórios nas escolas, e aquelas escolas que possuem os laboratórios sofrem com a falta de equipamentos, manutenção e materiais de uso contínuo. “A não conformidade dos laboratórios para a realização de aulas práticas no Ensino Médio, tendo em vista que esses foram projetados usando como modelos os laboratórios de universidades” (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010, p. 241) contribui para o engessamento das atividades experimentais, não dando ao professor a oportunidade de adequar as experiências ou realizar outras atividades que estejam mais próximas das necessidades dos grupos de alunos. Essa é uma realidade de diversas escolas do Brasil, herança histórica dos diversos programas de incentivo e desenvolvimento científico.

No âmbito da pesquisa sobre a experimentação no ensino de ciências, vamos encontrar outros diversos problemas que impedem ou dificultam a implementação de atividades experimentais nas escolas. No entanto, a maioria dessas dificuldades, dadas as circunstâncias políticas e econômicas do país, não podem ser sanadas em curto ou médio prazo. Esse discurso, apesar do caráter pessimista, é o que nos motivou a elaborar uma proposição didática que possa contribuir para a formação continuada do professor, coordenando atividades que permitam ter uma outra perspectiva para a experimentação e o ensino de ciências.

Nossa proposta consiste na realização de oficinas colaborativas para a produção de materiais didáticos para o ensino de Ciências na Educação Básica. As oficinas serão dedicadas à construção de Objetos Científicos Interativos (OCI) e à elaboração de proposições didáticas para a aplicação destes. As oficinas permitirão que os professores elaborem e construam experimentos customizados e específicos para as aulas de Ciências, permitindo que a experimentação seja realizada em sala de aula, permitindo o protagonismo dos alunos no manuseio e na descrição das atividades. Pretende-se que o professor tenha o papel de Designer em sala de aula, isto é, que ele possa fazer da sala de aula um Ambiente de Aprendizagem estimulando a curiosidade dos alunos, aflorando o Espírito de Investigação e o Engajamento dos alunos. Dessa forma o professor poderá usar dos ambientes de aprendizagem para construir situações de aprendizagem, mediando a interação com os Objetos Científicos Interativos e propondo desafios intelectuais, a adequação da teoria à prática, a fruição dos alunos e despertando a paixão pela ciência.

Para o desenvolvimento da nossa proposta, nos firmaremos em dois referenciais teóricos: Gastón Bachelard, principalmente com base na obra *A Formação do Espírito Científico*, para justificar uso dos OCI de forma epistemológica com base na formação e no desenvolvimento científico. E pedagogicamente nos firmaremos no caráter dialógico e protagonista de Paulo Freire utilizando diversas obras do autor.

## 1 EM BUSCA DE UM REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, nos dedicaremos a fazer uma análise das obras *Extensão ou Comunicação, Pedagogia do oprimido* de Paulo Freire e *A formação do espírito científico* de Gastón Bachelard, e munidos do conhecimento produzido por esses dois autores, embasar o desenvolvimento da proposta didático-pedagógica que tem como elemento chave para a transformação do ensino de ciências, os Objetos Científicos Interativos na experimentação. Acreditamos que os OCI reúnem os elementos necessários para a quebra ou rompimento dos obstáculos à aprendizagem e, associados a um fazer pedagógico dialógico e libertador, poderemos contribuir para profundas transformações no ensino de ciências. Para tal nos propomos a realizar oficinas de formação continuada de professores para a efetiva aplicação dos OCI em sala de aula alcançando um número significativo de alunos. Nos concentraremos na formação dos professores, permitindo que, após a realização das oficinas eles tenham a liberdade de criar e multiplicar seus próprios Objetos Científicos Interativos. Nesse intuito, apresentamos os referenciais teóricos que nortearão nosso trabalho.

### 1.1 Paulo Freire: Uma abordagem pedagógica do processo Ensino e Aprendizagem.

A perspectiva dialógica e libertadora de educação de Paulo Freire subsidia uma abordagem do processo de ensino e aprendizagem que toma o aprendiz como sujeito do conhecimento e não como objeto. Isso implica um protagonismo do estudante em todas as ações educativas desenvolvidas na escola.

Para Freire, o conhecimento

Exige uma presença curiosa do sujeito em face do mundo. Requer sua ação transformadora sobre a realidade. Demanda uma busca constante. Implica em invenção e em reinvenção. Reclama a reflexão crítica de cada um sobre o ato mesmo de conhecer, pelo qual se reconhece conhecendo e ao reconhecer-se assim percebe o “como” de seu conhecer e os condicionantes a que está submetido seu ato. (FREIRE, 1983, p. 27)

O diálogo é pressuposto essencial, tendo em vista que o processo ensino-aprendizagem verdadeiramente transformador decorre de uma relação horizontal entre os partícipes do processo, com base em confiança, na humildade, na fé no homens e no amor (FREIRE, 1987). Para que os envolvidos no processo ensino-

aprendizagem possam estabelecer um diálogo não há possibilidade de que a relação seja vertical, isto é, seja hierarquizada, onde o professor é detentor do conhecimento e o aluno uma *tábula rasa*<sup>3</sup>. Esse tipo de relação em sala de aula, sob o ponto de vista freiriano é autoritário e não pode ser fundado no amor, tampouco na liberdade, já que a tirania de um professor detentor da verdade e de toda sabedoria, só poderia anular toda e qualquer possibilidade de expressão dos alunos.

Essa apresentação absolutista e hierarquizada do conhecimento é o que (FREIRE, 1987) chamou de Educação Bancária, caracterizada pelo solilóquio, onde o professor, detentor do conhecimento, disserta solitariamente. Nesse modelo de educação há a objetificação dos alunos, sendo o professor o sujeito de detentor do ato de ensinar e os alunos, meros objetos, sempre estabelecendo polos para o processo ensino-aprendizagem: educador – educando, professor – aluno, opressor – oprimido. O resultado dessa forma de comunicação nas escolas é como uma imposição de verdades, a imposição de comportamentos e um mundo diverso da realidade vivida pelos alunos. Temos então pessoas que são incapazes de interpretar o mundo a sua volta, se tornam alheios à sua realidade, ou como afirma Freire

Por isso mesmo é que, muitas vezes, educadores e políticos falam e não são entendidos. Sua linguagem não sintoniza com a situação concreta dos homens a quem falam. E sua fala é um discurso a mais, alienado e alienante. (FREIRE, 1987, p. 120)

Em contradição a esse modelo de ensino “bancário”, Freire estabelece novos pressupostos para alcançarmos a educação libertadora, a educação transformadora, que só pode existir por meio da educação dialógica. Para que se estabeleça o diálogo é necessário a pré-existência de alguns quesitos indispensáveis: o amor, a humildade e a fé nos homens.

O amor é descrito por Freire como um ato de coragem, de compromisso com as pessoas e com o mundo. Não há possibilidade de se estabelecer o diálogo se não houver amor nas relações. E mesmo havendo o amor, que ele não seja o amor mesquinho que paralisa, que prende e imobiliza. Tem-se que amar a liberdade, pois o amor é uma doação. É também necessária, a humildade, pois esta está como

---

<sup>3</sup> Expressão latina tornada célebre por Locke e Leibniz a propósito do debate em torno do inato e do adquirido. Para Locke, o espírito humano é, desde seu nascimento, como uma *tabula rasa*, adquirindo todos os seus conhecimentos pela experiência. Leibniz, ao contrário, acredita que há no espírito humano certos elementos inatos (como a ideia de causa, de comparação, de número etc.) e que não podem ser retirados da experiência. (JAPIASSÚ; MARCONDES, 2001, p. 181)

antônimo<sup>4</sup> de muitos comportamentos que impedem a instauração do diálogo nas relações. Quem é humilde não pode ser arrogante, soberbo, vaidoso ou narcisista, pois esses comportamentos impedem o diálogo, inferiorizam o outro e verticalizam as relações.

Como posso dialogar, se me sinto participante de um gueto de homens puros, donos da verdade e do saber, para quem todos os que estão fora são “essa gente”, ou são “nativos inferiores”?

Como posso dialogar, se parto de que a *pronúncia* do mundo é tarefa de homens seletos e que a presença das massas na história é sinal de sua deterioração que devo evitar?

Como posso dialogar, se me fecho à contribuição dos outros, que jamais reconheço, e até me sinto ofendido com ela?

Como posso dialogar se temo a superação e se, só pensar nela, sofro e definho? (FREIRE, 1987, p. 111-112).

Outro preceito essencial no estabelecimento de um diálogo verdadeiro, amoroso e libertador é a fé nos homens. Cada ato de ensinar, por mais imbuído de amor, de humildade e de vontade que esteja, precisa de fé. Da fé de que cada encontro seja transformador. A fé de que cada aluno, tem o poder de transformar, o mundo a sua volta. É necessário a fé de que o trabalho realizado pelo professor seja libertador.

[...] educar e educar-se, na prática da liberdade, é tarefa daqueles que sabem que pouco sabem – por isso sabem que sabem algo e podem assim chegar a saber mais – em diálogo com aqueles que, quase sempre, pensam que nada sabem, para que estes, transformando seu pensar que nada sabem em saber que pouco sabem, possam igualmente saber mais (FREIRE, 1983, p. 15)

A fé nos homens é mais do que a simples motivação em ensinar, é saber que após cumprir nosso papel como mediador do conhecimento, mediador do mundo, nossos alunos serão capazes de também olhar para seu próprio mundo com amor, com humildade e então serão capazes de modificá-lo para melhor, pois é através dessas transformações que eles serão capazes de contribuir para a sociedade, por meio da produção de bens materiais, da formação de entidades comunitárias e da concepção de ideias caras ao seu universo. “Através de sua permanente ação transformadora, os homens, simultaneamente, criam a história e se fazem seres histórico-sociais” (FREIRE, 1987, p. 128)

---

<sup>4</sup> Antônimos de humildade: altivez, arrogância, presunção, orgulho, vaidade, soberba, convencimento, imodéstia, petulância, importância, pedantismo, ego, narcisismo. (fonte: antônimos.com.br)

Diante desse ponto de vista, o aluno é convidado a refletir sobre sua existência, sobre sua função social, para que ele então possa se posicionar como elemento de transformação de sua realidade e história. Assim sendo, as técnicas de ensino de ciências, laboratórios e tecnologias, apesar de possuírem grande valor, se utilizadas sem o viés transformador, não se destinam à sua função pedagógica e social, ou seja, “é necessário que, na situação educativa, educador e educando assumam o papel de sujeitos cognoscentes, mediatizados pelo objeto cognoscível que buscam conhecer.” (FREIRE, 1983, p. 16)

O ensino de Ciências, assim como a alfabetização, também representa uma linguagem, reflexo da cultura científica. E, da mesma forma que Freire (1987, p. 17) usa de seu método de composição e decomposição silábica para a alfabetização e afirma que “o alfabetizando já está motivado para não só buscar o mecanismo de sua recomposição e da composição de novas palavras, mas também para escrever seu pensamento”, um cidadão que se torna alfabetizado cientificamente “não apenas sabe ler o vocábulo científico, mas é capaz de conversar, discutir, ler e escrever coerentemente em um contexto não-técnico, mas de forma significativa”. (SANTOS, 2007, p. 479).

Alinhado às nossas perspectivas sobre a utilização dos OCI, as bases pedagógicas de Paulo Freire traçam o diálogo entre o processo de produção do homem e o processo de formação do homem, no curso da tomada de consciência, que permite, a partir de uma nova visão do mundo, encarar o novo não só como uma incitação, mas como um desafio. Tem-se então um vínculo entre os novos desafios e a tomada de consciência, que se torna um processo, de acordo com Freire (1987), de totalização.

Na dialética constituinte da consciência, em que esta se perfaz na medida em que faz o mundo, a interrogação nunca é pergunta exclusivamente especulativa: no processo de totalização da consciência é sempre provocação que incita a totalizar-se. (FREIRE, 1987, p. 19).

Os Objetos Interativos Científicos, tal como o Ensino de Ciências, em uma perspectiva Freiriana, tem o alicerce na participação prioritária do aluno no processo ensino-aprendizagem despertando a consciência sobre os fenômenos, explorando o contexto da experimentação e libertando-os para a interação com os objetos científicos, pois assim, os alunos, como sujeitos atuantes, irão se apoderar,

conscientemente, de uma nova teoria (por meio da prática) e assim ressignificá-la. Essa é uma construção que acontece com o aluno, onde todas as etapas são realizadas com e para ele, sendo o aluno e professor transformados pela prática libertadora. Esse processo é uma das preocupações iniciais do trabalho de Freire (1987) e converge com as nossas necessidades para despertar nossos alunos para o aprender científico.

A nossa preocupação, neste trabalho, é apenas apresentar alguns aspectos do que nos parece constituir o que vimos chamando de pedagogia do oprimido: aquela que tem de ser forjada *com* ele e não *para* ele, enquanto homens ou povos, na luta incessante de recuperação de sua humanidade (FREIRE, 1987, p. 43)

Temos então o início de uma prática pedagógica que Paulo Freire denomina como humanista e libertadora e que pauta nosso trabalho, dentre vários motivos, pelo fato de pertencerem a uma classe de experimentos educativos que são realizados *com* os estudantes, em oposição à prática da educação sistemática<sup>5</sup>, representada pelo ensino de ciências clássico, famoso por ser o grande responsável pelas reprovações, temido pela dificuldade e, muitas vezes, exaltado pela superioridade e exclusão daqueles que não compreende os princípios matemáticos.

Para avançar com a pedagogia proposta por Paulo Freire, especificamente no ensino de ciências, é necessário mudar a cultura projetada sobre a disciplina, expurgando os mitos que naturalmente afastam os alunos, e tornam as ciências um verdadeiro “monstro de sete cabeças”. E, com a utilização de elementos pedagógicos que permitam o desenvolvimento da criatividade, da consciência, e da curiosidade, transformar e revolucionar a prática pedagógica no ensino de ciências. Nessa perspectiva, temos os OCI como elementos experimentais para o ensino de ciências que, para alcançar a finalidade de elemento transformador das aulas de ciências, necessitam de uma metodologia dialógica, pois, vai ao encontro com que (FREIRE, 1983) considerou como prática transformadora da educação.

O que se pretende com o diálogo, em qualquer hipótese (seja em torno de um conhecimento científico e técnico, seja de um conhecimento “experencial”), é a problematização do próprio conhecimento em sua indiscutível reação com a realidade concreta na qual se gera e sobre

---

<sup>5</sup> No livro Pedagogia do oprimido, Paulo Freire se refere aos estudantes e àqueles que praticam a educação sistemática, como, respectivamente, oprimidos e opressores.

a qual incide, para melhor compreendê-la, explicá-la e transformá-la. (FREIRE, 1983, p. 34).

Outro elemento interlocutório entre a nossa proposta e a pedagogia de Paulo Freire é que “Ninguém educa a ninguém, ninguém educa a si mesmo: os homens se educam entre si.” (FREIRE, 1987, p. 95). Em outras palavras, o professor não ensina ninguém, o aluno não aprende sozinho. Há a necessidade de estabelecer uma comunhão entre o aquele que está ávido pelo conhecimento e o mediador, no caso o professor. A construção da práxis científica está na concepção da dialogicidade entre professor e aluno, em busca da autonomia, da consciência e do saber.

Educador e educandos (liderança e massas), cointencionados à realidade, se encontram numa tarefa em que ambos são sujeitos no ato, não só de desvendá-la e, assim, criticamente conhece-la, mas também no de recriar esse conhecimento (FREIRE, 1987, p. 78).

Elencaremos mais um ponto narrado por Paulo Freire e que norteou a elaboração dessa dissertação. Está associada ao papel desenvolvido pelo professor enquanto depositário de conhecimento na denominada educação bancária<sup>6</sup>.

Falar da realidade como algo parado, estático, compartimentado, bem-comportado, quando não falar ou dissertar sobre algo completamente alheio à experiência existencial dos educandos, vem sendo, uma suprema inquietação desta educação. A sua irrefreada ânsia. Nela o educador aparece como seu indiscutível agente, como seu real sujeito, cuja tarefa indeclinável é “encher” os educandos dos conteúdos de sua narração. Conteúdos que são retalhos da realidade desconectados de sua totalidade em que se engendram e em cuja visão ganhariam significado. A palavra, nessas dissertações, se esvazia da dimensão concreta que deveria ter ou se transforma em palavra oca, em verbosidade alienada e alienante. Daí que seja mais som do que significação e, assim, melhor seria não dizê-la. (FREIRE, 1987, p. 79)

A fundamentação de Paulo Freire é a base para nossa análise, quando estruturamos o trabalho baseado em Objetos Científicos Interativos. Inicialmente porque há um rompimento com a formalidade no ensino de ciências, esquivando-se das relações estruturadas em narrações e dissertações. Esse rompimento é o revés da educação bancária descrita por Freire, pois na nossa proposta a educação científica deve estimular e promover sistemáticas e dialogicamente, a curiosidade e o espírito de investigação dos alunos, ampliando-lhes a imaginação, a criatividade, a

---

<sup>6</sup> Termo utilizado por Paulo Freire para definir o tipo de educação em o professor tem papel de depositário de conteúdo e o educando de depositante.

capacidade de abstração, o sentido ético de convivência, colaboração e intervenção social. Dessa forma o aluno poderá, criticamente, ver significado no saber, tornando sua busca pelo conhecimento uma demanda permanente, não só para sua transformação, mas para poder transformar o mundo a sua volta, de forma lúcida, compreendendo que toda transformação deve ser pautada no reconhecimento e respeito às características históricos-sociais, para que a educação seja, de fato um elemento de libertação do homem.

Nessa perspectiva, temos como a fundamentação teórica que nos inspira as práticas pedagógicas o patrono da educação brasileira: Paulo Freire. Para complementar a base que fundamenta nosso trabalho, elegemos como referencial teórico que nos trará a base epistemológica do processo de conhecimento, especialmente na formação e desenvolvimento do espírito científico, Gastón Bachelard, que será apresentado no próximo tópico.

## **1.2 Gastón Bachelard: Uma abordagem Epistemológica do Processo de conhecimento em Ciências da Natureza.**

Souza (2015) usa um questionamento sobre a prática do professor em sala de aula como motivação para discussão sobre o estudo da epistemologia e sua importância. Teria, a concepção epistemológica do professor, influência significativa na sua prática pedagógica? E como, de fato isso contribui para a aprendizagem do aluno e a compreensão da ciência construída por ele? E ainda indaga

a epistemologia é realmente um bom ponto de partida para o estabelecimento de estratégias ou modelos de ensino? Há mesmo uma estreita relação entre uma visão da ciência e de seu desenvolvimento e a melhor forma de ensiná-la ou aprendê-la? (SOUZA, 2015, p. 121036-1)

Motivados em responder essas perguntas, nos alicerçamos nas considerações de Gastón Bachelard, que é tido como um dos mais importantes epistemólogos do século XX, e que conferiu ao ensino de ciências uma dimensão psicológica a partir de uma análise histórico-social da ciência, permitindo a investigação da racionalidade e da evolução científica.

Também buscamos uma aproximação entre o pensamento pedagógico de Freire e a epistemologia histórico-crítica de Bachelard, e identificamos interessantes possibilidades de fundamentos para o trabalho que buscamos desenvolver.

Os conceitos de Ruptura e Obstáculo Epistemológico são categorias recorrentes da epistemologia Bachelardiana, segundo a qual a ciência deve ser caracterizada epistemologicamente como um domínio de pensamento que promove uma ruptura com o conhecimento vulgar. Neste sentido, ela é um conhecimento diferente do conhecimento que nos fornece a opinião e só pode existir rompendo epistemologicamente com a mesma.

Nesse sentido, como exemplo, pode-se analisar a concretude dada ao Ensino de ciências, como quase sendo pautada exclusivamente na descrição fenomenológica. A imposição dogmática do conceito de inércia, a geometrização das leis de Newton, do estudo da ótica e até do eletromagnetismo. Tudo isso na intenção de, por meio da reprodução de fenômenos, se chegar a um resultado concreto, único e universal. Para Bachelard (1996, p. 7), essa é uma necessidade do espírito científico: “tornar geométrica a representação e ordenar em série os acontecimentos decisivos de uma experiência.” No entanto, apenas a concretude, a geometrização dos fenômenos, apesar de serem satisfatórias inicialmente, não são suficientes quando analisadas sob um viés mais abstrato, que perpassam a representação geométrica. Então, Bachelard (1996) propõe em sua obra *A formação do espírito Científico*, mostrar a importância do pensamento científico abstrato, provando que “pensamento abstrato não é sinônimo de má consciência científica.”

Para estabelecer uma linha de pensamento, que o próprio Bachelard chama de “rotulação grosseira”, as etapas históricas do pensamento científico, foram distinguidas em três grandes períodos: o período pré-científico, representado pela Antiguidade clássica, os séculos do renascimento, e os séculos XVI, XVII e XVIII. O período científico, que data do final do século XVIII, perpassa todo século XIX e o início do século XX. E o terceiro período que tem início no ano de 1905, que é chamado de a era do novo *espírito científico*. Essa delimitação das etapas do pensamento científico é importante para podermos entender como a evolução histórica dos conceitos científicos contribuiu para a formação do novo espírito científico e como poderemos, por meio dos estudos da história da ciência e da epistemologia, contribuir para “uma educação científica que se pretenda genuína, cientificamente referenciada.” (LARANJEIRAS, 2012, p. 5)

Bachelard (1996) afirma que, em se tratando do espírito científico, de forma individual, este, passa por três estados durante sua formação. São eles: o estado concreto, sendo o primeiro estado do espírito científico onde sua característica é,

primordialmente de contemplação fenomenológica, de exaltação e de explicações filosóficas pautadas na descrição da natureza. O segundo estado do espírito científico é o concreto-abstrato em que este busca esquemas geométricos para descrever o fenômeno físico observado, usa de esquemas filosóficos pouco sofisticados e se encaixa em uma situação paradoxal: “sente-se tanto mais seguro de sua abstração, quanto mais claramente essa abstração for representada por uma intuição sensível” (BACHELARD, 1996, p. 11). E, por fim, chega ao terceiro estado do espírito científico, denominado estado abstrato, onde o espírito busca elementos que vão além das observações iniciais e que constituem o espaço real. Esse espírito busca explicações extrínsecas ao fenômeno, chegando a questionar suas primeiras observações. A importância de levar em conta os estados do espírito científico é que para poder passar de um estado para outro, é necessário manter o interesse pela pesquisa, não apenas um despertar, um breve entusiasmo, mas o interesse com base afetiva, o interesse emocional que possa aflorar o que Bachelard (1996, p. 12) chamou de paciência científica, quando relatou que “sem esse interesse, a paciência seria sofrimento. Com esse interesse, a paciência é vida espiritual”.

A evolução do espírito científico, que representa sua mudança de estado de espírito, acontece quando ele é capaz de abandonar, ou até mesmo contrapor suas estruturas psicológicas de conhecimento para se abrir ao novo. Quanto mais seguro o espírito científico está, acerca dos conhecimentos adquiridos, mais difícil se torna a aquisição de um novo conhecimento científico. Essas barreiras impostas pelo próprio ato de conhecer, Bachelard denomina obstáculos epistemológicos, que são responsáveis pela inação, pela desídia ou mesmo retração do conhecimento científico. “No fundo o ato de conhecer dá-se *contra* um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal estabelecidos, superando o que, no próprio espírito é obstáculo à espiritualização.” (BACHELARD, 1996, p. 17). Na obra de Bachelard, podemos encontrar diversas manifestações de obstáculos epistemológicos. Citaremos alguns desses obstáculos que tem maior representatividade para os professores de ciências. O obstáculo da experiência primeira, que representa a verdade. Como ela é colocada acima de tudo, por ser uma novidade, se sobressai sobre a crítica, que é a base, o alicerce do espírito científico. O segundo obstáculo que encontramos é o conhecimento geral como obstáculo ao conhecimento científico. Esse obstáculo tem grande relevância pois se apoia em uma generalização, isto é, uma pessoa (no caso, o professor) que faça o convite à análise, rompimento e

refutação de conhecimentos gerais, para um determinado grupo que tem em suas raízes afetivas tal conhecimento, encontra muitas dificuldades de estabelecer pontos de criticidade e assim, tem-se um grande obstáculo epistemológico. Esse obstáculo é tão significativo que Bachelard (1996, p. 69) afirmou que “nada prejudicou tanto o progresso do conhecimento quanto a falsa doutrina do geral.” O obstáculo verbal também representa um grande entrave ao desenvolvimento do espírito científico. Uma palavra que represente uma imagem ou faça uma definição de algo concreto para explicar uma abstração se torna um obstáculo pois não é intuitivo dissociar algo que tenha significado de sua concretude. E, por fim, o obstáculo do conhecimento quantitativo. Esse obstáculo obstrui não só a evolução dos estudantes, mas também de muitos professores de Ciências, em especial, de Física. Isso porque estão tão apegados à precisão e ao resultado quantitativo de suas análises que reduzem o conhecimento científico à números e assim não exploram o fenômeno científico em sua integralidade.

Ascender a esses obstáculos epistemológicos é o caminho para que o espírito científico chegue ao seu ápice no desenvolvimento do saber: o estado científico.

Desenvolver esse estado de espírito não é uma tarefa simples, precisa de uma ressignificação das ações dos professores e alunos.

No entanto, podemos encontrar, atualmente, ações como a elaboração de currículos que priorizam a formação de sujeitos independentes, analíticos, capazes de utilizar dos conceitos científicos para a mudança de sua realidade e de seus pares. Precisa-se então, iniciar a mudança com relação a práxis pedagógica, e é nesse ponto que nos propomos a iniciar um breve curso de capacitação de professores onde serão desenvolvidos os Objetos Científicos Interativos, que são experimentos científicos que unem os conceitos da prática pedagógica de Paulo freire e a epistemologia de Gastón Bachelard. Por acreditar que suas ações transformadoras podem convergir para uma prática em sala de aula que seja uma revolução no ensino de ciências, utilizamos esses dois grandes referenciais teóricos para poder orientar nossos trabalhos.

### **1.3 Investiga-Ação: uma convergência entre o pedagógico de Freire e o epistemológico de Bachelard.**

Após conhecer os autores que darão o suporte teórico à realização do nosso trabalho acadêmico, chega a hora de colocar em prática as referências pedagógicas e epistemológicas, isto é, utilizar das oficinas de formação de professores para entrar

em ação e aplicar todos os conhecimentos adquiridos. Nesse momento, é imperativo encontrar os pontos de convergência entre a pedagogia de Paulo Freire e o desenvolvimento epistemológico de Bachelard.

Fica claro como a epistemologia de Bachelard é focada prioritariamente no desenvolvimento do espírito científico, na investigação da psicanálise do conhecimento e no exame histórico-crítico do desenvolvimento científico, que alicerçam sua teoria e fundamentam a obra analisada como referencial teórico epistemológico. Munidos das bases que compõe a estrutura e a evolução do pensamento científico, nos cabe oportunizar a convergência dessa teoria com uma metodologia capaz de promover de forma eficaz as estratégias epistemológicas para o desenvolvimento do espírito científico em sala de aula. Acreditamos que a melhor forma de fazer as correlações entre os autores supracitados é trazer a metodologia de Paulo Freire à luz da ciência, observando como o professor poderá acessar o aluno criando um caminho para a identificação e rompimento dos obstáculos epistemológicos, uma vez que tal processo acontece por meio de uma relação entre seres distintos, entre professores e alunos, entre os próprios alunos e entre os professores. Por isso, vemos a necessidade de estabelecer caminhos metodológicos que sejam capazes de promover a avaliação e mudança epistemológica no ensino de ciências.

Nesse sentido, Freire afirma que não há lugar para o aflorar do **pensamento crítico** se a comunicação entre professor e aluno não acontecer por meio de um diálogo verdadeiro. Só através da dialogicidade será possível acessar os alunos sem as barreiras dicotômicas que a autoridade do professor impõe sobre os alunos.

Apesar de Bachelard priorizar a psicanálise do conhecimento científico, analisando a epistemologia desse conhecimento, não deixa de tratar sobre as relações que são intrínsecas a qualquer processo de ensino-aprendizagem, dando lugar à investigação das relações professor-aluno sugerindo uma “regulação cognitivo-afetiva indispensável ao progresso do espírito científico” (BACHELARD, 1996, p. 24). Também podemos perceber uma coerente preocupação no que diz respeito ao posicionamento do professor ao ensinar os alunos

O método dos fatos, cheio de autoridade e poder, se arroga um ar de divindade que tiraniza nossa fé e constrange nossa razão. Um homem que raciocina, que faz uma demonstração, trata-me como homem; raciocino junto com ele; deixa-me a liberdade de julgar e, se me força,

é através da minha própria razão. Mas aquele que grita “é um fato” considera-me como escravo. (BACHELARD, 1996, p. 52)

Para Freire,

Somente o diálogo, que implica um pensar crítico, é capaz, também de gerá-lo.

Sem ele não há comunicação e sem esta não há verdadeira educação. A que, operando a superação da contradição educador-educandos, se instaura como situação gnosiológica sobre o objeto cognoscível que os mediatiza. (FREIRE, 1987, p. 115)

De fato, o diálogo e a comunicação entre professor e aluno são pontos de extrema importância capazes de propiciar ou impedir o a formação do conhecimento. Nesse mesmo sentido (FERNANDES; MARQUES, 2009) ratificam que a comunicação é uma prática educativa de caráter reflexivo pois utilizar-se dela é negar a mera informação, o simples comunicado de um sujeito a outro como uma forma hierárquica de relacionamento: professor-aluno ou sujeitos ativos-passivos. Quando há a comunicação com o diálogo verdadeiro, amoroso, todos se tornam iguais na ação e reflexão. O processo ensino aprendizagem se torna uma práxis pedagógica.

A educação autêntica não se faz de A para B ou de A sobre B, mas de A *com* B, mediatizados pelo mundo. Mundo que impressiona e desafia a uns e a outros, originando visões ou pontos de vista sobre ele. Visões impregnadas de dúvidas, de esperanças ou desesperanças que implícita temas significativos, à base dos quais se constituirá o conteúdo programático da educação. (FREIRE, 1987, p. 115).

De pronto percebemos que Freire, mesmo em se tratando de pensamentos pedagógicos a respeito do ser e da sua interação com os outros, na busca da educação libertadora e transformadora, também utiliza gnoseologia como instrumento para compor sua pedagogia, incentivando a visualização de contradições da vida para encontrar desafios e provocar a busca por respostas, valorizar as dúvidas e questionamentos na tentativa de tornar os alunos cientes de sua condição de oprimidos e motivá-los a buscar mudança nessa situação inercial.

O que temos de fazer, na verdade, é propor ao povo, através de certas contradições básicas, sua situação existencial concreta, presente, como problema que, por sua vez, o desafia e, assim, lhe exige resposta, não só no nível intelectual, mas no nível da ação.

Nunca apenas dissertar sobre ela e jamais doar-lhe conteúdos que pouco ou nada tenham a ver com seus anseios, com suas dúvidas, com suas esperanças, com seus temores. Conteúdos que, às vezes,

aumentam esses temores. Temores de consciência oprimida. (FREIRE, 1987, p. 120).

O que temos, senão, uma convergência entre uma metodologia para a vida e uma psicanálise do conhecimento que estrutura toda a teoria epistemológica de Bachelard, onde “[...] as crises de crescimento do pensamento implicam uma reorganização total do sistema de saber.” (BACHELARD, 1996, p. 20)?

Podemos observar que Freire também faz referência ao que Bachelard chama de obstáculos epistemológicos, que são motivos para estagnação do pensamento científico. Freire denominou “situações-limite” que podem funcionar como freios ou obstáculos à sua libertação. Para Freire, as “situações-limites” devem ser encaradas como momentos de desafio, fazendo com que os alunos possam entrar em contato com elas, no caminho da superação e não da banal aceitação. Essa superação das “situações-limites”, só poderá acontecer quando instaurado o pensamento crítico. Então as “situações-limites” deixarão de funcionar como freios pra trazer a fé e a expectativa de superá-las por meio do empenho e da dedicação.

Nesse sentido, Bachelard, em sua busca pelo desenvolvimento epistemológico do conhecimento científico, considera os obstáculos epistemológicos como causas de inação do próprio ato de conhecer, afirmando que só há um novo conhecimento, quando há a sobreposição do conhecimento anterior, superando o obstáculo à aprendizagem. Significaria que todo conhecimento anterior seria desprezado? Que as dimensões histórico-culturais, tão caras à Paulo Freire seriam simplesmente sobrepostas pelo novo conhecimento? Na verdade, não. Os conhecimentos prévios são importantes para que possamos identificar os obstáculos epistemológicos que impedem o desenvolvimento do espírito e, assim, estabelecermos um rompimento com esses conhecimentos, alicerçando os novos. No entanto os novos conhecimentos não negam as dimensões históricas e culturais do ser. Pelo contrário, permitem que, ao problematizar a realidade, usando dos novos conhecimentos adquiridos, poderão contribuir de forma mais eficaz para a transformação do mundo a sua volta. Dessa forma, (LARANJEIRAS, 2009) contribui com a confluência entre os dois autores supracitados.

Na perspectiva freireana do conhecimento, o “saber científico” desempenha um papel fundamental enquanto problematizador,

desafiador do “saber popular”, fundado no nível da “doxa”<sup>7</sup>, no nível da sensibilidade do fato e do objeto e, portanto, limitado em sua capacidade de apreensão crítica da realidade. Para desempenhar essa tarefa, o “saber científico” não pode estar alheio ao “saber popular” como se ele fosse uma pura ingenuidade. É preciso reconhecê-lo, se queremos transpô-lo. Nesse sentido, o “saber científico” precisa dar-se conta de sua própria historicidade, como exemplificado anteriormente, para respeitar o momento histórico de um saber em vias de construção.

Tal perspectiva de conhecimento encontra ressonância no pensamento dialético e na epistemologia histórico-crítica de Gaston Bachelard, que reforça esta necessidade apontada por Freire de superação da “doxa” como forma desarmada de conhecimento frente ao mundo, em favor do “logos”, representado aqui na figura da “episteme”. (LARANJEIRAS, 2009, p. 199)

E é justamente essa nossa intenção ao trazermos a epistemologia histórico-crítica de Bachelard em consonância com a pedagogia de Freire: fazer uma convergência entre a formação de conhecimento e a pedagogia, para o desenvolvimento de uma metodologia que permita o questionamento e a transformação da realidade, utilizando elementos que propiciem a identificação e a quebra dos obstáculos epistemológicos, levando os alunos ao constante questionamento da ciência para a transformação do que fazer social. Nesse ponto de vista, encontramos nos dois autores um ponto que é essencial: a problematização. Seja em âmbito científico

Em primeiro lugar, é preciso formular problemas. E digam o que disserem, na vida científica os problemas não se formulam de modo espontâneo. É justamente nesse *sentido do problema* que caracteriza o verdadeiro espírito científico. Para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído. (BACHELARD, 1996, p. 18).

Ou no ato de ensinar para a liberdade

Rejeitar, em qualquer nível, a problematização dialógica é insistir num injustificável pessimismo em relação aos homens e à vida. É cair na prática depositante de um falso saber que, anestesiando o **espírito crítico**, serve à “domesticação” dos homens e instrumentaliza a invasão cultural. (FREIRE, 1983, p. 37).

---

<sup>7</sup> Doxa: conhecimento grosseiro, que vem de nossos sentidos e de nossas opiniões. (JAPIASSÚ e MARCONDES, 2001, p. 34)

Traçando paralelos entre as concepções de Freire e Bachelard, observamos que a investigação criteriosa, seja do objeto científico ou da condição como homem pertencente ao mundo, e claro, sua constante crítica<sup>8</sup>, são fundamentais romper o “status quo” e dar base para novos conhecimentos, permitindo que o sujeito da transformação possa operar nas suas relações com o mundo, consciente da sua existência e do seu poder de transformação (científico e social). Essa são convergências fundamentais que também são defendidas por (LARANJEIRAS, 2009, p. 206)

Um *approach* epistemológico aos aspectos referentes ao conhecimento tratados por Freire e Prado Jr. Certamente encontram ressonância na epistemologia histórico-crítica de Gaston Bachelard. Seus conceitos de “ruptura” e “obstáculo epistemológico”, tomados como base na discussão do processo de construção do conhecimento científico, são também essenciais enquanto categorias a serem consideradas no processo ensino-aprendizagem da ciência.

Nossa proposta é utilizar dos Objetos Científicos Interativos para promover a convergência entre a construção do conhecimento científico e uma metodologia transformadora e libertadora. Assim poderemos, de forma dialógica, identificar e transpor os obstáculos à aprendizagem, por meio da constante problematização dos elementos científicos, sociais e culturais, permitindo que os alunos sejam protagonistas em sua própria aprendizagem e na transformação das relações que ele tem com o mundo. Acreditamos nessa confluência pois os OCI permitem que os alunos sejam protagonistas na idealização, fabricação e utilização dos OCI. A autonomia gera liberdade, gera a dialogicidade aluno-aluno, aluno-professor, promovendo uma interação horizontal<sup>9</sup> onde prevaleça a troca, onde cada descoberta possa ser um novo aprendizado e aproveitando da autonomia e do protagonismo do aluno, o professor possa identificar e promover a oportunidade da quebra dos obstáculos epistemológicos, despertando o espírito científico e removendo os entraves à aprendizagem.

Pode-se observar que ao agregar as ideias de Freire e Bachelard, contribuimos para a formação de um “ambiente de aprendizagem” voltado para o ensino de ciências, onde o professor, de forma dialógica, estabelece as conexões entre os alunos (sujeitos cognoscentes) e o Objeto Científico Interativo (objeto cognoscível),

---

<sup>8</sup> A crítica a que nos referimos não é no sentido de ir contra, mas de questionar, analisar.

<sup>9</sup> Horizontal no sentido de não hierárquica.

mediatizando a comunicação entre eles por meio da observação e problematização fenomenológica. Assim, acreditamos não é somente possível, como são compatíveis e convergentes as teorias de Bachelard e Freire, no que diz respeito à utilização dos OCI em sala de aula. Esperamos então, contribuir para o desenvolvimento da experimentação no ensino de ciências e transformar a forma com que nossos alunos aprendem com a utilização dos OCI.

## 2 OFICINAS COLABORATIVAS COMO ESTRATÉGIA METODOLÓGICA DE AÇÃO.

Partindo do pressuposto de que o conhecimento é construído através do diálogo, mediado por diferentes objetos de conhecimento, o questionamento, a dialogicidade e a cooperação são aqui consideradas como elementos metodológicos fundantes na proposta das Oficinas. Do ponto de vista operacional isso implica no uso de uma metodologia de trabalho “peer Instruction”. Essa metodologia foi criada por Eric Mazur e tem como principal objetivo

[...] promover a interação na sala de aula envolvendo os alunos numa abordagem de conceitos, estimulando a troca e discussão entre eles, dando ênfase aos processos e resultados obtidos em um **ambiente colaborativo** capaz de interferir em todo processo de aprendizagem dos alunos, bem como, no relacionamento professor-aluno e aluno-aluno contribuindo de forma efetiva para o desenvolvimento de habilidades como questionar, debater, escutar, fazer e ensinar. (EBERSPACHER *et al.*, 2017, p. 6)

Nos apoiaremos, ainda, na perspectiva de que a Metodologia PI, no âmbito das Oficinas colaborativas, cada professor seja um edificador do seu aprendizado e com o apoio dos colegas possa avivar sua capacidade de análise fenomenológica, facilitando a prática docente, e vivenciando a efetiva aplicação dos OCI de forma dialógica, permitindo que os alunos possam operar com o conhecimento, entendendo o mundo em sua volta e modificando-o. De acordo com Freire (1987), a existência humana faz-se em pronunciar o mundo e modificá-lo utilizando a palavra, o trabalho e a ação-reflexão. Com esse ponto de vista, a aplicação da metodologia PI, como metodologia ativa escolhida e acolhida por nós, pretende fomentar algumas condutas que priorizem a participação dos alunos, compreendendo os aspectos motores, sensitivos, afetivos, emocionais, mentais e cognitivos, o incentivo e coordenação de atividades em grupo, a utilização diversos tipos de recursos, podendo ser científicos, tecnológicos, étnicos-culturais, sugeridos e pensados pelos próprios alunos. Do mesmo modo, pretende-se, por meio da metodologia PI, contextualizar os conhecimentos adquiridos, possibilitando que o aluno opere com esses conhecimentos na sua realidade, seja para sua manutenção ou alteração, se tornando um cidadão ativo e transformador da sua realidade.

Subjacente a esta perspectiva, encontra-se, portanto, um entendimento acerca da natureza da ciência, em suas diferentes dimensões constitutivas. Como ponto de

partida toma-se uma questão ou um problema, a partir do qual a ciência é, enquanto conhecimento, mobilizada com vistas à busca de solução. Para Bachelard, todo conhecimento é uma resposta a uma pergunta, por isso a importância da investigação, de fomentar o questionamento em torno do contexto observado e vivido.

Para o “educador bancário”, na sua antialogicidade, a pergunta, obviamente, não é a propósito do conteúdo do diálogo, que para ele não existe, mas a respeito do programa sobre o qual dissertará a seus alunos. E a esta pergunta, responderá ele mesmo, organizando *seu* programa

Para o educador-educando, dialógico, problematizador, o conteúdo programático da educação não é uma doação ou uma imposição – um conjunto de informes a ser depositado nos educandos - , mas a devolução organizada, sistematizada e acrescentada ao povo daqueles elementos que lhe entregou de forma desestruturada. (FREIRE, 1987, p. 116)

Por um lado, fundamenta-nos uma perspectiva epistemológica, segundo a qual, no dizer de Gaston Bachelard, “todo conhecimento é resposta a uma questão”; por outro, a perspectiva epistemológica-pedagógica de Paulo Freire, para o qual “todo conhecimento é uma co-operação”. Neste sentido, o “diálogo” surge também como elemento organizador das atividades.

É importante frisar a necessidade de trabalharmos numa perspectiva que valorize e estimule a consciência na relação com o conhecimento, o que torna a tentativa de compreensão do mundo uma atitude crítica e reflexiva, traduzindo, portanto, aquilo que se poderia denominar de “maturidade intelectual”, algo que parece se perder, ou pelo menos se diluir, quando da utilização da estratégia da mera transmissão de informação, que mais adormece que promove a consciência.

Assim, os professores participantes das Oficinas estarão em ações cooperativas de aprendizagem, produzindo equipamentos, realizando experimentos, fabricando os OCI e ressignificando a prática em sala de aula e suas relações com a ciência.

Nesse sentido, as oficinas colaborativas se tornam uma estratégia metodológica de ação no seu conceito etimológico mais puro: estamos desenvolvendo um caminho, uma busca para realização de algo. Nosso caso, o algo está bem definido: a formação/evolução do espírito científico

## 2.1 Objetos Científicos Interativos

O trabalho que será desenvolvido nessa dissertação consiste em realizar oficinas colaborativas para desenvolver material didático experimental para o ensino de ciências na educação básica. Todo material produzido nas oficinas será elaborado na perspectiva dos Objetos Científicos Interativos (LARANJEIRAS; PORTELA; RIBEIRO, 2018). Nesse entendimento, faremos a apresentação conceitual dos OCI, estabelecendo as definições, e mostrando as características desses objetos, a fim de apresentar a estrutura das oficinas colaborativas de produção de material didático experimental.

O crescente uso de bens de consumo, que carrega consigo padrões científicos e tecnológicos aprimorados, requer dos usuários maior conhecimento de ciência e tecnologia para a devida utilização dos recursos disponíveis e para a correta aplicação dessas ferramentas. Essa nova e mutável realidade impõe novos desafios ao ensino de ciências, que dentre as diversas demandas curriculares e extracurriculares, tem que integrar à rotina de sala de aula o uso das novas tecnologias. Hoje, essa premência não se restringe apenas ao ensino de ciências em sua forma primordial. A adoção do uso de novas tecnologias é sinônimo de inclusão social, o que implica diretamente na formação do indivíduo afetando seu interesse por ciências, sua autoestima como ser partícipe de uma sociedade tecnológica e o sentimento de integração com um mundo que perpassa os limites físicos da escola ou comunidade em que ele vive.

Por esse motivo destacamos a relevância dos programas de educação difusão e popularização da ciência na educação básica para contribuir com a construção e disseminação de uma cultura científica e tecnológica, que é essência para a formação do cidadão hodierno. Destarte, destacamos iniciativas que no Brasil são sinônimos de êxito no quesito divulgação científica: museus interativos, espaços científicos-culturais, mostras científicas, planetários, observatórios, semanas nacionais de ciência e tecnologia, ciclos de palestra, entre outros.

Para garantir que a divulgação científica cumpra seu papel de tornar acessível o conhecimento científico, faz-se necessário o desenvolvimento de materiais didáticos específicos destinados estabelecer um diálogo entre o mundo científico e a comunidade, afim de despertar o interesse mesmo de pessoas leigas e que possam

ser usados como instrumentos que aproximam o saber científico da realidade e do cotidiano popular.

Nessa perspectiva elegemos os Objetos Científicos Interativos como a classe de equipamentos didáticos experimentais, de caráter interativo, como elemento de ensino e divulgação da ciência na educação básica. Pode-se encontrar diversos exemplos de OCI na Experimentoteca do Instituto de Física da Universidade de Brasília. Esse é um projeto que há anos, tem obtido êxito na divulgação científica. Diversas escolas fazem visitas à Experimentoteca todos os dias. Acreditamos que os OCI também possam ter desempenho igualmente importante em sala de aula, no ensino formal de ciências, principalmente no que concerne estabelecer o diálogo entre o conhecimento formal e o não-formal, fomentar a quebra das barreiras epistemológicas abrindo caminho para o desenvolvimento do espírito científico, estimulando a curiosidade e a capacidade investigativa dos estudantes.

## **2.2 Desvendando e descrevendo os Objetos Científicos Interativos**

Os Objetos Científicos Interativos são objetos que têm propósitos didático-pedagógicos científicos em todas as etapas de concepção, construção e utilização. Isso porque todas essas etapas abarcam o que consideramos ser as dimensões fundamentais dos OCI: Dialogicidade, Ludicidade e Interatividade. Esses atributos inerentes aos OCI proporcionam às aulas de Ciências uma maior interação dos alunos entre si, com o professor e com o conteúdo abordado em sala de aula. Essa interação pode ser uma ótima ferramenta para aguçar o espírito investigativo, despertar a curiosidade dos alunos, buscando soluções científicas para os problemas cotidianos, oriundos de suas demandas.

O objetivo da dimensão da dialogicidade com humildade, com amor é romper com as ideias já interiorizadas por boa parte dos nossos alunos, principalmente se oriundos da escola pública.

Como posso dialogar, se me sinto participante de um gueto de homens puros, donos da verdade e do saber, para quem todos os que estão fora são “essa gente”, ou são “nativos inferiores”? Como posso dialogar, se parto de que a *pronúncia* do mundo é tarefa de homens seletos e que a presença das massas na história é sinal de sua deterioração que devo evitar?. (FREIRE, 1987, p. 111)

É estabelecer uma forma de diálogo em que os alunos possam dar suas opiniões, onde eles possam expor seus conhecimentos, mesmo que não sejam cientificamente corretos, que os caracterizem partícipes do processo investigativo na intenção de desvendar a ciência, trazendo o que antes era conhecimento e fatos apenas de iniciados, para a realidade deles, assim, transformando-os nos protagonistas de suas transformações. Paulo Freire (1987, p. 108) diz que “não é no silêncio que os homens se fazem, mas na palavra, no trabalho, na ação reflexão”. Por isso a importância da dialogicidade como prática da educação libertadora. No caso da prática científica, a liberdade de que fala Freire (1987) pode ser entendida como deixar de lado a ideia de que a ciência é objeto de uso exclusivo de cientistas e compreender que os conceitos científicos podem ser usados por todos para resolver problemas cotidianos de forma simples.

Por isso, o diálogo é uma exigência existencial. E, se ele é o encontro em que se solidarizam o refletir e o agir de seus sujeitos endereçados ao mundo a ser transformado e humanizado, não pode reduzir-se a um ato de depositar ideias de um sujeito no outro, nem tampouco tornar-se simples troca de ideias a serem consumidas pelos permutantes. (FREIRE, 1987, p. 109) .

Em sua concepção conceitual, os OCI são estruturados em três elementos básicos que coordenados dão suas formas e características. São eles:

O **Objeto** se constitui no elemento sobre o qual, ou a partir do qual, os fenômenos ocorrem, corporificando-se por meio de uma base material, que se apresenta na forma de equipamentos, protótipos, instalações artísticas, minerais, fósseis, vegetais, animais e outros, ou uma associação destes. (LARANJEIRAS; PORTELA; RIBEIRO, 2018, p. 2201-4, grifo do autor.)

O Objeto, em se tratando de OCI não está limitado ao experimento científico, é abrangido por toda estrutura material que possa representar o fenômeno científico que se pretenda explorar. Isso significa que o professor não precisa estar limitado à existência de laboratórios na escola, com a disponibilidade de equipamentos específicos ou insumos de difícil aquisição.

Para descrever e caracterizar o objeto, em um OCI, não há a necessidade do conhecimento científico, ou seja, qualquer pessoa é capaz de descrever o objeto que será utilizado como OCI pois nele consta apenas a base material, que sozinho não

representa nada além da descrição exata da sua *causa material*<sup>10</sup>. Nesse sentido, a concepção de um OCI pode se dar partindo de qualquer objeto, libertando os partícipes do processo ensino-aprendizagem das amarras impostas pela experimentação em laboratórios de ciências e que causam tantos óbices à implementação da experimentação em sala de aula. Uma outra característica importante dos OCI é a possibilidade de diversificação de experimentos dentro de um mesmo eixo temático. Quando a escola ou o professor investem quantidade significativa em experimentos laboratoriais, há, necessariamente, uma obrigação de utilizar os mesmos experimentos todos os anos, da mesma forma, engessando o professor e contribuindo para a falta de interesse dos alunos, que repetidas vezes vivenciam a mesma aula, com os mesmos experimentos.

Assim, os OCI contribuem para a diversificação de experimentos que podem ser utilizados em sala de aula, sem vínculos ou amarras. Também contribui para o contínuo desenvolvimento do professor que terá a responsabilidade de utilizar seus conhecimentos científicos para identificar, no seu dia-a-dia, objetos que associados a um fenômeno e contexto sejam um potencial OCI.

O **Fenômeno** por sua vez, mais do que simples base material, incorpora e reivindica uma “leitura” que explicita diferentes conexões de um dado evento no tempo. No entanto a relação Objeto-Fenômeno não ocorre no vazio, o que faz com que seja necessário explicitar um **Contexto** capaz de abrigar e ao mesmo tempo traduzir a relação Objeto-Fenômeno, conferindo a esta última um sentido. (LARANJEIRAS; PORTELA; RIBEIRO, 2018, p. 2201-4).

O fenômeno perpassa a figura material do objeto, agora, conferindo a esse, uma leitura sobre objeto. Não será suficiente a simples descrição da base material. Para compreender o fenômeno é necessária uma interpretação científica, uma compreensão mais apurada sobre o que está sendo visualizado dentro do contexto, para então, dar sentido ao OCI. A figura ilustra como é estruturado o OCI com base nos conceitos de objeto, fenômeno e contexto.

---

<sup>10</sup> Causa é, tudo aquilo que determina a constituição e a natureza de um ser ou de um fenômeno. Para Aristóteles a causa se reduz à essência, à forma, à realização do fim, pois é a busca da causa que define a verdadeira ciência. Ele enumera as quatro causas: material, formal, eficiente e final. Ex.: no caso de uma estátua, a causa material é a matéria da qual ela é feita (bronze, mármore). (JAPIASSÚ; MARCONDES, 2001, p. 34)

Figura 1 - Concepção dos OCI com base nos seus elementos constitutivos.



Fonte: Cássio Costa Laranjeiras

A utilização dos OCI é potencializada quando associadas às perspectivas metodológicas de Paulo Freire e *teorias do conhecimento*<sup>11</sup> de Gastón Bachelard, uma vez que os OCI são capazes de promover experiências diversas ao senso comum e à experiência primeira, considerados por Bachelard os principais obstáculos à aprendizagem, dentre outros obstáculos que comumente são encontrados no ensino de ciências como os obstáculos animistas, os obstáculos verbais, obstáculos realistas, e os substancialistas. Identificados os tipos de obstáculos durante a apresentação de um OCI, ao estabelecer uma relação dialógica com os alunos, será possível romper os obstáculos, alicerçando novos conhecimentos e durante a investigação dos fenômenos, onde os alunos poderão operar com o conhecimento adquirido, se sentirão pertencentes e protagonistas no processo ensino aprendizagem.

Quando iniciados na ciência, capazes de operar com o conhecimento científico sobreposto aos obstáculos que impediam do desenvolvimento do espírito científico, os alunos são capazes, como operadores da Ciência, de modificar o mundo a sua volta, de identificar e resolver problemas cotidianos, de buscar soluções para a melhoria das relações em casa ou na sua comunidade, onde

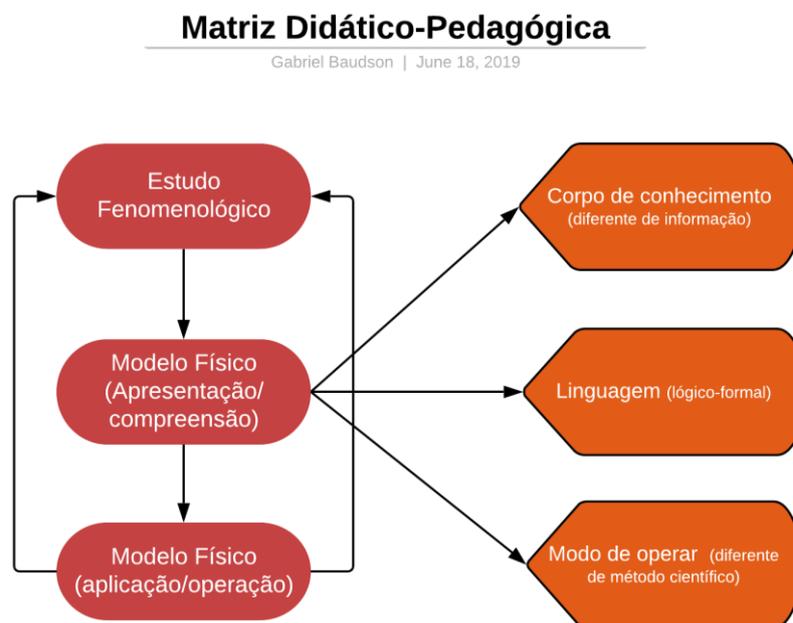
Educador e educandos (liderança e massas), cointencionados à realidade, se encontram numa tarefa em que ambos são sujeitos no

<sup>11</sup> Sinônimo de Epistemologia (JAPIASSÚ; MARCONDES, 2001)

ato, não só de desvendá-la e, assim, criticamente conhece-la, mas também no ato de recriar este conhecimento. (FREIRE, 1987, p. 77-78).

Isto posto, propomos a aplicação dos OCI em consonância com uma Matriz Didático Pedagógica (MDP) desenvolvida pelo professor Dr. Cássio Laranjeiras, que explicita caminhos que podem ser seguidos para melhor aproveitamento dos OCI, alicerçados na epistemologia de Bachelard e metodologia de Freire, como mostra a figura 2.

Figura 2 - Matriz Didático-Pedagógica



Fonte: Autoria própria

A MDP traz como sugestão, ao explorar os OCI, iniciar pelo estudo do fenômeno, apresentando o OCI aos alunos e, estabelecendo um diálogo horizontal, por meio de questionamentos iniciais, sugerir que os alunos descrevam e expliquem o objeto e o fenômeno observados. Nesse momento o professor terá a oportunidade de identificar e transpor os obstáculos epistemológicos observados. Uma forma de explorar melhor os obstáculos epistemológicos dos alunos é estabelecer uma investigação mais detalhada e listar as variáveis que são ou não relevantes para a realização do fenômeno. Ao identificar as variáveis relevantes o professor tem a oportunidade de alternar entre a experimentação e o quadro, como sugere Bachelard (1996, p. 17) “é indispensável que o professor passe continuamente da mesa para a

lousa, a fim de extrair o mais depressa possível o abstrato do concreto”. Essa passagem da mesa para lousa é justamente o momento onde apresentamos aos alunos o modelo físico associado ao experimento. Assim, o professor, ao extrair, o mais depressa possível o abstrato do concreto permite que os alunos tenham a compreensão do fenômeno observado, agora com um corpo de conhecimento, não só como uma mera informação, mas como uma intrínseca ligação entre o fenômeno e o conhecimento científico, permitindo que ele possa, dessa forma, descrever o fenômeno utilizando a linguagem científica, em termos de Letramento Científico, quando for o caso, e por meio de equações matemáticas, descritos como linguagem lógico-formal.

Esse também será o momento propício para explorar o modo de operar com o conhecimento científico adquirido. Nesse sentido, operar significa extrapolar os limites impostos pela experimentação e fazer uma leitura do mundo, seja em um universo próximo, em situações do dia-a-dia, seja em um universo distante como planetas e estrelas, por exemplo. Quanto mais o professor e alunos imergirem nessa investigação do modo de operar o conhecimento científico, mais apurado estará seu espírito de investigação e mais libertador será o conhecimento adquirido. Por fim, estabelecida a aplicação e operação do conhecimento científico, o professor e alunos poderão, de forma colaborativa sugerir e explorar novos fenômenos em busca do desenvolvimento do espírito científico.

A MDP, desenvolvida para a aplicação dos OCI encontra analogia com uma metodologia amplamente difundida no ensino de Ciências, os Três Momentos Pedagógicos (3MP), propostos por Demétrio Delizoicov, José André Angotti e Marta Maria Pernambuco. Essa metodologia é fundamentada nas concepções de Paulo Freire, aplicadas ao ensino de ciências e divide a aula de ciências em três momentos específicos que, em mais detalhes, sugere

[...] no primeiro momento pedagógico, que equivale à Problematização inicial (PI), procura-se tratar de situações que estejam associadas à realidade dos alunos, para que, deste modo, eles se sintam desafiados a expor suas opiniões sobre os questionamentos que estão sendo realizados e notem a necessidade de adquirir outros conhecimentos que ainda não possuem.

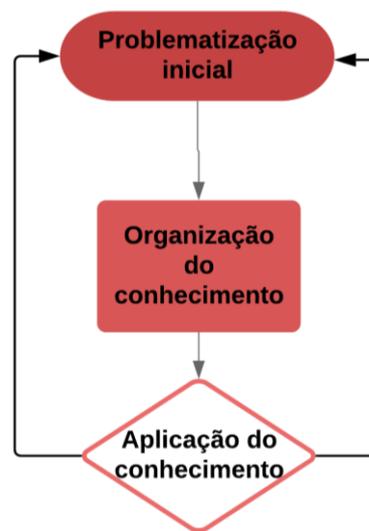
Já no segundo momento, que corresponde à Organização do Conhecimento (OC), são estudados, sob a mediação do docente, os conhecimentos científicos necessários para que os educandos consigam entender o assunto/tema que está sendo trabalhado, bem como as PI efetuadas anteriormente. E, por fim, na Aplicação do

conhecimento (AC), que diz respeito ao terceiro momento pedagógico, são retomados os questionamentos realizados na PI, a fim de analisar os conhecimentos que foram incorporados pelos alunos no decorrer da aula. (FERREIRA; PANIZ; MUENCHEN, 2016, p. 514)

Figura 3 – Três momentos Pedagógicos

### Três Momentos Pedagógicos 3MP

Gabriel Baudson | May 10, 2019



Fonte: autoria própria

Os 3MP estruturam uma metodologia voltada para sala de aula, com o cunho pedagógico, o que se difere da MDP, uma vez que, esta possui um olhar epistemológico no fazer pedagógico, que se estruturou durante a convergência das teorias de Paulo Freire e Gaston Bachelard ratificada nesse trabalho.

Esse olhar epistemológico é verificado no processo de investigação dos OCI, onde pretende-se, no fazer pedagógico, encontrar obstáculos epistemológicos e, por meio do diálogo, da incessante investigação, romper esses obstáculos no intuito de fundamentar os novos conhecimentos.

Assim, ao trabalhar em consonância com os 3MP, que são tão utilizados, referendados e aceitos como metodologia de sucesso no ensino de ciências, cremos que a MDP aplicada ao estudo dos OCI, é uma estratégia metodológica que contempla o desenvolvimento do trabalho pedagógico e, ao mesmo tempo, atenta para a formação do conhecimento científico. Esse viés é o resultado da convergência entre o fazer pedagógico de Paulo Freire e a epistemologia de Gaston Bachelard.

## **2.2.1 Dinâmica das oficinas**

### *2.2.1.1 Seleção de professores*

Para a realização das oficinas propostas nesse trabalho de mestrado contamos com a ajuda do Professor Sebastião Portela, que ocupa o cargo de vice-diretor do Centro de Ensino Médio Integrado do Gama, o CEMI – Gama. O professor Sebastião cedeu o espaço para a realização dos trabalhos. Um local específico para a idealização, confecção e realização de experimentos científicos denominado Makerspace e utilizado por professores e estudantes. O Makerspace é equipado com ferramentas, materiais elétricos e todo suporte de informática necessário para a pesquisa e elaboração de projetos científicos. O professor Sebastião também oportunizou a divulgação das oficinas via Diretoria Regional de Ensino do Gama, DRE - Gama e providenciou a certificação dos professores participantes das oficinas.

Por meio da DRE-Gama, as oficinas foram divulgadas para as Unidades Escolares, UE, e repassadas para os professores de Ciências da Natureza. Foi encaminhada uma apresentação da proposta do curso (em anexo) e nela, um QR code<sup>12</sup> que tem como destino a página de inscrição do curso, onde os professores forneceram dados como nome, telefone, endereço de e-mail, EU de origem, ciclo de atuação no EF e responderam algumas perguntas sobre a experimentação em sala de aula e sobre as condições que as escolas oferecem para a realização de experimentos. Foi questionado se há ou não laboratórios de ciência na escola, se o professor desenvolve atividades experimentais em suas aulas, o que impedia o professor de realizar as práticas experimentais, caso não as realizasse, e, por fim, se eles acreditam que a inserção da experimentação em sala de aula pode contribuir para o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos.

Tivemos 14 professores inscritos e com isso uma base de dados sobre as perguntas realizadas.

As respostas obtidas por meio das perguntas, no ato de inscrição das oficinas geraram dados relevantes para nos ajudar a conhecer o perfil dos professores que se interessaram em participar das oficinas e prepara conteúdos e dinâmicas específicas para atender as necessidades do grupo de professores.

---

<sup>12</sup> QR code, ou código QR, é a sigla de "Quick Response" que significa resposta rápida. Ele é um código de barras, criado em 1994, que permite a fácil interpretação, e, nesse caso, direcionamento para o site de destino.

Inicialmente pudemos observar um interesse de boa parte dos professores da DRE-Gama. Houve grande diversificação de escolas participantes, o que nos mostra que a realização das oficinas foi amplamente divulgada no âmbito da DRE-Gama e, a princípio, há interesse dos professores de Ciências em participar de projetos de formação continuada. O gráfico a seguir nos dá um panorama da distribuição dos professores inscritos, por UE.

Tabela 1 - Distribuição de professores inscritos por UE.

CEF 03	CEF PAN	CEMI-Gama	CEF 11	CED 10	CEF 04	CEF 05	CEF Tamanduá	CEF 07	CEF08	CEF 15	CEF 01
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Total 14 professores inscritos											

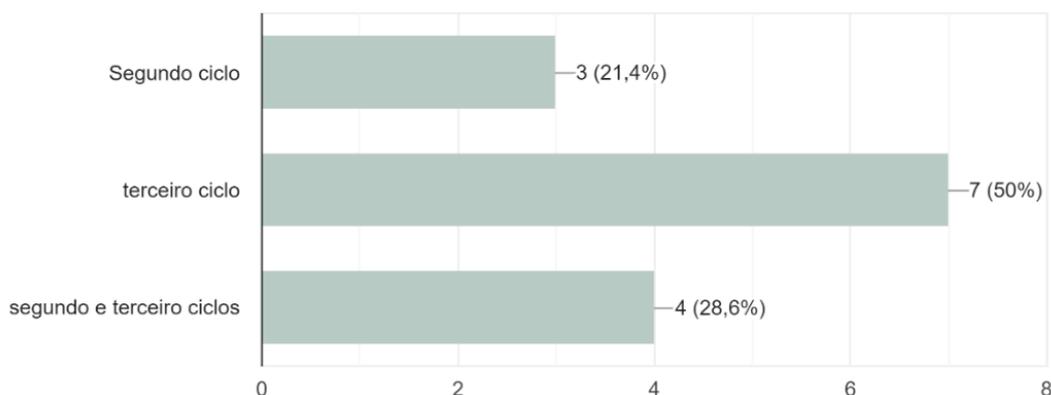
Fonte: Autoria Própria

Ainda dando ênfase no perfil dos professores inscritos, pudemos notar que 50% deles atuam apenas no terceiro ciclo do Ensino fundamental, isto é, ministram suas aulas para alunos de oitavo e nonos anos do EF, enquanto 21,4% atuam apenas no segundo ciclo, ou seja, trabalham com alunos do sextos e sétimos anos e, por fim, 28,6% dos professores atendem os segundos e terceiros ciclos do EF, como mostra o gráfico 1.

Gráfico 1 - Distribuição de professores inscritos por ciclo de atuação

Em quais ciclos do Ensino Fundamental você atua?

14 respostas



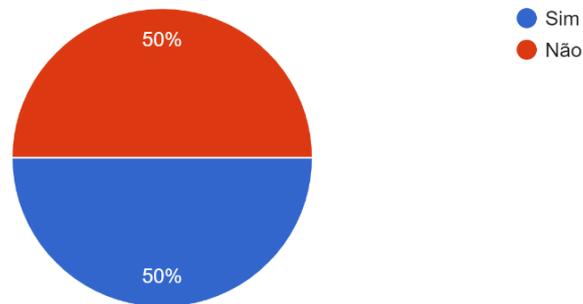
Fonte: Autoria Própria

Passamos então a avaliar a presença ou não de laboratórios de Ciências nas escolas dos professores inscritos nas oficinas.

Gráfico 2 - Relação de UE's que possuem laboratório de Ciências

Sua escola possui laboratório de ciências (física, química ou biologia)?

14 respostas



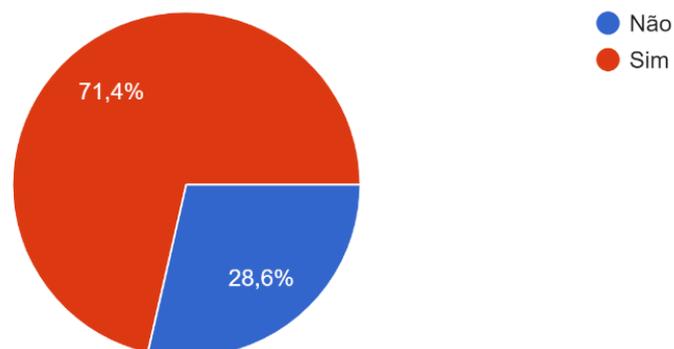
Fonte: Autoria Própria

É importante ressaltar que, de acordo com Silva, Machado e Tunes, (2010), a falta de laboratórios de ciências nas escolas é listado como o maior óbice à inserção de atividades experimentais no ensino. No entanto, notamos que essa não é uma realidade das escolas listadas em nosso formulário de inscrição, já que metade das escolas tem laboratório de ciências. Tampouco a ausência de laboratórios se torna um impedimento para a realização de atividades experimentais pelos professores, já que, de acordo com o gráfico a seguir, 71,4% dos professores realizam atividades experimentais em sala de aula.

Gráfico 3 - Relação de professores que desenvolve atividades experimentais em sala de aula

Você desenvolve atividades experimentais em sala de aula?

14 respostas



Fonte: Autoria Própria

Para os professores que não realizam atividades experimentais em sala de aula, fizemos o questionamento sobre os motivos que os impossibilitam de realizar a experimentação. Dentre as quatro respostas apresentadas, apenas uma está relacionada à ausência de laboratórios, como aponta um dos professores entrevistados: “*falta de material, local adequado*”. As outras respostas apontam para outros fatores como: “*O laboratório não está em sua atividade.*”, ou “*Falta de recursos materiais*”, ou ainda:

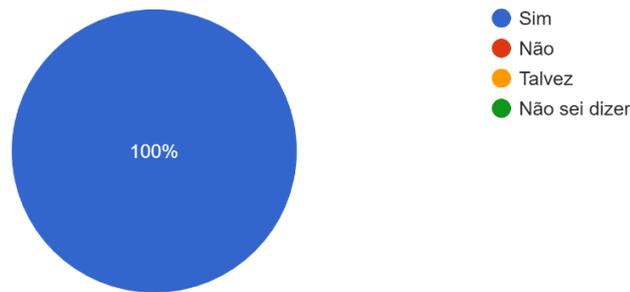
*“Dificuldades com o número de estudantes por sala de aula. Falta de compromisso de alguns estudantes em colaborar com a realização da atividade. A indisciplina por parte dos estudantes e a dificuldade de seguir orientações básicas de segurança durante a realização dos experimentos. Falta de materiais para experimentos que envolve o conteúdo de Biologia. Falta de espaço para alguns experimentos que envolve o conteúdo de Biologia. Experimentos que demandam tempo para realizar observações precisam estar bem acondicionados e protegidos em espaço adequado. Local adequado para realizar a higienização e acondicionamento de materiais e das mãos após os experimentos. Tempo para planejamento das atividades práticas”.*

Apesar da falta de laboratórios em algumas escolas e mesmo que alguns dos professores não realizem atividades experimentais em sala de aula, foi unânime o reconhecimento sobre a importância da experimentação para a melhora na aprendizagem dos alunos. Quando arguidos se o fato de inserir atividades experimentais em sala de aula pode contribuir para o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos, 100% dos professores responderam sim. Essa resposta é um grande motivador para a realização deste trabalho de mestrado, pois vai ao encontro das nossas premissas.

Gráfico 4 - Relação de professores que acreditam que a inserção da experimentação em sala de aula pode contribuir para o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos

A inserção da experimentação em sala de aula pode contribuir para o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos?

14 respostas



Fonte: Autoria Própria

Os professores foram inseridos em um grupo de WhatsApp e também convidados a ingressar em uma turma do Google Classroom<sup>13</sup>, já que a proposta das oficinas prevê 15 horas presenciais e 5 horas semipresenciais.

No Google Classroom, disponibilizamos diversos materiais sobre experimentação em ciências, na forma de livros digitais e também propiciamos o acesso ao referencial teórico utilizado neste trabalho, por meio dos livros digitais *A Formação do Espírito Científico*, de Gastón Bachelard, *A Pedagogia do Oprimido e Comunicação ou Extensão*, ambos de Paulo Freire. Nesse ambiente virtual também será finalizado material didático colaborativo para a experimentação no ensino de ciências na educação básica, pensado e elaborado durante as oficinas. Além disso, na sala de aula virtual, os professores participantes têm como tarefa a elaboração de registros da oficina.

### 2.2.1.2 Dias e horários das oficinas

As oficinas ocorrerão em 5 encontros com duração de três horas, totalizando 15 horas presenciais e mais 5 horas semipresenciais por meio da plataforma Google classroom, totalizando 20 horas de curso. As reuniões serão realizadas às terças-

<sup>13</sup> Plataforma de ensino gratuita muito semelhante ao Moodle.

feiras, às 14 horas, pois coincide com as coordenações da área de Ciências da Natureza, na maioria das escolas da rede pública do Distrito Federal.

Os encontros serão realizados no CEMI-Gama, em um local destinado à construção e realização de experimentos científicos, dispondo de ferramentas, mobiliário e ambiente especialmente desenhado para este fim. O local é denominado Makerspace.

### 2.2.1.3 Conceitos Gerais

São as seguintes as etapas que compõem, do ponto de vista metodológico, o processo de elaboração dos materiais (Objetos Científicos Interativos - OCI) nas oficinas:

- Identificação de um fenômeno físico que incorpore um problema a ser compreendido;
- Concepção do OCI
- Pesquisa de referência.
- Desenho técnico
- Produção do OCI
- Teste de funcionamento e adequações;
- Elaboração de material de apoio pedagógico.
- Utilização em sala de aula

A tarefa de identificar um fenômeno físico que incorpore um problema a ser compreendido tem que levar em conta vários fatores associados à realidade dos alunos, ao Currículo em Movimento (CM) da SEDF, ao poder de problematização, como afirma (FREIRE, 1983, p. 56)

Pois bem, se a educação é esta relação entre sujeitos cognoscentes, mediatizados pelo objeto cognoscível, na qual o educador reconstrói, permanentemente, seu ato de conhecer, ela é, necessariamente, em consequência, um quefazer problematizador.

A tarefa do educador, então, é a de problematizar aos educandos o conteúdo que os mediatiza, e não a de dissertar sobre ele, de dá-lo, de estendê-lo, de entregá-lo, como se tratasse de algo já feito, elaborado, acabado, terminado.

Por isso os OCI possuem uma característica dinâmica, ao contrário dos experimentos científicos clássicos, que já possuem estrutura física (objeto), instruções de aplicação e avaliação definidos (fenômeno e contexto), impedindo que a verdadeira

problematização, capaz de traçar novos caminhos para a compreensão do fenômeno e da realidade, seja realizada. Então, identificar um fenômeno físico para a construção de um OCI é um exercício de entrega do professor, pois não requer apenas o conhecimento científico, é necessário estar atento às dimensões histórico-culturais, estar aberto ao verdadeiro diálogo, para captar elementos que propiciem a práxis problematizadora, conseqüentemente, libertadora.

A pesquisa de referência consiste em saber quais são os elementos científicos que explicam o fenômeno observado. Na pesquisa de referência elencaremos os conteúdos, temas e objetivos que poderão ser trabalhados, de acordo com o CM da SEDF. Também haverá um levantamento sobre os experimentos, que já foram elaborados, relacionados ao fenômeno identificado. Esse levantamento poderá auxiliar-nos na prévia identificação de obstáculos epistemológicos, bem como inspirar-nos a conceber o OCI.

Definido o fenômeno que possua todas as características necessárias para a caracterização do OCI, realizada a pesquisa de referência, daremos, então, início à concepção do OCI. Nessa fase, será fundamental pensar em objetos que possam reproduzir o fenômeno observado. Há a necessidade de observar algumas variáveis na hora da concepção de um OCI. O custo, considerado como um dos maiores entraves para a realização de experimentos em sala de aula, é um fator importante na hora de conceber um projeto. Por essa razão, tem-se que explorar várias possibilidades de materiais, principalmente os que estejam disponíveis em abundância na realidade escolar em que está sendo desenvolvido o OCI. Dada a prática dialógica na concepção de um OCI, cabe ao professor mediar os trabalhos levando em consideração o planejamento de aula, isto é, avaliar o tempo necessário para a construção e aplicação do OCI, a segurança, dentre outros fatores que sejam responsabilidade exclusiva do professor.

Alguns OCI, dada a complexidade e especificidade dos fenômenos envolvidos, necessitarão de um planejamento mais detalhado, como croquis e desenhos técnicos. Com isso, poderemos adequar escalas, ajustar medidas e conhecer a viabilidade do desenvolvimento do projeto. Com um planejamento apurado, há a possibilidade de envolver outras disciplinas e professores, como as artes e/ou desenho geométrico.

A produção do OCI é o momento onde todas as etapas anteriores serão concretizadas. Os professores terão a oportunidade de usar as técnicas e ferramentas necessárias para a construção do OCI. É o momento onde a são impostos os

primeiros desafios às ideias conceptivas e ao projeto elaborado. Finda a construção do OCI, iniciaremos a fase de teste de funcionamento e adequações. Este é um ponto de grande riqueza para as oficinas, pois é onde poderemos dialogar sobre o OCI, qual seja o resultado que obtivermos. Caso o OCI não funcione, nossos esforços se concentrarão em juntos, elencarmos quais os motivos que impediram seu funcionamento, rever todas as etapas anteriores, em busca do resultado que esperamos alcançar. Caso o OCI funcione parcialmente, teremos a possibilidade de coletar ideias para que possamos aprimorar o OCI planejado. Em funcionando como o planejado, poderemos, então, dar continuidade explorando o potencial didático-metodológico do OCI.

Além da dedicação à concepção e todas as etapas de elaboração dos OCI, outros pontos também serão tema comum a todos os encontros, tais como as questões que remetem à falta de sentido no ensino de ciências, e que influem diretamente no interesse dos alunos e dos professores; a ausência da dimensão empírica, que é inerente às Ciências da Natureza e que não é suprida com a simples aquisição de equipamentos experimentais de laboratório; a não aquisição de habilidades e competências inerentes ao conhecimento científico e a ausência de estímulo à curiosidade e ao desenvolvimento do espírito investigativo, dentre outros.

## **2.2.2 Cronograma das oficinas**

### *2.2.2.1 OCI: apresentação e contextualização*

Data: 11/06/2019

O primeiro encontro será marcado pela apresentação dos professores participantes, da proposta e dinâmica das oficinas e detalhamento das práticas que serão desenvolvidas. Também detalharemos todos os objetivos que pretendemos alcançar com a realização das oficinas, faremos uma discussão sobre a experimentação no ensino de ciências, debate sobre os desafios contemporâneos, estratégias de ação para contornar os problemas levantados, apresentação dos OCI e seu fundamentos.

Também apresentaremos o referencial teórico que subsidiará a nosso trabalho fornecendo elementos epistemológicos e metodológicos para que possamos desenvolver um material didático que, absorto nas teorias de construção do

conhecimento, possa utilizar da melhor forma possível a metodologia para atingir o objetivo que construímos juntos: melhorar o ensino e a aprendizagem de ciências.

Conjuntamente iremos sugerir e coletar sugestões sobre a bibliografia que pautará nossas atividades pedagógicas e construções epistemológicas dos OCI que serão desenvolvidos durante as atividades.

Ainda nessa oficina, pretendemos realizar um OCI para que os professores vejam na prática os ideais aqui defendidos. Aspiramos realizar o OCI da esfera flutuante, que tem como principais características: a produção e escoamento de ar na superfície de uma esfera de isopor, possibilitando a sua sustentação por diferença de pressão hidrodinâmica. A ideia é levantar, discutir e testar hipóteses para explicar como uma esfera de isopor pode flutuar sustentada por pressão hidrodinâmica produzida pelo escoamento de ar (expelido por um secador de cabelo).

Nessa atividade exploraremos inicialmente o senso comum dos professores e alunos, em uma primeira observação fenomenológica, abordaremos as diversas explicações sobre o fenômeno observado e após uma análise das propostas, utilizando o próprio experimento, no entanto explorando pontos de vistas ainda não observados na impressão inicial, retomaremos a discussão sobre as novas hipóteses para a explicação do fenômeno analisado.

#### *2.2.2.2 Desafio do copo com água.*

Data: 18/06/2019

O desafio do copo com água consiste em encher um copo com água e depois colocar sobre sua abertura uma folha de papel. Ao apoiar a folha de papel e virar o copo, retirando a mão de apoio em seguida, observa-se que a água fica contida no recipiente sem cair, apoiada apenas pela folha de papel, contrariando o que os professores e alunos têm como senso comum.

Em seguida, antes de revelar qualquer coisa, pretendemos explorar as variáveis do sistema e classificá-las como sendo ou não relevantes. Nesse caso, poderemos questionar se, acaso mudarmos a cor da água, o experimento continua sendo realizável? Se mudarmos o diâmetro do recipiente? Sua altura?

Iremos realizar o experimento levando em conta todas essas variáveis e classificá-las como sendo variáveis relevantes ou não relevantes. Depois de explorarmos o fenômeno observado, pretendemos mostrar o corpo de conhecimento

(conteúdo envolvido) e assim, dar subsídios para mais questionamentos. Como exemplo, podemos questionar se esse experimento funcionaria com óleo, ou refrigerante. Ao realizar tais questionamentos, chegaremos ao corpo de conhecimento sobre a tensão superficial, especificamente da água, o que nos dá a possibilidade de explorar outros OCI, como o desafio do clipe de papel flutuando na água, ou do “leite psicodélico”.

A perspectiva é que tenhamos tempo suficiente para explorar esses três objetos científicos.

### *2.2.2.3 Bexiga resistente ao fogo?*

Data: 25/062019

Mostraremos nesse OCI um fenômeno curioso utilizando uma bexiga e uma chama (isqueiro, boca do fogão, vela ou outra). Inicialmente vamos encher a bexiga com ar e depois amarrar sua ponta. Perguntaremos aos professores o que acontecerá, caso nós aproximemos a bexiga da chama da vela. Muito provavelmente todos estarão certos com relação ao resultado. No entanto, caso esse balão esteja cheio de água, aproximando o balão da chama, o que aconteceria? Muitos ficaram surpresos pelo fato da bexiga se comportar contrariando as expectativas. Mas por que a bexiga não estouro? Quando ela estourará? E se a chama for mais intensa? E se ao invés de água, colocássemos areia?

Esses são questionamentos que pretendemos levar ao grupo de professores para que possamos explorar ao máximo os obstáculos epistemológicos que detectarmos e por fim, tentar transpor esses obstáculos.

### *2.2.2.4 Eletrização e gravidade?*

Data: 02/07/2019

Pensamos esse OCI no intuito de trabalhar os conceitos de eletrostática, mais especificamente, eletrização por atrito, por contato e indução; além de estabelecer relações com a força gravitacional.

Inicialmente apresentaremos diferentes objetos que, ao serem atritados, são eletrizados. Nossa intenção é estabelecer uma referência de eletrização para tentarmos montar uma série triboelétrica de forma experimental. Como podemos perceber que um corpo está mais eletrizado que outro? Por que o metal não se eletriza

por atrito? Porque um corpo inicialmente neutro, quando se aproxima de um corpo eletrizado, também permanece eletrizado temporariamente? Como é a estrutura da matéria? Essa estrutura tem relação com o fato de alguns corpos serem condutores e outros dielétricos?

Vencidas todas essas etapas, iremos questionar aos professores se a força elétrica, dada pela interação entre dois corpos, poderia ser maior do que a força gravitacional. E então vamos sugerir que façamos bolhas de sabão e tentar equilibrar essa bolha no ar.

#### *2.2.2.5 Alavanca: Ampliando Forças*

Data: 06/08/2019

Uma alavanca com regulagem no comprimento permite que se constate a variação do esforço empregado para levantar uma determinada massa, apenas com a variação do comprimento do braço da alavanca. Neste caso, o visitante é desafiado a refletir sobre o papel das ferramentas no seu cotidiano, como instrumentos de ampliação de forças.

Nesse dia também haverá a conclusão do curso onde exporemos nossas impressões sobre o trabalho realizado, sobre a dinâmica das oficinas e faremos uma avaliação de todo o processo. Apresentaremos os OCI confeccionados e as proposições didático-pedagógicas de utilização em sala de aula. Assim teremos uma visão geral, a partir do grupo de professores, de como eles avaliaram as oficinas e, de forma individual, uma avaliação escrita do curso que nos dará elementos que justificarão nossa proposição didática profissional.

#### **2.2.3 Oficinas colaborativas e os OCI**

Nosso trabalho consiste em desenvolver oficinas colaborativas para a produção de material didático para o ensino de ciências na educação básica, com a finalidade de desenvolver, construir e aplicar os OCI como uma metodologia de ensino de ciências que resgata o caráter empírico das ciências favorecendo a investigação, a identificação de obstáculos epistemológicos e o rompimento desses obstáculos, em um ambiente de aprendizagem onde professor e alunos façam parte de um processo em que são sujeitos cognoscentes em amplo diálogo mediatizado por um objeto cognoscível, no caso os OCI.

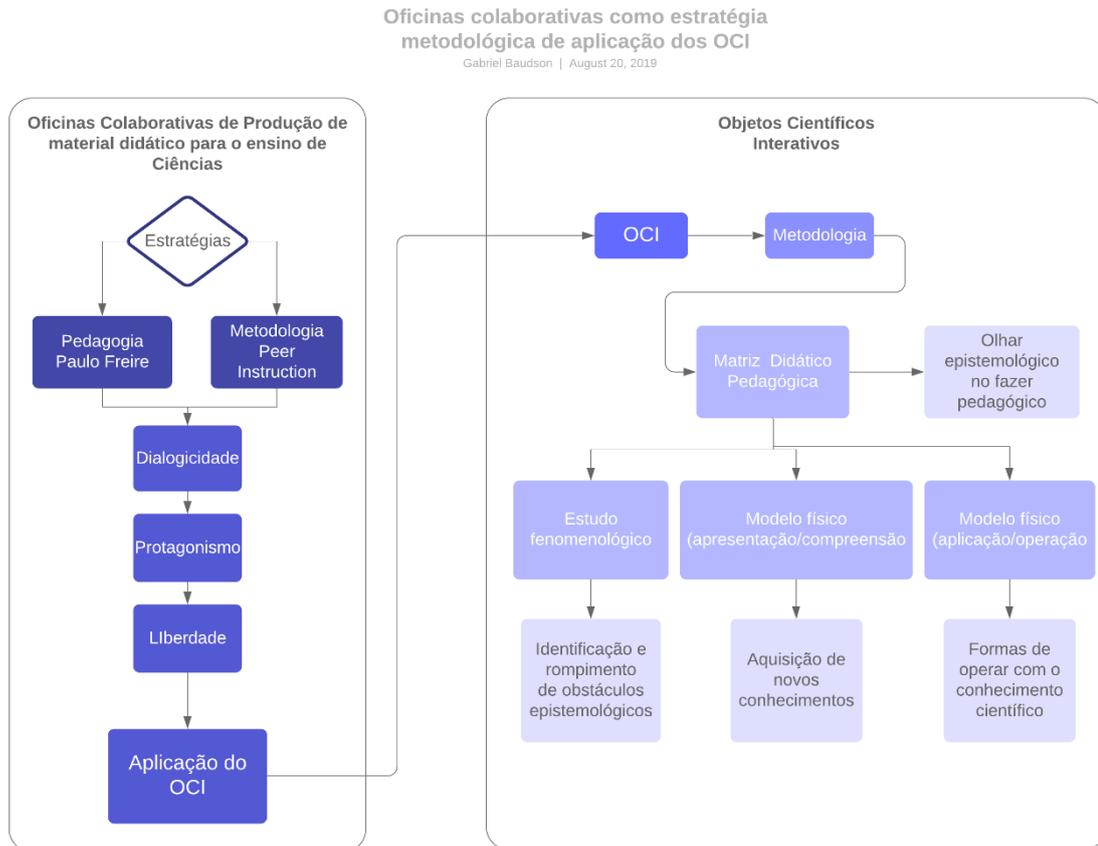
Sob esse ponto de vista, é necessário esclarecer que temos duas etapas metodológicas durante todo o trabalho: a metodologia de desenvolvimento das oficinas e a metodologia de aplicação dos OCI.

Nesse sentido, para a metodologia de desenvolvimento das oficinas colaborativas, utilizaremos a metodologia PI, alinhada à abordagem freiriana de interação e diálogo com os estudantes. Trata-se de uma metodologia ativa em que a participação dos alunos é fundamental em todas as etapas da aula. O professor, responsável por apresentar, de forma breve, conceitos iniciais sobre o tema que será tratado e alguns questionamentos para que os alunos assumam o protagonismo da aula, debatendo, formulando respostas e novos questionamentos. Essa metodologia irá compor a dinâmica das oficinas, que tem como culminância o estudo dos OCI propostos.

Durante a investigação dos OCI, iremos nos basear na MDP, que nos norteará na identificação de obstáculos epistemológicos e nos guiará em uma profunda investigação fenomenológica para que possamos procurar por variáveis relevantes do problema e assim romper com os obstáculos à aprendizagem, por meio do diálogo, da investigação consciente e da co-laboração entre todos os participantes do processo ensino aprendizagem

Dessa forma, a figura a seguir traz uma compilação do trabalho que será realizado nas oficinas colaborativas com uma descrição esquemática das metodologias utilizadas.

Figura 4 - Oficinas Colaborativas como estratégia metodológica de aplicação dos OCI



Fonte: elaborado pelo autor

Dessa forma esperamos que as oficinas colaborativas propiciem a formação de um ambiente de aprendizagem que tem características únicas como a formação de uma comunidade de aprendizagem com a participação ativa de professores e alunos, em um sistema cooperativo onde as relações sejam horizontais, que gere confiança e viabilize os questionamentos sem preconceitos ou represálias e que induza a atividade, isto é, um ambiente desenhado para fomentar a aprendizagem.

E ao mesmo tempo, acreditamos que os OCI, no papel de mediador do diálogo entre sujeitos cognoscentes, contribuam para que o professor crie situações de aprendizagem em que tenha mais valor a qualidade daquilo que é ensinado do que a quantidade, em que seja valorizado o questionamento como mola propulsora do conhecimento, que promova conexões entre o conteúdo a ser ensinado e o mundo, permitindo que haja uma leitura do mundo com os olhos da ciência, que priorize a formação de problemas ao invés da resolução de exercícios e que, professor e aluno, juntos, busquem o conhecimento, ao invés de uma mera entrega de informações.

### 3 RELATO DA EXPERIÊNCIA DAS OFICINAS COLABORATIVAS

O relato da vivência nas oficinas colaborativas tem como objetivo, além de ser uma descrição fidedigna das atividades desenvolvidas, servir como avaliação do processo ensino-aprendizagem, das dinâmicas, dos OCI e da capacidade que as oficinas, como um todo, têm em cumprir seu papel de ajudar o professor na exitosa propagação do conhecimento científico.

#### 3.1 Primeira oficina

A primeira oficina foi realizada no dia 06/11/2019, às 14 horas no Makerspace do CEMI – Gama. O número de professores presentes foi menor que o número de inscritos nas oficinas, totalizando três professores. Apesar do reduzido número de participantes, os presentes se mostraram muito interessados e dispostos a contribuir para o aprendizado mútuo que propomos na elaboração das oficinas.

Para o primeiro encontro planejamos uma apresentação dos conceitos que seriam trabalhados nos encontros, a apresentação do referencial teórico e alguns questionamentos sobre a prática docente dos professores e como a experimentação estava inserida nessa prática. Fizemos então as apresentações, cada professor narrando sobre quais os ciclos que ele atua, sobre a existência ou não de laboratório em sala de aula, se eles tinham em seu planejamento o uso do laboratório, ou mesmo o uso da experimentação em sala de aula.

Após a breve conversa, demos início à apresentação da programação das oficinas. Para tal utilizamos a apresentação<sup>14</sup> que foi preparada na plataforma PREZI<sup>15</sup> de apresentações. Iniciamos realizando duas perguntas, imbuídos pelo espírito do questionamento, da reflexão da atuação dos partícipes como professores de ciências. Essas perguntas foram cuidadosamente elaboradas no intuito de problematizar a atuação profissional desses professores, criando terreno fértil para novos conhecimentos e novos questionamentos.

Em primeiro lugar, é preciso saber formular problemas. E, digam o que disserem, na vida científica os problemas não se formulam de modo espontâneo. É justamente esse *sentido do problema* que caracteriza o verdadeiro espírito científico. Para o espírito científico, todo

---

<sup>14</sup> Link para a apresentação: <https://prezi.com/p/ohawwj6ijmj7/oficinas-colaborativas-de-producao-de-material-didatico-para-o-ensino-de-ciencias-na-educacao-basica/>

<sup>15</sup> [www.prezi.com](http://www.prezi.com)

conhecimento é a resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído. (BACHELARD, 1996, p. 18).

A primeira pergunta direcionada aos professores foi: você considera que tem domínio satisfatório dos temas que ensina? A resposta foi dada quase que em uníssono: não. Ao serem questionados sobre o porquê da resposta negativa, os professores 1 e 2 disseram que são licenciados em Biologia e que têm domínio sobre a área de formação, no entanto ficam inseguros e não têm assertividade ao lecionar temas de Física e alguns temas de Química. Já o professor 3, que tem formação em Engenharia, relatou que não vê muitas dificuldades com Química e Física, mas que não possui a vivência necessária para lecionar Biologia, no entanto não via muita dificuldade em aprender.

A segunda pergunta foi: você considera que existam lacunas formativas no seu desenvolvimento como profissional? Mais uma vez a resposta surgiu de maneira uniforme: sim. Essa resposta tem grande importância pois mostra a abertura que os professores têm para desenvolver-se, ou seja, se libertarem de dogmas de autoritarismo como detentores do saber e da verdade, na busca pela juventude do espírito científico e da melhora de sua performance como professor, como afirma Bachelard

Diante do real, aquilo que cremos saber com clareza ofusca o que deveríamos saber. Quando o espírito se apresenta à cultura científica, nunca é jovem. Aliás, é bem velho, porque tem a idade dos seus preconceitos. Aceder à ciência é rejuvenescer espiritualmente, é aceitar a brusca mutação que contradiz o passado. (BACHELARD, 1996, p. 18)

Ainda nos aprofundamos no tema, explorando quais seriam essas lacunas, se eles tinham consciência sobre elas e se eles estavam dispostos a preenchê-las. Então os três professores ampliaram a gama de dificuldades revelando que as lacunas formativas, além das associadas ao conteúdo, também alcançavam a área das relações humanas, isto é, todos os participantes da oficina tinham dificuldades de lidar com os alunos, principalmente no que diz respeito ao interesse e à disciplina dos alunos em sala de aula. O professor 3 relatou que os alunos não têm interesse em aprender, que nada desperta sua atenção. O professor 2 relatou que os alunos colocam quaisquer necessidades acima da aprendizagem, isto é, a todo momento interrompem a aula, seja para beber água, ir ao banheiro, ou até mesmo pegar algum

material com o colega no outro extremo da sala. Então o professor 1 complementou que a SEDF poderia oferecer mais cursos sobre como lidar com essas situações em sala de aula. Questionamos se a falta de interesse dos alunos e a indisciplina em sala de aula eram comportamentos que tinham como responsáveis, exclusivamente os alunos. Ponderamos que diante de um universo com tantos atrativos, a sala de aula se tornou um lugar chato, onde nada é usado, além da memória, com tanta matéria para “decorar”. Perguntamos, então, em que momento da aula os professores achavam que os alunos eram desafiados, que eram chamados a utilizar aquele conhecimento para questionar e modificar o mundo em sua volta. As respostas se voltaram para a responsabilização do aluno: mas eles não têm interesse. A resposta dada ao questionamento exemplifica nos próprios professores a existência de obstáculos epistemológicos, mais especificamente o obstáculo da experiência primeira, como afirma Bachelard (1996, p. 19) “[...] a experiência colocada antes e acima da crítica – crítica esta que é, necessariamente elemento integrante do espírito científico.”

Seguimos a apresentação convidando os professores a permanecerem conosco para que juntos possamos criar estratégias para tentar mudar a realidade que eles vivem, aprendendo e ensinando cada vez melhor.

Então elencamos alguns problemas que permeiam a Educação Científica. Passamos rapidamente por problemas que são comuns à toda área da Educação como baixo salário de professores, falta de investimentos, dentre outros; chegando aos problemas específicos relacionados ao Ensino de Ciências. Citamos a falta de laboratórios<sup>16</sup>, limitação de tempo no desenvolvimento das atividades experimentais, ausência de materiais, assim por diante. Destacamos que a maior parte dos problemas do Ensino de Ciências não depende exclusivamente da formação e atuação do professor. Então precisávamos elencar problemas que nós pudéssemos resolver. Dentro da nossa concepção, o que iríamos atacar como problema principal nas nossas oficinas era a iniciação à ciência, que difere de iniciação científica, pois a intencionalidade do professor no ensino básico não deveria ser de formar cientistas (iniciação científica), mas sim formar cidadãos que possam operar com o conhecimento científico em diversas áreas e momentos da vida, que possam utilizar

---

<sup>16</sup> Mesmo sabendo que esse era um problema superado, pelo menos para este grupo de professores.

do conhecimento científico para se tornarem seres de transformação. Que eles possam utilizar do conhecimento científico para operar no mundo à sua volta.

Mas por que a iniciação à ciência? Foi uma das perguntas que o professor 3 fez. Em resposta à pergunta dissemos que aquilo que estamos fazendo hoje, em sala de aula não é ciência. Nossa prática é apenas a transmissão de informações, muitas vezes desconexas, que não possui utilidade, em outras palavras, “podemos considerar a educação de ciências que se faz na maioria das escolas com memorização de termos científicos, sistemas classificatórios e algoritmos como sendo uma educação bancária na concepção freiriana”. (SANTOS, 2007, p. 116)

Perguntamos ao professor 3: Quantas vezes o senhor ouviu os alunos perguntarem o que irão fazer com determinado conteúdo na vida deles? Como resposta, quase que imediata, o professor exclamou: Muitas! Exatamente o que acontece com praticamente todos os professores. As informações que “depositamos” em sala de aula se diferem de conhecimento, pois o conhecimento permite que o aluno opere com aquilo que ele aprendeu, torna-o capaz de solucionar problemas, encontrar caminhos, questionar melhor, aprender mais e melhor.

Mostramos aos professores nossa perspectiva ao afirmar que a educação científica se corporifica, na educação básica, através de um processo de iniciação. Por isso, a importância do professor, como mediador do conhecimento, iniciar os alunos na ciência, motivando-os e dando condições para que eles possam, ao ter contato com uma metodologia que o estimule, amadurecer seu espírito científico.

Ao certificarmos que os professores participantes tinham compreendido nosso objeto de estudo, mais uma vez inserimos um questionamento com a intenção de gerar uma reflexão na busca de soluções para nossa proposta metodológica. Como podemos promover a iniciação à ciência?

Não obtivemos uma resposta estruturada, exatamente pelo fato de não existir uma resposta “correta” para esse questionamento. Mas fizemos uma análise sobre como, hoje, acontece nos cursos de formação continuada para professores. Uma característica comum a todos os cursos descritos, é que eram unidirecionais, em outras palavras, o professor regente ditava as ações que os professores, pacientes, deveriam realizar para que, como um passe de mágica, as aulas deles se tornassem a melhor aula possível e com ótimo desempenho dos alunos. Nossa breve retrospectiva nos mostrou que as aulas continuaram as mesmas e, apesar de haver nova postura do professor, o resultado com relação aos alunos, continuou o mesmo.

Quisemos com essa análise, mostrar aos nossos colegas que “ditar” o que o professor deve fazer dentro de sala de aula não é a melhor escolha de trabalho a ser desenvolvido. Por isso relembramos aos professores que nossas oficinas serão colaborativas e todos serão protagonistas na elaboração do material didático-metodológico que nos propomos a desenvolver, na busca de revolucionar nossa forma de aprender e ensinar.

Compartilhamos nossa intenção de formar uma rede colaborativa de ensino de ciências que permita a troca de experiências, informações e materiais entre professores de ciências de todo o Distrito Federal.

Traçamos então o objetivo de juntos, transformarmos as oficinas colaborativas em um local de aprendizagem com a intenção de promover melhoria no ensino de ciências, buscando criar, construir e aplicar uma estratégia metodológica que dê conta do nosso processo formativo e que potencialize a aprendizagem.

Então apresentamos aos professores a ideia dos Objetos Científicos Interativos como o instrumento, pelo qual desenvolveremos os alicerces metodológicos do nosso trabalho. Como eles mentalizavam um ambiente ideal de aprendizagem, ou seja, um ambiente que fornecesse ao professor a possibilidade de desenhar situações de aprendizagem. Os participantes iniciaram descrevendo o ambiente (de forma material) mas logo inseriram no conceito de ambiente de aprendizagem, os alunos. *“Para ter um ambiente de aprendizagem é preciso ter alunos que sejam interessados”*, afirmou P3. Com a afirmação proferida por P3, lembramos aos professores que os alunos não são objetos de decoração par um ambiente de aprendizagem. Não são depositários do nosso conhecimento. Os alunos são partícipes na marcha em busca de uma melhor aprendizagem.

Citando um dos referenciais teóricos que parametrizam nosso trabalho, mostramos aos professores que o intuito maior das nossas oficinas é promover uma cultura científica nos alunos, potencializando a aprendizagem destes por meio do desenvolvimento do espírito de investigação, que se inicia, motivando-os a questionar, pois quando se desenvolve o espírito científicos, esse espírito sempre vai em busca de novos conhecimentos, sempre questionando mais e melhor. E então, em consonância com a busca de novos conhecimentos, mostramos aos professores participantes que o uso dos os OCI como elemento inicial de estudo, ao nosso ver, é uma ótima alternativa para sensibilizar os alunos “para além da experiência comum (imediate e sedutora), a experiência científica (indireta e fecunda).

Então apresentamos os OCl: suas características, concepções conceituais e fundamentos experimentais e epistemológicos. Ressaltamos que caberá a nós buscar uma metodologia que permita explorar ao máximo os OCl em sala de aula.

Por fim, apresentamos aos professores um OCl que denominamos “esfera flutuante” utilizando as perspectivas epistemológicas de Bachelard e a metodologia dialógica de Paulo Freire. A apresentação seguiu todas as etapas metodológicas dos 3MP e da MDP, e a experiência alcançou os propósitos iniciais. Fizemos vários questionamentos sobre a primeira impressão do OCl e quando todos elaboraram suas respostas, mudamos alguns parâmetros, rompendo com os obstáculos da experiência primeira. A partir desse momento os próprios professores passaram a fazer mais e mais questionamentos sobre o experimento. Propomos então a análise das variáveis relevantes, que poderiam alterar o fenômeno observado e depois de elencar as variáveis relevantes passamos a apresentar o modelo físico com seus aspectos científicos, relacionamos a descrição feita pelos professores com a linguagem científica, e por fim, passamos a operar com o conhecimento científico adquirido, questionamos, por exemplo, se poderíamos outras formas de aplicação daquele conhecimento. Exploramos a ciência envolvida no voo do avião, do helicóptero, até mesmo nos carros de corrida. Os resultados que obtivemos na apresentação desse OCl estava estampado no rosto dos professores. Eles estavam motivados a conhecer mais. Questionaram muito acerca do OCl.

No entanto, logo após o término da fecunda experiência, P3 disse que traçar esse caminho em meio a professores de ciência, que têm em si a busca pelo conhecimento, é muito fácil. Que gostaria de ver essa aplicação em sala de aula com alunos de 6º ano. Lembramos que Freire estabelece o diálogo como

[...] uma exigência existencial. E, se ele é o encontro em que se solidarizam o refletir e o agir de seus sujeitos endereçados ao mundo a ser transformado e humanizado, não pode reduzir-se a um ato de depositar ideias de um sujeito no outro, nem tampouco tornar-se simples troca de ideias a serem consumidas pelos permutantes. (FREIRE, 1987, p. 109)

Ou seja, nosso encontro se deu dessa forma, não porque estamos estabelecendo uma relação professor-professor, mas em razão de sermos sujeitos em busca de transformar o mundo a nossa volta. Não há hierarquia, tão pouco domínio de conhecimentos nas nossas oficinas. Estamos juntos em busca de algo, que no nosso caso é aprender e ensinar melhor. Por isso o momento que vivemos, tão fértil,

aconteceu dessa forma. Esperamos que na escola aconteça da mesma forma. Que possamos abandonar a posição hierárquica de professor e fazermos-nos, junto com os alunos, sujeitos do nosso crescimento como seres críticos e questionadores. Esperamos que esse diálogo possa ser iniciado com o uso dos OCI, que eles sejam um elemento de *start* na mudança das nossas relações, na busca pelo conhecimento. Dessa forma, como resposta sucinta ao questionamento do P3, acreditamos que com a metodologia que estamos sugerindo para as oficinas e para a aplicação dos OCI, os alunos, sejam de qualquer ciclo, possam ser impactados com uma nova forma de aprender e tenham o mesmo comportamento que os professores demonstram nas oficinas.

Findo o horário destinado às nossas oficinas, encerramos nosso primeiro encontro. Os professores fizeram uma ótima avaliação do encontro e demonstraram grande expectativa para as oficinas subsequentes, que têm como programação a criação, confecção e aplicação de OCI.

Como forma de avaliação das oficinas, sugerimos que os professores fizessem diários de bordo, onde eles pudessem registrar suas impressões sobre as oficinas, sobre o que foi relevante ou não. Para anotarem suas críticas ou sugestões e, assim, pudessemos avaliar, ao final o nosso desempenho como grupo, e das oficinas como um todo.

### 3.2 Segunda oficina

Fotografia 1 - Início da Segunda Oficina Colaborativa



Fonte: Professor Dr. Sebastião Portela.

Iniciamos a segunda oficina colaborativa para a produção de material didático para o ensino de ciências fazendo uma breve retrospectiva sobre como a utilização dos OCI aliados a uma metodologia dialógica, voltada para a problematização, pode contribuir para o aprendizado dos alunos e conseqüentemente para o nosso aprendizado.

Passamos então a investigar um elemento de suma importância para a inserção da problematização no contexto experimental: a avaliação das variáveis relevantes e não relevantes na experimentação. Sejam experimentos científicos ou relações sociais, há a necessidade de elencar as variáveis que são ou não relevantes para a compreensão do fenômeno. Usamos o exemplo de um experimento simples sobre atração gravitacional utilizando dois papéis de cores diferentes sendo soltos da mesma altura, depois de alturas diferentes. Questionamos se a cor do papel seria uma variável relevante no estudo do fenômeno. Inicialmente, o professor 3 afirmou que sim e nos trouxe uma justificativa: *“a folha de papel colorida tem uma quantidade maior de tinta, isso significaria que ela teria maior massa”*. Questionamos então se a variável relevante seria a cor da folha ou a massa da folha. A resposta do professor foi assertiva: *“a massa”*. Então descartamos a cor da folha como sendo uma variável relevante ao experimento e passamos a analisar se a massa seria uma variável relevante. Para fazer uma avaliação, seguindo a lógica da afirmação do professor 3, a folha colorida teria maior massa, conseqüentemente se colocarmos as folhas juntas, a branca por cima da colorida, e soltarmos as duas, a folha colorida (que tem maior massa) cairia mais rápido, então elas teriam que se separar. Após reproduzir o experimento, constatamos que as duas folhas caíram juntas, da forma como soltamos.

Depois de descartar as variáveis não relevantes, passamos a avaliar outra variável: a área da superfície da folha de papel. Inicialmente as duas folhas tinham a mesma área de superfície, então dobramos uma das folhas e perguntamos o que aconteceria. Obtivemos, como resposta, que a folha dobrada cairia mais rápido. A resposta estava certa, mas, sob o ponto de vista errado. Inicialmente os professores disseram que ao dobrar a folha, a massa dela teria aumentado. Bastou apenas alguns segundos de reflexão para que os próprios professores voltassem atrás sobre a afirmação e logo associarem o fenômeno à diminuição da área e a conseqüente resistência que o ar oferece ao fenômeno. Perguntamos aos professores, se a resistência que o ar oferece à queda dos corpos depende da área da superfície do corpo, se, acaso, nós retirássemos o ar, qual seria o comportamento dessas duas

folhas de papel (uma dobrada e a outra não dobrada)? Os professores chegaram então à conclusão de que as folhas de papel caíam juntas. Ampliamos nosso pensamento e concluímos que, no vácuo, não faria diferença se fossem duas folhas de papel com áreas superficiais diferentes ou uma pena e uma bola de chumbo. No vácuo a pena e a bola de chumbo caíam ao mesmo tempo. Chegamos à conclusão de que a massa dos corpos não é uma variável relevante no estudo fenomenológico. Logo após à tomada de conclusões, apresentamos aos professores um vídeo<sup>17</sup> que comprova a teoria de Galileu<sup>18</sup>. Então, dotados de todo conhecimento adquirido no estudo fenomenológico, passamos a estudar o corpo de conhecimento envolvido no fenômeno e juntos formulamos uma ideia de como seria, em linguagem lógico-formal, a representação matemática do experimento. O resultado foi incrível. Conseguimos estabelecer, sem dificuldades, as equações matemáticas que regem o fenômeno, bem como classificá-lo como um Movimento Uniformemente Variado, já que, desprezando as variáveis não relevantes, em condição ideal (vácuo), os corpos estariam sujeitos apenas à aceleração gravitacional. Assim, estabelecemos as devidas comparações, podendo, então, operar com o conhecimento adquirido, em várias situações que nos são impostas no dia-a-dia.

Ao finalizar essa introdução sobre como utilizaremos os OCI como elemento que permite o diálogo e a problematização do fenômeno, citamos Bachelard, na tentativa de mostrar como se dá a evolução do espírito científico e como essa evolução pode ser observada na metodologia de ensino que pretendemos desenvolver nas oficinas.

<sup>17</sup> [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=33&v=yHg3ieQVw0s](https://www.youtube.com/watch?time_continue=33&v=yHg3ieQVw0s)

<sup>18</sup> (1564-1642) Considerado um dos criadores da ciência moderna, Galileo Galilei, geralmente conhecido como Galileu, nasceu em Pisa, Itália, tendo sido professor em diversas universidades italianas como Pisa e Pádua. Serviu a vários Estados italianos como Veneza e Florença. Sua crítica ao sistema geocêntrico e sua defesa da astronomia de Copérnico abriram caminho para o desenvolvimento da moderna física e da astronomia. Galileu defendeu o uso da matemática como linguagem da física, estabelecendo assim um novo método para a ciência natural e afirmou que "o livro da Natureza é escrito em linguagem matemática". O uso do telescópio em suas observações astronômicas deu nova base para a comprovação das hipóteses de Copérnico. A principal contribuição de Galileu ao desenvolvimento da ciência moderna está precisamente na combinação do uso da linguagem matemática na construção das teorias, o que lhes dá maior rigor e precisão, com o recurso aos experimentos que permitem comprovar empiricamente as hipóteses científicas. Em 1633, Galileu foi preso pela Inquisição, já que suas teorias contradiziam a visão tradicional do universo mantida pela \*escolástica e iam contra a doutrina cristã. Forçado a retratar-se, continuou, entretanto, suas pesquisas em silêncio. Obras principais: O mensageiro das estrelas (1610), 11 Saggiatore (1623). Diálogo sobre os dois principais sistemas do mundo (1632) e Discurso sobre as duas novas ciências (1638).

O pensamento pré-científico não se fecha no estudo de um fenômeno bem circunscrito. *Não procura variação, mas variedade*. E essa é uma característica bem específica: a busca da variedade leva o espírito de um objeto para outro, sem método; o espírito procura apenas ampliar conceitos; a busca da variação liga-se a um fenômeno particular, tenta objetivar-lhe **todas as variáveis**, testar a sensibilidade das variáveis. Enriquece a compreensão do conceito e prepara para a matematização da experiência. (BACHELARD, 1996, p. 38-39, grifo nosso.).

Continuamos mostrando como a MDP pode se encaixar no estudo de um OCI e como ela se torna fundamental para a elaboração de um planejamento que permita explorar todos os três momentos pedagógicos essenciais para a formação de um aluno cientificamente crítico e capaz de operar com o conhecimento e transformar o mundo a sua volta.

Fizemos esse estudo, justamente explorando alguns OCI previamente selecionados para que possamos nos ambientar e nos tornar aptos a reconhecer os fenômenos e ver a potencialidade na construção e uso de um OCI.

Inicialmente utilizamos um experimento clássico em que, virando um copo cheio de água sobre um papel, a água não cai do copo, como mostra a fotografia a seguir.

Fotografia 2 - OCI desafio do copo com água



Fonte: Elaborado pelo autor

Após realizar o experimento, o professor 3 afirmou que realiza esse experimento há muitos anos, que não seria novidade para ele. Nesse momento, nós o convidamos a reproduzir a experiência que ele realiza na escola dele.

O professor reproduziu o experimento, como havíamos feito e explicou que aquele fenômeno acontecia por existir a pressão atmosférica, que é causada pela colunar de ar que envolve nosso planeta. Logo, abandonou o experimento e se dirigiu à lousa para desenhar o esquema com os vetores que representariam a força que o ar exerce sobre o papel.

Agradecemos a disponibilidade do professor em contribuir com seus conhecimentos e passamos a questionar sobre o que os alunos acham da aula quando ele faz o experimento. *“no momento do experimento, eles ficam impressionados, mas logo perdem o interesse”*. A resposta do professor nos remeteu a Bachelard (1996, p. 37), quando abordou a experiência primeira como obstáculo epistemológico, sugerindo que tal ferramenta, quando não explorada corretamente, não passaria de “[...] *empirismo colorido*. Não é preciso compreendê-lo, basta vê-lo”. Em outra passagem, ainda sobre o mesmo tema, discorre que “Nossa tese é a seguinte: o fato de oferecer uma satisfação imediata à curiosidade, de multiplicar as ocasiões de curiosidade, em vez de benefício pode ser um obstáculo para a cultura científica.” (BACHELARD, 1996, p. 37) Tentamos mostrar aos professores que a experimentação, da forma que foi realizada, nos remete a dois momentos completamente desconexos, não tendo o professor explorado como a pressão atmosférica, atua sobre os corpos, não problematizando a própria existência de algo (pressão atmosférica) que nós não conseguimos ver ou sentir.

Propomos fazer o mesmo experimento estabelecendo um diálogo sobre o fenômeno observado e então passamos a observar algumas variáveis para classificá-las como relevantes ou não-relevantes. Inicialmente perguntamos se a largura da boca do copo poderia interferir na realização do experimento em questão. A resposta foi positiva, pois aumentando o diâmetro do copo, o volume de água seria maior e, conseqüentemente, o peso da água venceria a força feita pelo ar. Repetimos o experimento com um copo de diâmetro consideravelmente maior que o primeiro e o resultado se manteve inalterado.

Fotografia 3 - Outras possibilidades para a realização do OCI

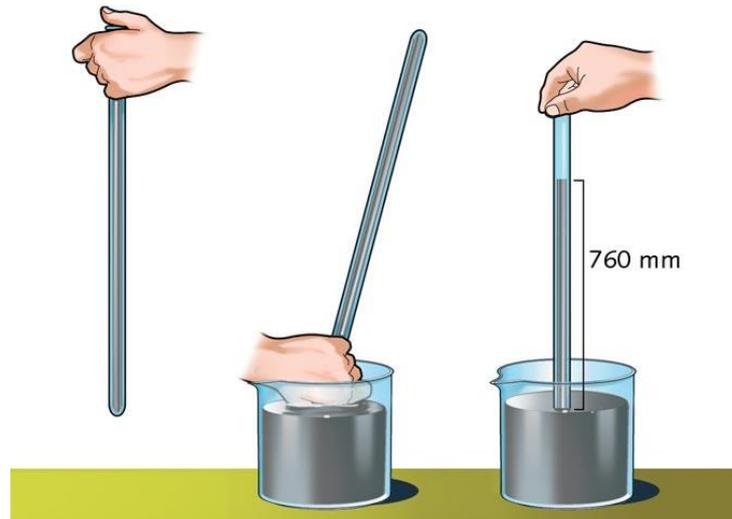


Fonte: elaborado pelo autor

Em seguida, o professor 1 nos lembrou que a pressão que a coluna de um fluido exerce, depende, exclusivamente da altura da coluna do fluido. A afirmação do professor estava correta, então sugerimos refazer o experimento com um copo mais alto. Mesmo fazendo o experimento com um copo mais alto, o resultado foi mantido e o experimento ocorreu da mesma forma. Antes de que o professor questionasse seus conhecimentos sobre hidrostática, nós reiteramos de que ele estava correto sobre a afirmação. Mas questionamos, se o professor 1 está correto, por que obtivemos o mesmo resultado?

O professor dois respondeu: “*apesar de termos aumentado a coluna de água, ainda não é suficiente para vencer a pressão exercida pela coluna de ar*”. Essa foi a oportunidade que tivemos para poder apresentar o corpo de conhecimento sobre hidrostática, mais especificamente sobre o experimento de Torricelli, que determinou que a pressão atmosférica, ao nível do mar equivale à pressão exercida por uma coluna de 760 milímetros (mm) de mercúrio (Hg), como mostra a figura a seguir. Então voltamos a problematizar a situação: porque Torricelli realizou o experimento com mercúrio e não com água? Qual seria tamanho da coluna de água para que pudéssemos reproduzir o experimento de Torricelli? Nesse momento os professores sugeriram que

Figura 5 - Ilustração do experimento de Torricelli



Fonte: <https://profes.com.br/Rafaela.a.f/blog/experimento-de-torricelli>

Torricelli realizou experimento com Hg por ter uma densidade maior que a da água, então afirmaram que a pressão exercida por um fluido também depende da densidade desse fluido.

Mostramos aos professores que eles foram capazes de construir um corpo de conhecimento por meio da problematização da experimentação, analisando as variáveis relevantes e descartando as que não são relevantes para o experimento. Assim, chegamos ao desenvolvimento do espírito científico.

De posse de um fenômeno bem definido, ele procura determinar-lhes as variações. Essas variações fenomenológicas designam as variáveis matemáticas do fenômeno. As variáveis matemáticas são solidarizadas intuitivamente em curvas, solidarizadas em funções. Nessa coordenação matemática, podem aparecer razões de variação que ficaram preguiçosas, apagadas ou degeneradas no fenômeno medido. O físico tenta provocá-las. Tenta completar o fenômeno, realizar certas possibilidades que o estudo matemático revelou. Enfim, o cientista contemporâneo, baseia-se numa compreensão matemática do conceito fenomenal e se esforça para equiparar, nesse ponto, razão e experiência. (BACHELARD, 1996, p. 82).

Com a intenção de problematizar ainda mais o OCI, fizemos o mesmo experimento, mas dessa vez com o copo vazio. Como resultado tivemos a folha de papel caindo no chão. Então questionamos se o ar sendo um fluido, como a água, se a pressão atmosférica é a mesma, por que o papel não se comportou da mesma forma quando o copo estava cheio de água? E se ao invés da água, usássemos outro fluido como óleo de cozinha? Teríamos o mesmo resultado que com a água? Então

repetimos o experimento com o óleo e constatamos que o experimento não aconteceu da mesma forma que ocorreu com a água? Por quê?

Inicialmente ficamos sem resposta definida, o que nos levou ao terceiro elemento da MDP que é operar com o conhecimento adquirido, nesse caso, utilizando um outro OCI. Começamos a desenvolver um corpo de conhecimento que pôde explicar o que aconteceu no OCI anterior. Desafiamos os professores a colocar um clipe de papel dentro de um recipiente com água de forma que o clipe fique boiando na água. Estabelecido o desafio, apenas o professor 1, conseguiu êxito. Os outros dois professores não conseguiram deixar o clipe flutuando na água.

Ao questionar por que o clipe ficava flutuando, os professores foram assertivos em dizer que isso ocorria por conta da tensão superficial da água. Então buscamos o modelo químico que constrói o corpo de conhecimento sobre a tensão superficial da água e pudemos observar que, no experimento anterior, o fato do papel ficar “grudado” no copo se dava, também pela tensão superficial da água.

Fotografia 4 - OCI sobre tensão superficial da água



Fonte: Elaborado pelo Autor

Com isso, após explorar os OCI, passamos a verificar, em posse do CM da SEDF, quais os ciclos em que esses OCI poderiam ser trabalhados, elencando os objetivos e os conteúdos que são abarcados ao trabalhar cada OCI, direcionando os trabalhos para atender de forma completa os pressupostos teóricos que embasam a aplicação do CM.

Desenvolvemos mais um OCl que trabalha os conceitos de tensão superficial da água. Colocamos leite em um recipiente e em cada ponto do recipiente pingamos uma gota de corante alimentício. Inicialmente questionamos aos professores: se colocarmos água ao invés do leite, mudaria o resultado? E se fosse óleo? Por que o corante não afunda? Por que o corante não se mistura com o leite? Logo após respondermos as perguntas, colocamos uma gota de detergente e logo os corantes iniciaram “uma dança” no leite. O início do movimento no corante permitiu que as cores se misturassem formando várias formas de cores diferentes.

Fotografia 5 - OCl realizado na oficina -  
Antes



Fotografia 6 - OCl realizado na oficina -  
Depois



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os professores, no terceiro OCl já tinham compreendido a dinâmica do trabalho e como nosso trabalho será desenvolvido nas próximas oficinas. Através do diálogo, com a escuta ativa<sup>19</sup> nós oportunizamos OCl diferentes dos propostos inicialmente para cada oficina, justamente para atender os anseios e contribuir para o preenchimento das lacunas formativas dos professores. Ao final da oficina, dividimos quão rica tem sido a oportunidade para nós, na esperança de que os professores também estivessem aproveitando o trabalho desenvolvido. As respostas foram muito positivas e animadoras.

<sup>19</sup> a **escuta ativa** diz respeito a interpretar a linguagem verbal e não verbal do interlocutor. Neste sentido, é importante que você trabalhe para compreender de forma eficaz aquilo que a pessoa está dizendo e transmitindo. Fonte: <https://www.ibccoaching.com.br/portal/comportamento/escuta-ativa-entenda-como-desenvolve-la-ambiente-de-trabalho/>

### 3.3 Terceira oficina

A terceira oficina foi iniciada com um aprofundamento das etapas encontradas na MDP e nos 3MP. Discutimos sobre a importância de estabelecer momentos e metodologias específicas, no intuito de promover um ambiente de aprendizagem, utilizando situações de aprendizagem. E, ao nosso ver, as situações de aprendizagem são mediatizadas pelo OCI, no entanto, cabe ao professor, estabelecer um ambiente propício para a aprendizagem, onde reinem o diálogo e a educação para a liberdade. Lembramos que há uma diferença entre uma educação autoritária e uma educação onde o aluno é protagonista do processo ensino-aprendizagem. “Enquanto que a primeira é rígida, dogmática e autoritária, a segunda é móvel e crítica; daí que não confunda autoridade com autoritarismo, nem liberdade com libertinagem.” (FREIRE, 1983, p. 55). Então, nos coube organizar nossa oficina com um planejamento mais detalhado sobre como aplicar cada OCI de forma a dividir o tempo da aula, de 50 minutos, em três momentos, definindo exatamente quanto tempo deveríamos gastar com cada etapa dos 3MP a fim de estruturar a aplicação do OCI no tempo que dispomos. Inicialmente, a proposta era de definir tempos exatos para cada momento pedagógico, no entanto, logo notamos que existem OCI que necessitam de mais tempo no estudo fenomenológico, outros menos, assim como na apresentação/compreensão e aplicação/operação dos OCI. Então, cada OCI necessitaria de um planejamento específico, que está disponível na proposição didática profissional desta dissertação.

Caminhamos para a realização de mais um OCI. Enchemos uma bexiga de ar e logo após amarramos a ponta dela. Acendemos uma vela e questionamos os professores sobre o que aconteceria se aproximássemos o balão da chama da vela. Todos responderam que ela iria estourar. Assim que aproximamos a bexiga da vela, ela estourou, assim como os professores tinham dito.

Fotografia 7 - OCl: bexiga com ar



Fonte: Elaborado pelo autor

Observamos uma característica importante, que Bachelard tratou como conhecimento pragmático. Esse conhecimento, para Bachelard é um obstáculo ao aprendizado, pois ele coloca a visão vivida da prática acima do fenômeno em si, o que impede o aprendizado. Nesse momento, com a intenção de romper esse obstáculo epistemológico, enchemos o balão de água e mais uma vez refizemos a pergunta: o que acontecerá se aproximarmos o balão da chama? Os professores responderam que ele iria estourar, pois já tinham visto essa prática, minutos antes. No entanto a bexiga não estourou.

Fotografia 8 - OCl: bexiga cheia de água



Fonte: elaborado pelo autor

Tivemos sucesso ao romper o obstáculo epistemológico do pragmatismo. E, como já estávamos inseridos na prática dialógica, os próprios professores passaram a fazer os questionamentos, isto é, estávamos tendo com os professores o comportamento da problematização, que esperamos desenvolver nos alunos. “Quando o balão vai estourar? O balão vai estourar? Se ao invés da vela colocarmos em uma chama forte?” Essas foram algumas perguntas que surgiram espontaneamente. Antes de responder a essas perguntas, enchemos o balão com areia e questionamos aos professores: o balão vai ou não estourar? Eles já não afirmavam com convicção. Um disse que o balão iria estourar, outros, que não. Na prática, observamos que o balão estourou, mas todos observaram que ele levou mais tempo para estourar, do que o balão cheio de ar. Com essas percepções os professores, que inicialmente achavam que o balão estourava exclusivamente por causa do material, já estavam construindo o conceito de capacidade térmica. Ao terminarmos a experimentação, com as respostas respondidas pelos próprios professores, apresentamos os modelos físicos do fenômeno observado e, a compreensão dos professores foi inequívoca. O corpo de conhecimento fez completo sentido e eles passaram a operar com o conhecimento adquirido construindo modelos de corrente de convecção, questionando o funcionamento de geladeiras de modelo “inverse”, enfim, os professores, que tinham mostrado dificuldade com conceitos de

física, estavam formulando suas próprias perguntas e problematizando cada vez mais o conhecimento adquirido.

A experimentação sobre o calor fez o professor 3 retomar uma possibilidade de OCI que discutimos no encontro anterior que envolvia os conceitos de pressão atmosférica. Aproveitando a oportunidade e o material disponível, montamos e realizamos o que, nas mãos do professor 3, passou a ser um OCI pois ele internalizou a metodologia e passou a aplicá-la para nós. Esse foi um momento memorável da oficina. O OCI pensado e desenvolvido pelo professor consistia em colocar uma vela acesa, em um recipiente com água e, logo após emborcar um copo cobrindo toda a vela, até atingir a água, como mostra a figura a seguir.

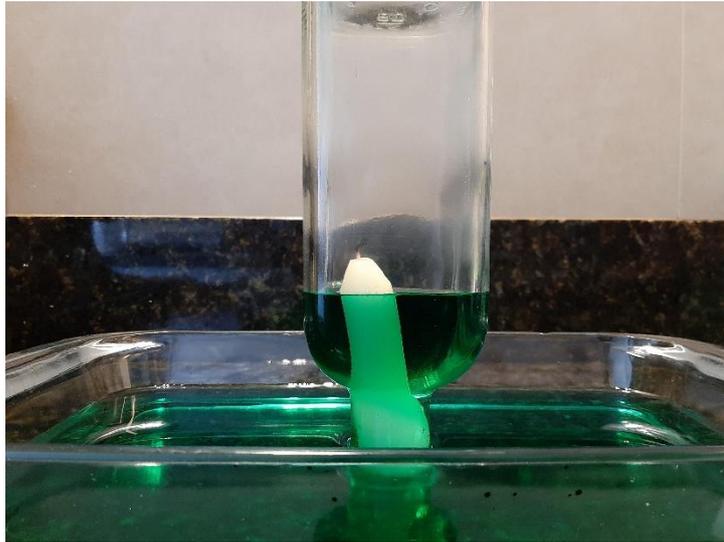
Fotografia 9 - OCI: o mistério da vela



Fonte: Elaborado pelo autor

Após emborcar o copo, a vela apagou e a água começou a subir, até atingir determinada altura. Esse experimento, até pouco tempo atrás, tinha uma explicação que foi difundida e anos depois refutadas. Esse é o tipo de experimento que gera um obstáculo ao conhecimento científico denominado, conhecimento geral. Então, ao questionar-nos sobre como ocorreu o fenômeno, os professores 1 e 2, responderam que a vela queimava o oxigênio dentro da garrafa e sem o oxigênio a pressão dentro da garrafa diminuía. Perguntamos então como acontecia a queima do oxigênio, em termo químicos. Ambos responderam que o oxigênio é queimado liberando  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ .

Fotografia 10 - OCI: o mistério da vela - resultado



Fonte: elaborado pelo autor

Inquirimos se o  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$  não ocupariam lugar no espaço, e, de pronto, responderam que sim. Interpelamos se a resposta deles foi positiva, como haveria, então diminuição da pressão com a queima do oxigênio, se há a lei da conservação de Lavoisier? Os professores não encontraram uma resposta lógica. Então, convidamos para que visualizassem o fenômeno mais de perto, observando atentamente a água, no momento em que o copo a toca. Ao fazê-lo, puderam perceber a formação de algumas bolhas, que caracterizavam a saída de ar. Ao perceber esse pequeno detalhe, os participantes reformularam a explicação, rompendo com o conhecimento antigo e formulando uma nova explicação, que é a referendada pela ciência. Esse foi um OCI que não estava no planejamento da oficina, mas nos proporcionou muito aprendizado.

Com a falta de tempo, pois estávamos chegando ao fim de mais uma oficina colaborativa de produção de material didático para o ensino de ciências, ainda mostramos como realizar um OCI utilizando apenas o próprio corpo e uma cadeira como objetos. Ao pedir que o professor 2 se levantasse da cadeira, observamos que ele inclina o corpo para frente e depois exercer força sobre as pernas. Desafiamos o professor a levantar da cadeira sem jogar o corpo para frente. Ampliamos o desafio aos outros professores e, após várias tentativas, ninguém conseguiu. O professor 1 chegou a dizer que seria impossível. Nos mostrando, mais uma vez a presença do obstáculo epistemológico da experiência primeira.

Fotografia 11 - OCI: centro de massa



Fonte: elaborado pelo autor

Sugerimos que os professores se sentassem e ao tentar levantar, colocasse os pés para baixo da cadeira, como mostra a fotografia a seguir.

Fotografia 12 - OCI Centro de massa



Fonte: elaborado pelo autor

Após considerar a sugestão, os professores conseguiram levantar-se da cadeira sem jogar o corpo para frente. O desafio estava cumprido. Nos restava entender o porquê daquele fenômeno. O professor 3 afirmou que ao jogar os pés para baixo da cadeira, deslocamos o centro de massa do nosso sistema, permitindo que nos levantássemos. Levantamos então algumas questões que permitiriam estudar mais a fundo os conceitos de centro de massa, mas, infelizmente não puderam ser respondidas devido ao tempo que tinha se esgotado.

### **3.4 Quarta Oficina**

Ao iniciar a oficina, lamentamos a falta de tempo e reconhecemos a importância de um maior aprofundamento nas teorias bachelarianas sobre a episteme, para que nós possamos identificar de forma clara os obstáculos que limitam a aquisição de novos conhecimentos e assim criarmos estratégias para perpassar esses obstáculos. Ressaltamos que a maneira de causar uma ruptura nos obstáculos epistemológicos não é simplesmente superpor uma nova informação. É criar situações onde o indivíduo enfrente os obstáculos. Por isso, cabe a nós professores, identificar os obstáculos e, havendo possibilidade, dispor de instrumentos para fazer uma análise do perfil epistemológico dos alunos, para que nossas estratégias de ensino sejam eficazes.

O conhecimento do perfil epistemológico dos alunos, sua compreensão e interpretação, podem ser pontos iniciais para o direcionamento do planejamento pedagógico das suas ações, de forma a possibilitar a evolução do perfil no sentido da racionalidade científica. (SOUZA; ZANETIC; SANTOS, 2011)

Nesse sentido, convidamos os professores para aprimorarem seus conhecimentos acerca dos estudos epistemológicos de Bachelard, sem deixar de lado o estudo dos conceitos pedagógicos de Paulo Freire. Ressaltamos a importância de aliar o estudo sobre a construção do conhecimento à prática pedagógica dialógica, problematizadora e que estabeleça vínculos com a realidade e o mundo dos alunos. Iniciamos a aplicação de mais um OCI, na intenção de concretizar nossa metodologia de elaboração e aplicação de experimentos científicos. Os OCI que propusemos trabalhar nessa oficina, foram construídos tendo como ponto de partida as dificuldades que os próprios professores relataram durante nossos encontros. Essas dificuldades permeavam o conteúdo de física. Na tentativa de aliar a construção uma proposta

metodológica ao preenchimento das lacunas formativas, identificadas na primeira oficina, fizemos algumas alterações na ementa dos OCI.

Com um cano de PVC, um cano de metal, canudo de plástico, balão de borracha, papel toalha e um pedaço de pano demos início ao nosso estudo. Todos os professores já tinham consciência de que nosso OCI seria sobre eletrostática.

Ao questioná-los sobre como eles eletrizariam um cano de PVC, todos foram unânimes em apontar o cabelo como uma forma de atritar o PVC e conseguir a eletrização, no entanto o professor regente não tinha cabelo. Questionamos qual seria a solução viável para que o professor regente da oficina eletrizasse o bastão de PVC, já que não tinha disponibilidade de cabelo. Nos surpreendeu, talvez por ser o caminho mais fácil, isto é, por manter o obstáculo epistemológico intocável, a resposta dada: “*é só eletrizar no cabelo de um dos alunos*”. Notamos que, apesar de ser uma solução viável, a resposta vai de encontro com a problematização pois o obstáculo que impede o conhecimento sobre eletrostática continua inalterado: o uso do cabelo. Indagamos sobre quais as características que o cabelo tem, com relação ao processo de eletrização e quais seriam os materiais que poderiam substituí-lo.

Referindo-nos a uma análise epistemológica, podemos encontrar alguns obstáculos ao conhecimento científico. A experiência primeira, dada pela única forma de eletrização que os professores vivenciaram em seu ensino médio, O obstáculo verbal, dada a experiência única onde a eletrização está associada a dois elementos particulares: cano de PVC e cabelo. Ou seja, cada vez que se usa a palavra eletrização, os professores associam ao atrito entre esses dois objetos, e, por fim, o obstáculo substancialista, que ocorre quando “um espírito pré-científico conhece um objeto segundo o papel por ele desempenhado”. (CARDOSO, 1985, p. 21)

A substancialização de uma qualidade imediata percebida numa intuição direta pode enterrar 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. De fato, para o espírito científico, todo fenômeno é um momento do pensamento teórico, um estágio do pensamento discursivo, um resultado *preparado*. É mais produzido do que induzido. O espírito científico não pode satisfazer-se apenas com ligar dos elementos descritivos de um fenômeno à respectiva substância, sem nenhum esforço de hierarquia, sem determinação precisa e detalhada das relações com outros objetos. (BACHELARD, 1996, p. 127)

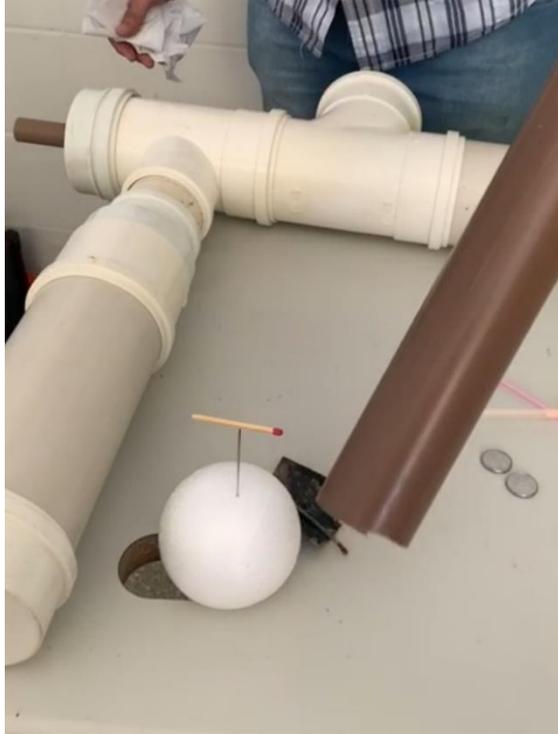
Então, a presença de um ou mais obstáculos epistemológicos contribuem para a estagnação do conhecimento científico.

Nos propomos então a pesquisar outros tipos de materiais que poderiam eletrizar um cano de PVC. Utilizamos um pedaço de pano de algodão, papel higiênico e até papel toalha. Todos esses materiais, ao se atritarem com o cano de PVC o deixavam eletrizado. E se, ao invés de atritar esses materiais com o cano de PVC, fizéssemos a mesma experiência com um cano de metal? Obteríamos resultado diferente?

Ao realizar o experimento com o cano de metal, notamos que o cano não se mostrou eletrizado. Nesse momento foi necessário esclarecer aos professores a necessidade de ir direto ao corpo de conhecimento científico para impedir que a experiência primeira, gerida por nós professores, não se torne um obstáculo epistemológico. De fato, ao atritarmos o cano de metal ao pano de algodão, após o atrito o cano de metal não se mostrou eletrizado, mas não significa que a eletrização por atrito não tenha acontecido. Precisamos então mostrar os conceitos de isolantes elétricos e condutores elétricos para explicar que, apesar da ocorrência da eletrização por atrito, as características intrínsecas aos condutores elétricos, faz com que estes se neutralizem muito facilmente. Caso não façamos essa intervenção, corremos o risco de tornar a experiência um obstáculo à aprendizagem. Isto posto, reiteramos a necessidade da racionalização na formulação dos problemas, pois,

Sem o equacionamento racional da experiência determinado pela formulação de um problema, sem o constante recurso a uma construção reacional bem explícita, pode acabar surgindo uma espécie de *inconsciente do espírito científico* que, mais tarde, vai exigir uma lenta e difícil psicanálise para ser exorcizado. (BACHELARD, 1996, p. 51).

Fotografia 13 - Processo de eletrização por indução – fósforo com ponta



Fonte: Elaborado pelo autor

Após elucidar o fenômeno da eletrização por atrito, passamos a investigar a eletrização por indução. Seria possível atrair um corpo neutro utilizando um corpo eletrizado? Ao aproximarmos o bastão eletrizado de um palito de fósforo apoiado em uma agulha (para facilitar a movimentação do palito), como mostra

a fotografia acima, observamos que o palito era atraído pelo cano de PVC e acompanhava o movimento que realizávamos com o bastão. O professor 3, ao explorar as variáveis do processo de eletrização questionou se o fenômeno ocorreria devido ao material de que era feito a ponta do palito de fósforo. Prontamente, socializamos a pergunta e os outros dois professores participantes não souberam opinar se a atração ocorria devido à presença da ponta do palito de fósforo.

Antes de responder realizar o experimento retirando a ponta do palito de fósforo, questionamos os professores sobre qual seria a composição dessa ponta e porque eles acreditavam que ela seria responsável pelo processo de eletrização por indução. Uma rápida pesquisa mostrou que a ponta do palito de fósforo (consequimos identificar um novo obstáculo epistemológico verbal) é, na verdade feita de enxofre e cola. Que o elemento fósforo, na verdade, está presente na superfície lateral da caixa de fósforo.

Observada a composição da ponta do palito de fósforo, os professores chegaram à conclusão de que não há elementos para justificar que a eletrização por indução ocorra por causa do enxofre ou da cola. Então, para comprovar a assertiva, retiramos a ponta do palito de fósforo e realizamos novamente o experimento, de acordo como mostra a próxima fotografia. Ao verificarem que o experimento ocorreu da mesma forma, os professores passaram a questionar a estrutura da matéria. Como seria a estrutura dos átomos, a disposição dos elétrons, como explicar o fenômeno sob o ponto de vista da estrutura da matéria?

Encontramos, nesse momento mais um obstáculo à aprendizagem, o obstáculo substancialista, que é caracterizado pela materialização, o uso de esquemas ou até mesmo modelos que paralisam a compreensão do fenômeno. Nesse caso específico, nos referimos ao modelo de estrutura fixa da eletrosfera e o descarte da existência de uma nuvem eletrônica. Isto é, de acordo com o modelo, dentre os vários que historicamente explicam a evolução da teoria atômica, temos um obstáculo ao entendimento do fenômeno elétrico em questão.

Fotografia 14 - Eletrização por indução - fósforo sem ponta



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após atualizarmos a ideia do modelo atômico que permite um livre movimento de elétrons (dada uma condição externa), os professores passaram a compreender como o fenômeno acontecia e pudemos seguir com a investigação do fenômeno.

Estabelecemos um novo desafio perguntando aos professores se seria possível “equilibrar” a força elétrica com a força gravitacional, e se eles teriam algum exemplo de como fazer isso. Os professores não souberam opinar e então sugerimos fazer uma bola de sabão e atrair a bola com o bastão eletrizado, na tentativa de conseguir o equilíbrio entre essas forças. A primeira problematização foi: a bolha de sabão vai ser atraída pelo bastão? Rapidamente os professores afirmaram que sim. Então o professor 1 questionou se a intensidade da força de atração conseguiria ser maior que a força gravitacional. Para conseguir a resposta, demos início ao experimento.

Todos tentamos cumprir o desafio do equilíbrio, como mostra a fotografia. Isso trouxe à nossa oficina uma dimensão lúdica e divertida. Após várias tentativas, interrompemos a atividade e o professor 3 externou sua preocupação com a disciplina em sala de aula. Fizemos uma breve discussão sobre como lidar com situações que fogem ao nosso controle em sala de aula e logo voltamos ao tema.

Fotografia 15 - Equilíbrio entre a força elétrica e a força gravitacional



Fonte: elaborado pelo autor

Os professores relataram uma grande dificuldade de conseguir o equilíbrio pois toda vez que eles aproximavam o bastão da bola de sabão, pouco além de um determinado limite, essa era atraída e se aproximava do bastão com muita velocidade e logo estourava. Ressaltamos a importância desse tipo de observação pois ao constatarem esse fato, pudemos facilmente relacionar a força de atração elétrica com a distância entre o bastão e a bola de sabão. Os professores, mais uma vez, lembraram o fato da repentina atração ao passar de uma determinada distância.

Nesse momento perguntamos se eles considerariam que essa relação acontecia de forma linear. A resposta foi uma negativa unânime. Passamos então a vislumbrar os conceitos físicos que permeiam a força elétrica e, quase que de forma natural, estabelecemos as relações matemáticas envolvidas no processo.

Nos alegrou a intervenção do professor 2 quando disse que nunca tinha sido tão fácil aprender eletricidade. Concluimos a atividade reafirmando a importância da problematização para o engajamento dos alunos. Esse momento só estava acontecendo pois, estávamos, de forma heurística, engajados na busca da resolução de problemas.

Após explorar os fenômenos relacionados à eletricidade, passamos a investigar a luz. Utilizamos um DVD de duas camadas e separamos as duas camadas, como mostra a fotografia subsequente.

Fotografia 16 - DVD de duas camadas



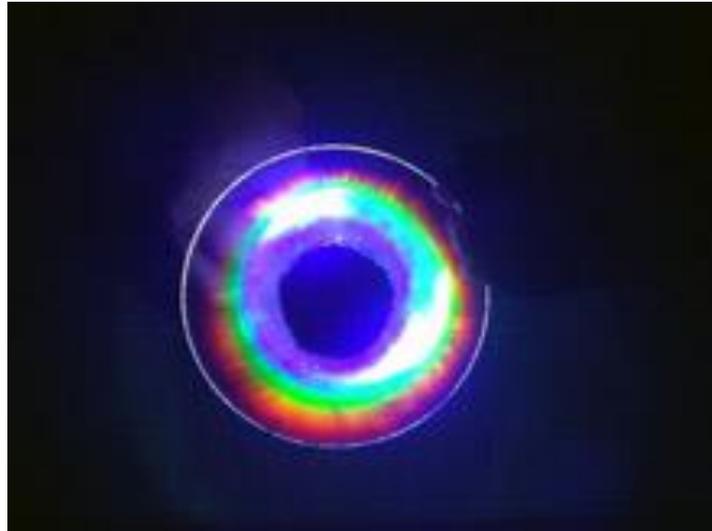
Fonte: Elaborado pelo autor

Utilizamos a camada transparente, usando uma fita isolante para cobrir o centro do DVD. Separamos, então, algumas fontes de luz: vela, lanternas de LED com diferentes “temperaturas” de branco e a luz violeta. Então, ao colocar o DVD entre os olhos e a fonte de luz, pudemos observar uma formação luminosa que lembra a formação do arco-íris, como podemos observar na fotografia a abaixo.

Antes de investigar o fenômeno em si, realizamos o experimento com as diferentes fontes de luz. Os professores puderam notar que para cada fonte de luz, o padrão de cores se alterava, isto é, os “arco-íris” formado no DVD tinham padrões diferentes. Ao tentar estabelecer uma relação entre as visualizações, os professores

descreveram que para a vela, eles conseguiam ver mais o vermelho, e conseguiam ver um maior número de cores. Para as lanternas, quanto mais “branco<sup>20</sup>”, menos vermelho tinha. Já para a luz violeta, não havia tons de vermelho, laranja ou amarelo.

Fotografia 17 - "Arco-íris formado utilizando um DVD



Fonte: <http://parapaiseprofessores.com.br/>

Passamos a indagar por que cada fonte luminosa se comportava de um jeito diferente. Uma resposta nos chamou atenção: “*cada fonte contém uma quantidade de cores diferente*”. Nos chamou atenção pois a ideia de conter, nos remete ao obstáculo epistemológico substancialista, que é citado exatamente pelo teor etimológico da palavra conter. “A ideia substancialista quase sempre é ilustrada por uma simples *continência*. É preciso que algo *contenha*, que a qualidade profunda esteja *contida*.” No nosso caso, a ideia de uma fonte conter as cores faz com que pensemos que elas se apresentam de forma dissociadas, unitárias, podendo ser, em qualquer tempo, retiradas do recipiente que as contém, ou ainda, serem acrescentadas nesse recipiente.

Apresentamos um termo científico que mais se adequa aos conceitos luminosos, que é a composição. E logo os professores chegaram à conclusão de que a luz branca era composta por diversas cores e que o fenômeno que observamos decompunha a luz emitida por cada fonte em suas cores componentes, o fenômeno da difração luminosa causado pelos micro furos no CD. Passamos então a explorar o corpo de conhecimento dado pelo fenômeno da difração luminosa e logo após, já com

<sup>20</sup> Referência que os professores conseguiram utilizar para as lanternas que tinham maior temperatura, 6500K ou, em linguagem popular, o branco

os conhecimentos estruturados, passamos a fazer uma leitura do mundo que nos cerca. Sabendo que a difração ocorreu devido a presença dos micros buracos encontrados na superfície do DVD, qual outro fenômeno poderia ser observado na natureza que se assemelhasse ao fenômeno observado? Prontamente os professores citaram o arco-íris, então passamos a indagar: como podemos fazer uma leitura da existência do arco-íris na natureza? Qual o fenômeno envolvido na formação do arco-íris? Sem obter uma resposta imediata, passamos a fazer uma análise através de um ponto de vista diferente. No mês de agosto, em Brasília, nós conseguimos visualizar arco-íris facilmente? Quando temos a maior incidência de arco-íris? Todos os professores concordaram que a incidência do arco-íris é maior nas épocas em que a umidade está elevada. Também lembraram que podem fazer aparecer um arco-íris utilizando um leque de água. Então logo fizeram a relação entre as partículas de água no ar e a presença do arco-íris. Apresentamos aos professores o fenômeno da refração, responsável pela decomposição da luz no arco-íris. Alertamos aos professores que a experiência primeira pode ser um grande obstáculo epistemológico, tendo em vista que a primeira experiência em que houve a decomposição da luz foi explicada pelo fenômeno da difração e a segurança do conhecimento gerada pela experiência primeira, fez com que os professores afirmassem que a explicação para o arco-íris também estava no fenômeno da difração, ocasionando um erro, pois apesar de obtermos os mesmos resultados sensoriais (observação), são fenômenos distintos.

Ainda tínhamos mais algumas problematizações acerca do fenômeno, mas o tempo estava se esgotando e aproveitamos, como o último encontro antes do recesso escolar para confraternizar com um pequeno lanche.

### **3.5 Quinta Oficina**

A última oficina ocorreu na semana seguinte ao início do segundo semestre letivo da SEDF. Como encerramento, possibilitamos aos demais professores da DRE do Gama, que não tiveram a oportunidade de participar da formação, conhecer um pouco do trabalho realizado por nós durante as semanas de oficinas colaborativas. Para tal, nós, participantes das oficinas, junto com a direção do CEMI – Gama, na figura do Sr. Sebastião Portela, por meio de uma carta-convite, propomos uma palestra aberta para os professores de ciências das outras escolas, ministrada pelo Professor Dr. Cássio Costa Laranjeiras, intitulada “A iniciação à Ciência como Núcleo

Central da Educação Científica”. E, ao final da palestra, os professores participantes das oficinas iriam expor um pouco da produção, durante o período de trabalho.

A ideia de convidar o Professor Dr. Cássio Laranjeiras surgiu pelo fato de ele ser o principal idealizador dos OCI, profundo conhecedor dos fundamentos epistemológicos de Bachelard e da pedagogia freireana voltada para o ensino de ciências, em especial, de física. Professor Dr. Cássio Laranjeiras também é um dos principais entusiastas das Oficinas Colaborativas para a Produção de material Didático para o Ensino de Ciências, sendo um grande mentor e inspiração para esse projeto. Dada a importância e a relevante participação dele em todo o processo, acreditamos que presenciar a explanação de suas ideias para o ensino de ciências pode contribuir ainda mais para a formação, não só dos participantes das oficinas, mas para todos os professores presentes. Quem sabe servindo de inspiração para adensar a participação de mais professores nas próximas edições das oficinas.

Muitos professores estiveram presentes. Professores de física, química e biologia do EM e também professores de ciências do EF. Realizamos o encontro no auditório do CEMI – Gama. O Professor Dr. Cássio Laranjeiras iniciou sua palestra explicando que ele considera iniciação à ciência como uma forma de conseguirmos, em uma dimensão global, operar com a ciência, independente da formação que cada um tem. Que iniciação à ciência se difere de iniciação científica, justamente pelo fato da segunda, estar voltada para a formação profissional. E a iniciação à ciência, não. Iniciar à ciência é dar a capacidade de uma pessoa “ler” o mundo a sua volta com os olhos da ciência.

Relatou o importante fato de todos possuímos diplomas de ensino superior. Seja em química, física ou biologia. Mas nós somos iniciados na ciência? Buscamos usar nosso conhecimento para fazer uma leitura do mundo a nossa volta? Se não fazemos isso, significa que cada diploma mostra que o professor sabe fazer cálculos e resolver problemas na sua área, mas não somos iniciados na ciência.

E se não vemos na ciência a beleza e a possibilidade de mudar o mundo, qual será o professor que vai entrar em sala de aula? Que motivação esse professor terá em ensinar? E o aluno, que motivação terá em aprender?

A fotografia mostra o riquíssimo momento que vivemos ao nos questionarmos sobre a nossa atuação em sala, na nossa relação conosco e com a ciência que pretendemos ensinar.

Fotografia 18 - Palestra Professor Dr. Cássio Laranjeiras



Fonte: Professor Dr. Sebastião Portela

O Professor Dr. Cássio Laranjeiras nos mostrou como a atuação do professor se assemelha a atuação de um designer. A designação designer é aquele que desenha algo. Se for um design de roupas, ele usa toda sua expertise para avaliar caimento, conforto, beleza, enfim, uma série de características que precisam ser planejadas para a elaboração de uma roupa perfeita. Funciona da mesma forma com arquitetos, com designers de interiores, dentre tantas outras profissões que necessitam desse planejamento e engajamento para alcançar o melhor resultado possível.

Nesse sentido, o Professor Dr. Cássio vê o professor como um designer que tem como objetivo desenhar ambientes de aprendizagem e situações de aprendizagem, ou seja, o professor desenha e coordena processos pedagógicos. Assim sendo, o professor em diferentes níveis de atuação conjectura, implementa e avalia:

1. Ambientes de aprendizagem, que proporcionam o estímulo à curiosidade (um ambiente repleto de OCl, por exemplo), o espírito de investigação, o engajamento com os diversos elementos que compõem a ciência e propicie a cooperação entre professor-aluno e aluno-aluno;
2. Situações de aprendizagem que sejam capazes de promover o desafio intelectual, a adequação do aluno ao ambiente de aprendizagem, a fruição, que é nada mais do que a utilização prazerosa de algo, e por fim, a paixão, que move a nós professores e também os alunos.

O professor citou vários exemplos que davam sentido a cada um dos conceitos que ele vinha nos apresentando e, para finalizar a sua apresentação, realizou conosco o experimento da esfera flutuante.

Nesse experimento, que na verdade se trata de um OCI, o professor utilizou um secador de cabelo e uma bola de isopor para compor o OCI. Inicialmente, com o secador na vertical, apontando para cima, ele conseguiu colocar a bola de isopor, como mostra a fotografia a seguir, e questionou os professores presentes sobre qual a explicação física para aquele fenômeno.

Fotografia 19 - Esfera Flutuante



Fonte: elaborado pelo autor

Alguns responderam que a força do ar que o secador de cabelo espirava, equilibrava com a força peso da bola de isopor. Por isso, haveria o “equilíbrio” do sistema. No entanto, quando o professor inclinou o secador de cabelo, como mostra a fotografia abaixo, a bola de isopor continuou flutuando.

Nesse momento, explicou o professor, há a quebra de várias concepções que impediam o desenvolvimento do conhecimento, o que chamamos nesse trabalho de obstáculos epistemológicos. Como explicar a nova composição do sistema?

Fotografia 20 - OCI: Esfera flutuante - segunda configuração



Fonte: elaborado pelo autor

O professor passou a explorar o corpo de conhecimento envolvido no experimento, como princípio de Bernoulli e o Efeito Coandă. Dado o corpo de conhecimento, o professor passou a operar com o conhecimento adquirido, explorando situações do dia-a-dia em que podemos encontrar os mesmos fenômenos.

Logo após o término da explanação, nos passou a palavra e aproveitamos o pouco tempo que tínhamos para conceituar todas as etapas e procedimentos que o Professor Dr. Cássio Laranjeiras utilizou. Mostramos que toda a atividade realizada naquela palestra seguiu os passos que nós trabalhamos durante as oficinas e que pudemos, durante essas cinco semanas de encontros produtivos, explorar diversos experimentos e sistematizar uma metodologia de aplicação dos OCI. Realizamos um OCI, do desafio do copo de água, como mostra a fotografia subsequente

Fotografia 21 - Realização do OCI desafio do copo



Fonte: Professor Dr. Sebastião Portela

Ao realizar o experimento pudemos explorar diversos viés de utilização do OCI. Ao problematizar sobre o tamanho da coluna de água que a pressão atmosférica pode sustentar, alguns professores contribuíram muito com fatos históricos da ciência, que eram desconhecidos por muitos. Um grupo de professores problematizando em torno de um OCI levantou diversas possibilidades de utilização do OCI, temas que poderiam ser tratados em sala, enfim, uma série de estratégias e conhecimentos que foram explorados de forma colaborativa em uma relação horizontal, com um ambiente voltado para a descoberta e para o diálogo.

Pudemos então compartilhar com os colegas de profissão um pouco da nossa vivência com durante essa cinco semanas que ocorreram os encontros das Oficinas Colaborativas de Produção de Material Didático pra o Ensino de Ciências na Educação Básica e convidamos a todos para contribuir com a criação de uma rede colaborativa de professores de ciências para que possamos estabelecer uma troca de experiências, de materiais didáticos e metodologias, para efetivar uma formação continuada, e podermos alicerçar em ensino de ciências realmente efetivo.

Com nosso horário esgotado, agradecemos e nos despedimos dos professores que participaram dessa produtiva palestra e então nos reunimos com os professores participantes das oficinas para fazer um agradecimento especial por toda a dedicação e o carinho na realização do trabalho. Agradecer por terem contribuído tanto com nosso crescimento como profissionais da educação e como pessoas.

Como retorno, os professores relataram o quanto foi importante para eles participarem das oficinas. A visão sobre a experimentação, sobre o aprendizado e sobre o ensino de ciências foi ampliada com os novos conhecimentos. Eles nos relataram como a aplicação dos OCI tem dado certo, apesar de sentirem alguma dificuldade com a participação efetiva dos alunos.

Lembramos que o maior exemplo de como as coisas acontecem, se deu nas próprias oficinas. Convidamos os professores a recordarem como aconteceu nosso primeiro encontro. Apenas nós (regentes da oficina) fazíamos as perguntas, delineávamos o roteiro da experimentação. No entanto, a partir do segundo encontro, nós (agora como um todo) passamos a questionar intensamente. Todos os professores levantaram suas dúvidas, trocamos ideias, dialogamos. E a cada encontro estreitávamos essa relação de liberdade e confiança.

Acreditamos que na sala de aula, os trabalhos caminhem da mesma forma. Não será com a utilização de um OCI que os alunos serão espíritos científicos prontos. Isso acontece com uma construção, assim como ocorreu durante as oficinas.

Após uma calorosa despedida e muitos agradecimentos, deixamos um registro fotográfico que simboliza nossa gratidão pelos momentos vividos.

Fotografia 22 - Despedida. Professores que participaram das oficinas



Fonte: Professor Dr. Sebastião Portela.

#### 4 CONSTRUINDO A PROPOSIÇÃO DIDÁTICA PROFISSIONAL

A proposta inicial do nosso trabalho foi de desenvolver um material didático que possibilite que o professor resgate o caráter empírico da ciência levando para sala de aula uma nova classe de experimentos científicos, que tem características e peculiaridades próprias, na tentativa de identificar e romper com os obstáculos epistemológicos à aprendizagem dos alunos, despertando neles o interesse pela ciência, estimulando o desenvolvimento de seu espírito científico e a leitura do mundo por meio da ciência. Para alcançar esse objetivo lançamos mão da teoria epistemológica de Gaston Bachelard.

Apoiamo-nos na pedagogia de Paulo Freire, no tocante à prática em sala de aula. A pedagogia humana que tem como objetivo a prática da liberdade, por meio do diálogo, com amor, com verdade e dedicação.

Ao estruturar nosso trabalho em forma de oficinas colaborativas, percebemos que o resultado que obtivemos não podia ser transposto para sala de aula implementado apenas pelo material didático fornecido aos professores. As conquistas logradas eram resultado de um todo, que consistia no próprio formato da oficina. Então, deixamos de considerar a proposição didática profissional apenas como o material didático produzido por nós, para a aplicação dos OCI, e integralizamos a aula no formato de Oficinas colaborativas como o resultado diádico profissional a ser desenvolvido.

Essa mudança de viés foi percebida ao longo das oficinas, no entanto, ela se torna muito mais coerente quando nos imergimos um pouco mais nas teorias de Paulo Freire, que, claramente nos convidam para o mundo das relações e não dos materiais.

A nossa preocupação neste trabalho, é apenas apresentar alguns aspectos do que nos parece constituir o que vimos chamando de pedagogia do oprimido: aquela que tem que ser forjada *com* ele e não *para* ele, enquanto homens ou povos, na luta incessante de recuperação de sua humanidade. (FREIRE, 1987, p. 43).

Então, como falar na elaboração de uma metodologia para o aluno se ele próprio não participa do processo de criação? Nós percebemos que o sucesso alcançado nas Oficinas Colaborativas de Produção de Material Didático para o Ensino de Ciências na Educação Básica, só foi alcançado pela construção conjunta entre todos que participaram do processo. Se nós (regentes das oficinas) usássemos um material moldado, pronto, para aplicar no grupo de professores, certamente não

teríamos o resultado obtido. A “mágica” não acontece devido ao material, mas, sim, ao processo.

Nesse sentido, nossa proposta didática profissional passou a contemplar a elaboração de aulas no formato de oficinas, onde o professor poderá construir os OCI junto com os alunos, permitindo que eles participem de todas as etapas da concretização do aparato experimental. Levamos em consideração que

[...]as oficinas são espaços de negociação de sentidos, com potencial crítico de produção coletiva de sentidos. No contexto das oficinas, a negociação de sentidos compreende um processo de interanimação dialógica e de coconstrução interpessoal de identidades, num constante jogo de posicionamentos, que faz fluir a multiplicidade e contraste entre versões sobre o campo-tema que se investiga. Ou seja, o objetivo da oficina não se limita ao registro de informações para fins de pesquisa, uma vez que sensibilizam as pessoas para a temática trabalhada, possibilitando aos seus participantes a negociação de sentidos variados, abrindo espaços para controvérsias e potencializando mudanças. (SPINK; MENEGON; MEDRADO, 2014, p. 33).

Dessa forma, as oficinas foram fundamentais, pois permitiram que nós pudéssemos visualizar, no decorrer das atividades, aquilo que já estava muito bem alicerçado como referencial teórico, mas ainda não tínhamos vivenciado: que a verdadeira educação só se faz quando

Educador e educando, cointencionados à realidade, se encontram em uma tarefa em que ambos são sujeitos no ato, não só de desvendá-la e, assim, criticamente conhecê-la, mas também no de recriar este conhecimento. (FREIRE, 1987, p. 78).

Dessa forma, nós construímos nossa proposição didática profissional, chegando a um resultado que replicará em sala de aula a vivência que tivemos em nossos encontros. Permitirá, assim como aconteceu conosco durante as oficinas, que o professor possa constituir um ambiente de aprendizagem, onde poderá estabelecer o diálogo, uma relação horizontal com os alunos, não havendo detentores do conhecimento, tão pouco, seres completamente ignorantes. E, assim, expor seus espíritos à investigação e ao progresso da cultura científica.

O formato de oficinas embasado nas concepções epistemológicas de Bachelard e nas propostas pedagógicas de Freire serão o corpo da nossa proposta didática profissional pois entendemos que

[...] toda cultura científica deve começar, como será longamente explicado, por uma catarse intelectual e afetiva. Resta, então, a tarefa mais difícil: colocar a cultura científica em estado de mobilização permanente, substituir o saber fechado e estático por um conhecimento aberto e dinâmico, dialetizar todas as variáveis experimentais, oferecer, enfim à razão razões para evoluir (BACHELARD, 1996, p. 24).

É importante ressaltar que a utilização dos OCI como objeto cognoscível, mediatizado pelos sujeitos cognoscentes (FREIRE, 1983), continua sendo um dos principais elementos para o desenvolvimento do conhecimento científico. No entanto reconhecemos que para atingir todas as potencialidades já discutidas, a aplicação dos OCI não pode ocorrer de forma isolada, única, por isso, propomos que o formato de oficinas colaborativas seja o a prática pedagógica que melhor abarca os conceitos e as potencialidades do uso dos OCI e também mostra-se como a elo prático na convergência entre as teorias de Bachelard e Freire.

Portanto, em nossa proposta didática profissional, descreveremos as práticas que concluímos serem indispensáveis para a realização das oficinas colaborativas, e, em seguida, fazendo o uso de alguns OCI, elaboraremos um instrumento de aplicação dos OCI como sendo um guia para que o professor adquira as condições para, de forma autônoma, criar e aplicar seus próprios OCI.

## 5 CONCLUSÃO/ CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência das Oficinas Colaborativas de Produção de Material para o Ensino de Ciências na Educação Básica não poderia ter sido mais gratificante. Desde o início dos trabalhos, ao levantar os problemas relacionados ao ensino de ciências, tínhamos como foco o trabalho de iniciação à ciência, que representa a ressignificação das nossas relações com o conhecimento científico na tentativa de fazer da sala de aula um ambiente de aprendizagem e despertar nos professores a busca pelo desenvolvimento científico, pois só assim, eles poderão contribuir para o acender do espírito científico dos nossos alunos. E nesse ponto as oficinas foram deslumbrantes. Nós conseguimos ver em cada professor participante o brilho nos olhos, o prazer em aprender e a alegria da descoberta. Essas características, que na introdução deste trabalho, julgamos perdidas há tempos.

A oportunidade de trabalhar com a experimentação no ensino de ciências ratificou a importância dessas atividades. Deu-nos a certeza de que para fazermos ciências em sala de aula é inegável a necessidade de explorarmos o caráter empírico das ciências e trazer nossos alunos de um nível onde ele apenas observa o professor, sem que seja capaz de dialogar com ele, sem conseguir interpretar, tampouco relacionar-se com ele, para um outro nível de relacionamento com o professor, com a sala de aula e com a ciência. (LARANJEIRAS, 2009) descreve essa transformação como

O segundo nível seria aquele em que o homem enquanto um ser da ação-reflexão e, portanto, capaz de distanciar-se da realidade imediata que o cerca e “ad-mirando-a” busca desvelá-la em suas razões primeiras. Este o significado maior da aprendizagem, momento no qual o indivíduo transpõe os limites das suas percepções primeiras em torno do objeto de conhecimento, num processo de progressiva determinação e aperfeiçoamento das relações. (LARANJEIRAS, 2009, p. 198).

Nesse sentido, consideramos que as oficinas foram exitosas, isto é, mostraram-se capazes de auferir aos professores uma visão problematizadora, no intuito de despertá-los para a constante indagação, no intuito de romper os obstáculos à aprendizagem e com isso lapidar-se cientificamente. Esse êxito foi notável em uma comparação, apenas, entre a primeira e segunda oficina. Na primeira oficina nós fizemos todos os questionamentos, e os professores se comportavam como espectadores, na verdade, apenas reproduzindo a rotina. Já na segunda oficina, à

medida que apresentávamos os OCI, os professores passaram a ser protagonistas, fazendo questionamentos, problematizando e se superando na resolução dos problemas encontrados. A cada encontro, observamos os professores mais dispostos e interessados em desvendar os experimentos que apresentávamos.

Outra questão que nos leva a acreditar no sucesso das oficinas é que, mesmo com o baixo quórum com relação ao número de inscritos inicialmente, os professores participantes foram assíduos em nossos encontros. Houve apenas uma ausência justificada durante todo período das oficinas, o que mostra o interesse e a dedicação dos professores em participar do trabalho realizado.

No entanto, há a necessidade de reconhecer que o modelo de oficinas necessita de ajustes. Ao nosso ver o tempo dedicado ao estudo aprofundado do referencial teórico referenciado foi curto. O professor poderia sair dos encontros mais seguro das estratégias abordadas se ele tivesse condições de analisar e reconhecer cada um dos obstáculos epistemológicos e tivesse a oportunidade de traçar um perfil epistemológico dos alunos e assim, lucidamente, encontrar estratégias e OCI específicos para o atendimento personalizado para um determinado grupo de alunos. Então, acreditamos que 2 encontros a mais para tratar exclusivamente sobre a epistemologia de Bachelard e suas aplicações, ajudaria o professor com um arcabouço teórico íntegro e voltado para o reconhecimento e consequente superação dos obstáculos epistemológicos.

Além do acréscimo de encontros dedicados ao estudo da episteme, também vimos a necessidade de acrescentar mais dois encontros dedicados à prática da educação amorosa, para liberdade, proposta por Paulo Freire. Apesar de ser o patrono da educação brasileira, conhecido por todos os professores, suas obras, geralmente não recebem a devida importância, ou ainda, são interpretadas de forma equivocada. Por essa razão, vimos que para uma prática efetiva das propostas de Freire, precisamos, satisfatoriamente, compreender seu extenso trabalho.

Não obstante, observamos por parte dos professores uma preocupação no tocante às relações com os alunos. Não só a falta de interesse e indisciplina, mas o comportamento agressivo, as palavras de baixo calão. Enfim, comportamentos que não podem ser dissociados da nossa prática diária. Nesse sentido, seria importante tratar sobre as técnicas usadas para amenizar as relações humanas desenvolvidas por Rosenberg (2006), denominadas Comunicação não-violenta, que traz na sua

essência valores e técnicas que contribuem para o aprimoramento das relações pessoais e profissionais.

A CNV se baseia em habilidades de linguagem e comunicação que fortalecem a capacidade de continuarmos humanos, mesmo em condições adversas. Ela não tem nada de novo: tudo que foi integrado à CNV já era conhecido havia séculos. O objetivo é nos lembrar do que já sabemos - de como nós, humanos, deveríamos nos relacionar uns com os outros - e nos ajudar a viver de modo que se manifeste concretamente esse conhecimento. A CNV nos ajuda a reformular a maneira pela qual nos expressamos e ouvimos os outros. Nossas palavras, em vez de serem reações repetitivas e automáticas, tornam-se respostas conscientes, firmemente baseadas na consciência do que estamos percebendo, sentindo e desejando. Somos levados a nos expressar com honestidade e clareza, ao mesmo tempo que damos aos outros uma atenção respeitosa e empática. Em toda troca, acabamos escutando nossas necessidades mais profundas e as dos outros. A CNV nos ensina a observarmos cuidadosamente (e sermos capazes de identificar) os comportamentos e as condições que estão nos afetando. Aprendemos a identificar e a articular claramente o que de fato desejamos em determinada situação. A forma é simples, mas profundamente transformadora. (ROSENBERG, 2006, p. 21-22)

Nesse sentido, dedicar algum tempo para, além da prática da educação amorosa de Freire, conhecermos as técnicas de comunicação não-violenta, pode transformar a prática dos professores em sala de aula.

Desse modo, como forma de aprimorar as oficinas colaborativas com base na vivência que tivemos durante essas semanas, há a necessidade de ampliar o número de encontros para exaurir toda gama de conhecimento que envolve a prática que propomos.

Não podemos deixar de citar a estrutura disponibilizada pelo CEMI – Gama, que forneceu o espaço para a realização das oficinas. Um ambiente com toda a estrutura para a criação, produção e aplicação dos OCI. No Makerspace, nós tínhamos ferramentas, mesas amplas, energia, enfim, tudo necessário para um ambiente que tem como princípio a experimentação. Ressaltamos que não se trata de um laboratório, mas sim um espaço que se parece mais como uma oficina.

Apesar de espaços como o Makerspace do CEMI – Gama não serem indispensáveis para a realização das oficinas e para a idealização, construção e aplicação dos OCI, é notório que utilizar um espaço como esse torna o trabalho mais dinâmico e permite uma liberdade maior na hora de pensar os experimentos que serão realizados, pela diversidade de materiais à mão.

Então, de forma geral, acreditamos que as oficinas tenham cumprido seu papel de proporcionar aos professores participantes uma vivência colaborativa que os permitiu participar de um complexo processo de desenvolvimento de uma metodologia específica para a experimentação em ciências. Esperamos que eles possam fazer as devidas aplicações dos conceitos em sala de aula e propiciar essa mesma experiência aos alunos, sendo multiplicadores dessa forma de investigação e aprendizagem.

Esperamos também dar continuidade aos trabalhos iniciados com as oficinas colaborativas e, assim, darmos início a uma rede colaborativa de professores de ciências, para que possamos ampliar as pesquisas sobre o ensino de ciências e contribuir com a formação contínua desses e de outros profissionais que desejam aprimorar seus conhecimentos e transformar a maneira como eles aprendem e ensinam.

## REFERÊNCIAS

- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Tradução de Estela dos Santos Abreu. 5. ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- CARDOSO, W. Os obstáculos epistemológicos, segundo Gaston Bachelard. **Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, São Paulo, p. 19-27, jan./jun. 1985. Disponível em: [http://www.mast.br/arquivos\\_sbhc/18.pdf](http://www.mast.br/arquivos_sbhc/18.pdf). Acesso em 23 jun. 2019.
- FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências? **Investigações em Ensino de Ciências**, Namur, v. 8, p. 109-123, 2003. Tradução Carmem Cecília de Oliveira.
- FREIRE, P. **Extensão ou comunicação?** Tradução de Rosisca Darcy de Oliveira. 8. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, v. 24, 1983.
- FREIRE, P. **Extensão ou comunicação?** Tradução de Rosisca Darcy de Oliveira. 7. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 11. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- HIGA, I.; OLIVEIRA, O. B. A experimentação nas pesquisas sobre o ensino de Física: fundamentos epistemológicos e pedagógicos. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 44, p. 75-92, abr./jun. 2012.
- JAPIASSÚ, H.; MARCONDES, D. **Dicionário Básico de Filosofia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001. Disponível em: [http://raycydio.yolasite.com/resources/dicionario\\_de\\_filosofia\\_japiassu.pdf](http://raycydio.yolasite.com/resources/dicionario_de_filosofia_japiassu.pdf). Acesso em: 22 jul. 2019.
- KELLEN, G. **Experimentação no Ensino de Ciências**: possibilidades e limites na busca de uma Aprendizagem Significativa. 2010. 190 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) - Instituto de Ciências Biológicas, Instituto de Física, Instituto de Química, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Brasília: UnB, 2010.
- LARANJEIRAS, C. C. Concepção de conhecimento e a dimensão cultural da ciência. In: MARTINS, A. F. P. **Física ainda é cultura?** São Paulo: Livraria da Física, 2009. Cap. 9, p. 191-210.
- LARANJEIRAS, C. C. A educação científica na convergência de práticas educativas cientificamente referenciadas. **XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Maresias, p. 1-10, nov. 2012.
- LARANJEIRAS, C. C.; PORTELA, S. I. C.; RIBEIRO, A. Enseñanza y divulgación de la ciencia en la integración universidad-escuela: una experiencia en Brasil. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, jan. 2018.
- MARTINS, A. F. P. Sobre rupturas (econtinuidades.). In: MARTINS, A. F. P. **Física ainda é cultura?** São Paulo: Livraria da Física, 2009. Cap. 12, p. 259-279.

MARTINS, J. E. Grupo de Ensino de Física - Experimentoteca. **Instituto de Física - Universidade de Brasília**, 2011. Disponível em: <[http://www.fis.unb.br/gefis/index.php?option=com\\_content&view=article&id=196&Itemid=309](http://www.fis.unb.br/gefis/index.php?option=com_content&view=article&id=196&Itemid=309)>. Acesso em: 02 abr. 2018.

ROCHA, T. U. A epistemologia de Bachelard e suas potencialidades para o ensino de Física na Educação Básica In: EDUCERE - CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 9., 2013. **Anais [.]**, Curitiba: Educere, p. 5540-5552, set. 2013.

ROSENBERG, M. B. **Comunicação não-violenta: técnicas para aprimorar relacionamentos pessoais e profissionais**. Tradução de Mario Vilela. São Paulo: Ágora, 2006.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, p. 474-492, set./dez. 2007.

SANTOS, W. L. P. Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freiriana. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 1, n. 1, p. 109-131, mar. 2008.

SOUZA, M. R. A epistemologia de Gaston Bachelard e o Ensino de Física. **Latin American Journal of Science Education**, v. 2, n. 12036, p. 1-14, jan. 2015.

## GLOSSÁRIOS

**Cointencionados** – diz-se daqueles que têm a mesma intenção, aqueles que têm intenção mútua.

**Dialogicidade** - Característica do que é dialógico, dialogal, daquilo que se efetua por meio do diálogo, de uma interação comunicativa, da conversa.

**Investiga-Ação** – neologismo utilizado para ressaltar que a investigação sobre a convergência de Bachelard e Freire resultará em uma ação, com a direta aplicação em sala de aula.

**Peer Instruction** – instrução aos pares, ou na tradução livre realizada por (EBERSPACHER *et al.*, 2017), instrução por colegas.

**Peer to peer** – expressão em inglês que significa ponto a ponto, ou par-a-par.

**Start** – Termo em inglês que significa início, ignição.

**Co-operação** – Termo utilizado por Paulo Freire na obra *Pedagogia do Oprimido* que significa operar de forma conjunta com o conhecimento.

## **APÊNCICE A – DOCUMENTO DE DIVULGAÇÃO DAS OFICINAS COLABORATIVAS DE PRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS**

### **Apresentação:**

É com muito entusiasmo que apresentamos um conjunto de atividades no formato de oficinas para a produção e aplicação de Objetos Científicos Interativos com base no Currículo em Movimento do Distrito Federal, voltadas a professores de Ciências da Natureza que atuam no segundo e terceiro ciclos do Ensino Fundamental.

### **Justificativa:**

A experiência, alinhada à diversos estudos acadêmicos, convergem no intuito de mostrar a dificuldade que professores de ciências têm para realizar experiências e explorar o caráter essencialmente empírico das Ciências da Natureza, em especial a Física. Quando o professor se desafia a adentrar no mundo da experimentação, esbarra em obstáculos que, dada a realidade das escolas brasileiras, parecem intransponíveis: a falta de laboratórios de ciências nas escolas, a falta de manutenção de equipamentos e a falta de verbas para a aquisição de materiais de uso contínuo. Mesmo quando, em raros momentos há a oferta de todos os itens citados anteriormente, os experimentos são cópias das experiências realizadas nos laboratórios universitários, voltados para a coleta e análise de diversos dados e tipos de erros, o que pouco contribui para o aprendizado dos alunos.

Dado um rápido panorama da falta e precariedade da experimentação em ciências, nos propomos a formar um grupo de professores para pensar, criar e construir OCI e utilizá-los em sala de aula, dando um caráter empírico para as aulas de ciências, pautados na metodologia dialógica de Paulo Freire e alicerçados na epistemologia de Gastón Bachelard.

### **Objetivos:**

As oficinas têm como intuito contribuir para a formação continuada de professores de Ciências da Natureza, fornecendo elementos teóricos e metodológicos para a criação, construção e aplicação de Objetos Científicos Interativos (OCI), sob a ótica epistemológica de Gastón Bachelard e com a abordagem pedagógica preconizada por Paulo Freire. Os OCI serão pensados e elaborados para serem aplicados em sala de aula, focando os conteúdos e objetivos associados a cada etapa da aprendizagem prevista no Currículo em Movimento.

Acreditamos que os OCI possam resgatar o caráter empírico do Ensino de Ciências, fazendo da sala de aula um verdadeiro ambiente de aprendizagem, proporcionando assim, diversas situações de aprendizagem.

**Público Alvo:**

Nosso público alvo são os professores de Ciências da Natureza que atuam no segundo e terceiro ciclos do Ensino Fundamental.

As oficinas serão realizadas no Makerspace do CEMI - Gama

**Das Oficinas:**

A dinâmica das oficinas contará com a apresentação de experimentos classificados como OCI, utilizando os conceitos e fundamentações que serão apresentados no primeiro encontro. A parte prática será a construção do OCI e o desenvolvimento teórico-metodológico para a aplicação em sala de aula. A culminância será a produção de um material didático voltado para os professores de ciências que englobará, desde a definição, até a aplicação e avaliação do OCI produzido na oficina.

**Horário: 14h às 17h****Certificação:**

Cada módulo será certificado de forma independente pelo CEMI - Gama

**Carga Horária:**

Primeiro Módulo:

15 horas presenciais

5 horas semipresenciais

Segundo Módulo:

21 horas presenciais

7 horas semipresenciais

**Período de Inscrição: 27/05 a 04/06**

**As inscrições serão realizadas por meio do link <https://forms.gle/kSf3mJ5LttQoWEY87> ou pelo QR code**



Atenção: para usar o QR code, basta fotografar a imagem acima e o celular encaminhará para a página de inscrição. Essa funcionalidade funciona apenas para alguns celulares. Para os casos em que não funcione, será necessário obter um aplicativo leitor de QR code.

Serão ofertadas 10 vagas destinadas aos professores por ordem de inscrição.

**Cronograma:**

1º Módulo

05/06 (Quarta-feira) – Início do curso

11/06 (Terça-feira)

18/06 (Terça-feira)

25/06 (Terça-feira)

02/06 (Terça-feira)

2º Módulo

06/08 (Terça-feira)

13/08 (Terça-feira)

20/08 (Terça-feira)

27/08 (Terça-feira)

03/09 (Terça-feira)

11/09 (Quarta-feira)

18/09 (Quarta-feira)

**Ementa:**

Primeiro encontro:

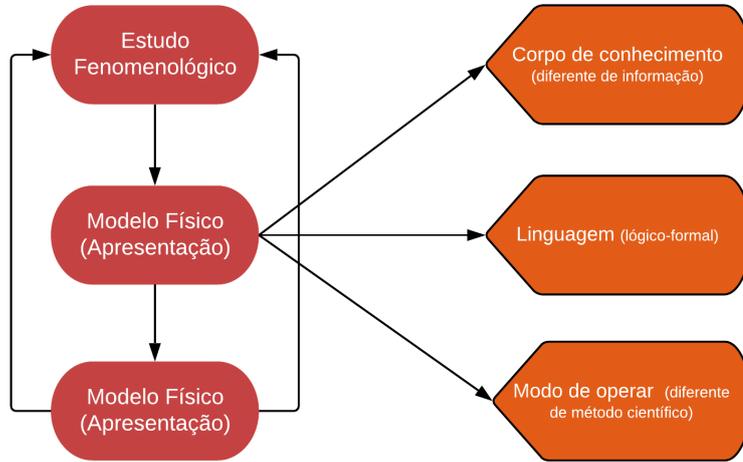
Na primeira oficina apresentaremos os referenciais teóricos que norteiam nosso trabalho: abordaremos os conceitos relacionados à construção do conhecimento estabelecidos por Gastón Bachelard, debateremos como se dá o processo de conhecimento e aprendizagem, os obstáculos epistemológicos e apresentaremos propostas para a transposição desses obstáculos com o uso de OCI. Seguindo nossa busca por uma metodologia de ensino para o uso de OCI em sala de aula, apresentaremos pontos que consideramos relevantes da pedagogia de Paulo Freire para a aplicação em nosso trabalho. A dialogicidade, o protagonismo do aluno e a liberdade formam a base pedagógica do trabalho que será desenvolvido.

Ainda no primeiro encontro traremos as definições de Objetos Científicos Interativos, os conceitos estruturantes dentro do contexto da experimentação científica nas escolas brasileiras, as potencialidades da proposta e as ideias para que, usando OCI, o professor possa fazer da sala de aula um ambiente de aprendizagem e com isso proporcione nas suas aulas ambientes de aprendizagem.

Os demais encontros serão utilizados para a criação, construção, aplicação e avaliação de Objetos Científicos Interativos, bem como a construção colaborativa de uma Matriz Didático-Pedagógica (MDP) que servirá de guia para todo o processo criativo e avaliativo dos OCI. Essa MDP é estruturada no estudo do fenômeno relacionado ao OCI, na apresentação do modelo físico que irá compor o OCI e, por fim, a aplicação desse modelo físico construído. Tudo isso em consonância com os chamados Três Momentos Pedagógicos (3MP) (Delizoicov, Angotti, Pernambuco).

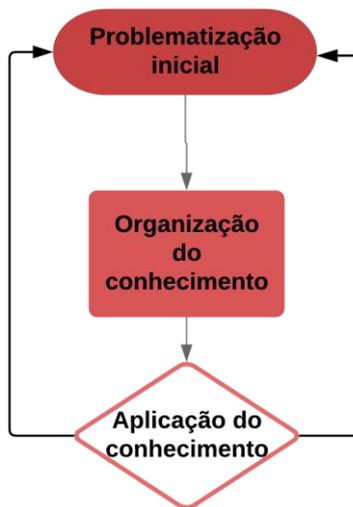
### Matriz Didático-Pedagógica

Gabriel Baudson | May 10, 2019



### Três Momentos Pedagógicos 3MP

Gabriel Baudson | May 10, 2019



Os experimentos explorados nas oficinas subsequentes serão:

- Mostrando que o ar exerce pressão
  - Experimento do bebedouro para pássaros
  - Experimento do da inversão do copo de água
  
- Estudo da Tensão superficial da água
  - Experimento do clip
  - Experimento da anilina
  - Experimento do barquinho
  
- Estudo da luz
  - Holograma com caixa de CD
  - Lentes
  - Prisma
  
- Estudo das correntes de ar
  - Fogo
  - Esfera flutuante
  
- Sistemas mecânicos
  - Roldanas
  - Alavancas
  - Roda que sobe ladeiras.

APÊNDICE B – FORMULÁRIO ONLINE DE INSCRIÇÃO NAS OFICINAS COLABORATIVAS

# OFICINAS COLABORATIVAS DE PRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Olá professor, tudo bem? Esse é o formulário para a inscrição no curso oferecido pelo CEMI - Gama em parceria com a Universidade de Brasília. Aqui, além da inscrição, temos um pequeno questionário que é de suma importância para o desenvolvimento do nosso trabalho. É bem fácil e rápido de responder.

**\*Obrigatório**

Endereço de e-mail \*

Seu e-mail

Nome completo \*

Sua resposta

Telefone \*

Sua resposta

Escola de atuação \*

Sua resposta

Em quais ciclos do Ensino Fundamental você atua? \*

Segundo ciclo

terceiro ciclo

segundo e terceiro ciclos

Sua escola possui laboratório de ciências (física, química ou biologia)? \*

Sim

Não

Você desenvolve atividades experimentais em sala de aula? \*

Não

Sim

Caso a resposta à pergunta anterior seja negativa, você poderia nos explicar quais motivos o impedem de trabalhar com a experimentação em sua sala de aula?

Sua resposta

A inserção da experimentação em sala de aula pode contribuir para o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos? \*

Sim

Não

Talvez

Não sei dizer

ENVIAR

## **ANEXO A - REGISTROS DAS OFICINAS - PROFESSOR 1**

### **OFICINAS COLABORATIVAS DE PRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

#### **REGISTRO DE AULA 02**

Durante o primeiro encontro, podemos discutir o uso do objeto científico interativo (OCI) nas aulas de Ciências da Educação Básica, onde o fenômeno é apresentado e inserido dentro de um contexto didático e assim podemos trabalhar o corpo de conhecimento a cerca desse fenômeno.

Essa matriz didático-pedagógica se mostra uma novidade para mim pessoalmente, onde o referencial teórico é introduzido durante e após a prática, o que é diferente da forma como o conhecimento vem sendo apresentado a mim até hoje, onde se realiza uma discussão teórica e em seguida uma demonstração prática dos fenômenos.

Nesse contexto, ensinamos ao aluno o princípio dos questionamentos vital para a iniciação a ciência, a partir dos seus conhecimentos prévios, e assim construir um corpo de conhecimento acerca do assunto abordado. São formas de o aluno protagonizar a formação do seu próprio corpo de conhecimento, sem a simples passagem de informação, esta que por fim não gera pensamento crítico e sim alienação.

O objeto científico interativo (OCI) apresentado foi a clássica experiência do copo com água e papel (Figura 1). Nesse experimento, conhecido por todos os professores do grupo, observamos o fenômeno de uma folha de papel “aprisionar” a água dentro do copo e levantamos questões acerca dos fenômenos físicos envolvidos no processo. Em nossa prática em sala de aula, podemos explorar diversos assuntos de ciências através da observação desse fenômeno.

Apesar de revisitarmos esse clássico experimento das aulas de ciências, podemos experimentar a fuga do convencional relatório, onde as respostas são o maior foco da atividade, com o simples objetivo de elucidar a questão mais simples “por que a água não derrama?”. Ao invés de buscar encontrar respostas certas, focamos em fazer as perguntas, em fugir do conhecimento reproduzido e buscar outros fenômenos físicos que podem ser explorados com esse simples experimento.



**Figura 1.** Experimento do copo com água e papel. Evidencia a presença da pressão atmosférica.

Inicialmente, ficamos um pouco tímidos, da minha parte, fiquei buscando no meu conhecimento prévio sobre o assunto, ainda no foco de tentar encontrar respostas certas e não fazer perguntas. Tive receio de errar, me senti até inibida de reagir com curiosidade por esse receio. Pude confrontar com o fato, de mesmo tendo experiência com laboratório e pesquisa por mais de 5 anos, minha mente ainda é voltada a reproduzir conhecimento e não fazer perguntas. Ao me colocar no lugar do aluno, vi como é difícil encontrar nossas dúvidas, pois a reprodução do conhecimento dá uma falsa sensação de já se saber de tudo, o que não é verdade.

Já no OCI do “clipe flutuante” (tomei a liberdade de colocar nomes nos objetos) (Figura 2), fiquei um pouco mais à vontade em interagir, tenho domínio maior sobre tensão superficial da água o que me deixou mais segura para interagir, mas ainda assim observo que continuei voltada as respostas.



**Figura 2.** Clipe e tensão superficial da água. OCI demonstra uma das propriedades mais interessantes da água, pode levantar questões sobre química, em relação as ligações de hidrogênio.

Quando chegamos ao experimento do “leite psicodélico” (Figura 3), minha total ignorância sobre o experimento fez com que a perguntas surgissem com mais facilidade e sai com dúvidas para buscar respostas posteriormente. Foi muito interessante trabalhar com a perspectiva onde o objeto científico interativo introduzindo no contexto pode ser muito útil na construção de novos conhecimentos.



**Figura 3.** Leite psicodélico. Leite e corantes artificiais e detergente criam uma linda dança das cores.

A proposta dessa matriz didático-pedagógica me parece interessante e fácil de ser aplicada, estou com um grande entusiasmo em aprender como direcionar essas atividades a fim de despertar o protagonismo do próprio aluno em busca da construção do seu próprio conhecimento. Vejo ainda alguns desafios na condução dos experimentos em sala de aula e na contextualização de forma a tornar a aula além de criativa e interessante, mas também produtiva.

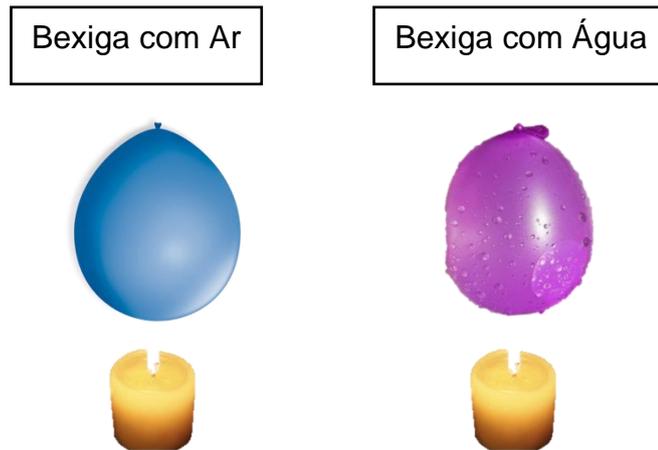
### REGISTRO DE AULA 03

Durante o segundo encontro, aprofundamos nossa discussão sobre a matriz didático-pedagógica. Discutimos sobre a vantagem dessa metodologia poder ser empregada no cotidiano sem o uso de laboratórios e nem de equipamentos sofisticados para a construção das aulas práticas. Foi levantado também a questão da avaliação, em como podemos realizar avaliações já no contexto das aulas práticas.

Comentamos também o fato de realizar atividades simples e baratas, onde todos, ou grande parte dos alunos, possam operar com o objeto científico, tornando a atividade mais atrativa e despertando a curiosidade do aluno para os fenômenos apresentados.

A ideia de que a aula não precisa ter um amplo planejamento, na minha opinião pessoal e pela minha experiência em sala de aula, é onde encontramos um contraponto, pois por mais simples que a atividade seja, para que ela cumpra sua finalidade, há sim uma necessidade de planejamento, uma elaboração sobre como dever ser conduzido o pensar, as questões, a fim de que a aula não perca o seu foco e vire uma grande brincadeira sem sentido. O planejamento em questão requer um cuidado e um bom direcionamento para que aula seja produtiva.

No primeiro experimento, utilizamos a bexiga cheia com ar e outra com água para entrar em contato com a chama da vela. A primeira bexiga explode e a segunda não. A partir do experimento, podemos ter a ideia de como trabalhar os conceitos envolvidos acerca de calor e da capacidade específica de absorver calor dos materiais e cumprir com vários objetivos da matriz curricular em uma mesma aula.



**Figura 1.** A capacidade térmica da água permite que a bexiga não estoure. Durante a aula pode trazer a luz diversas perguntas sobre calor, temperatura, capacidade térmica dos materiais.

O experimento da bexiga pode ser utilizado como OCI em uma aula de do 2º. bloco do 3º. ciclo 9º. ano, onde podemos trabalhar os conteúdos listados a baixo:

- Trocas de calor
- Equilíbrio térmico

Cumprindo os objetivos de:

- Realizar experimentos que induzam a ideia de que há trocas de calor entre corpos
  - Realizar experimentos controlados que permitam classificar quais materiais são melhores condutores de calor e quais são melhores isolantes e justificar suas aplicações em situações cotidianas.
  - Compreender a água como um agente termorregulador do ambiente.

O segundo experimento, da garrafa e da vela exploramos novamente o corpo de conhecimento sobre pressão atmosférica e também podemos trabalhar os conceitos de matéria e as propriedades da matéria, um mesmo objeto científico para objetivos diferentes da matriz curricular.



**Figura 2.** Experimento da vela e a garrafa comprova que o ar ocupa lugar no espaço e a existência da pressão atmosférica.

A partir desse OCI, podemos contemplar conteúdo Atmosfera Terrestre, do 1º. bloco do 3º. ciclo, eixo transversal Terra e Universo. Onde podemos atingir os objetivos de observar a presença da pressão atmosférica, além de observarmos que o ar ocupa lugar no espaço, contemplando

O terceiro experimento, ilustra o conceito de centro de massa e que impressiona a maioria das pessoas trazendo a ludicidade e a curiosidade em buscar entender por que podemos equilibrar os corpos em um determinado ponto.

Com esses experimentos podemos concluir, que objetos bem simples e de baixo custo podem ser utilizados como objeto científico interativo o que torna possível a iniciação a ciência, sem um custo elevado. Ainda que nesse tipo de matriz metodológica podemos vencer o obstáculo tempo e realizar as adequações ao currículo cumprindo vários objetivos em uma mesma aula e também revisitando conceitos de ciclos anteriores.

## REGISTRO DE AULA 04

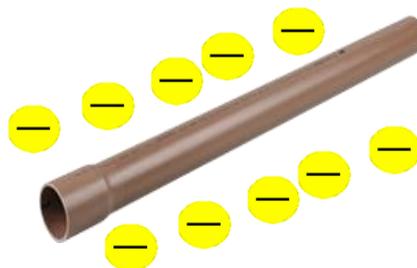
Nesse encontro, realizamos experimentos de eletrização por indução (Figura1), onde podemos explorar os conceitos relacionados a condutores, atrito, cargas elétricas, atração e repulsão. Vimos a importância da formação do corpo do conhecimento já durante a prática, pois a observação auxilia a fixação de conceitos muitas vezes complexos e difíceis de assimilar.

Pessoalmente, enfrento o obstáculo de trabalhar uma parte do conteúdo ao qual não tenho amplo domínio, que é o conteúdo do 9º ano de Ciências da Natureza. Assim exige para o planejamento dessas aulas, consultas a bons referenciais teóricos e a preparação para as possíveis perguntas que possam emergir durante a aula.

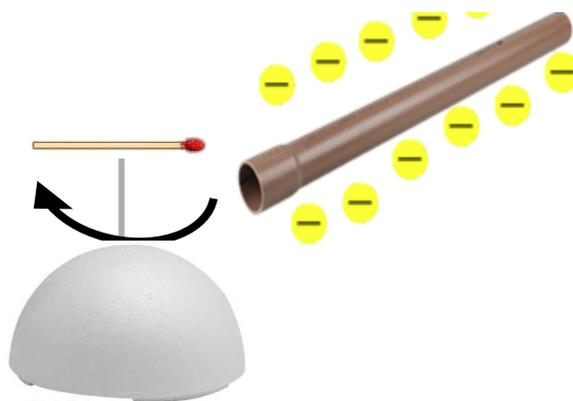
ANTES



DEPOIS



**Figura1.** Atrito com papel higiênico ou flanela de carro permite o cano de pvc atrair pedaços de papel, fios de cabelo, pelos do braço.



**Figura 2.** O cano de pvc eletrizado movimenta o palito de fósforo sobre a agulha. Podemos conduzir as questões sobre a carga dos materiais e sobre atração e repulsão.

A partir desse OCI podemos contemplar o conteúdo de Modelos de estrutura da matéria, do 3º. ciclo – 2º. bloco, do eixo transversal Matéria e energia, cumprindo os objetivos:

- Associar a ocorrência dos elementos químicos ao mundo natural e relacioná-los à manutenção da vida e ao mundo tecnológico.

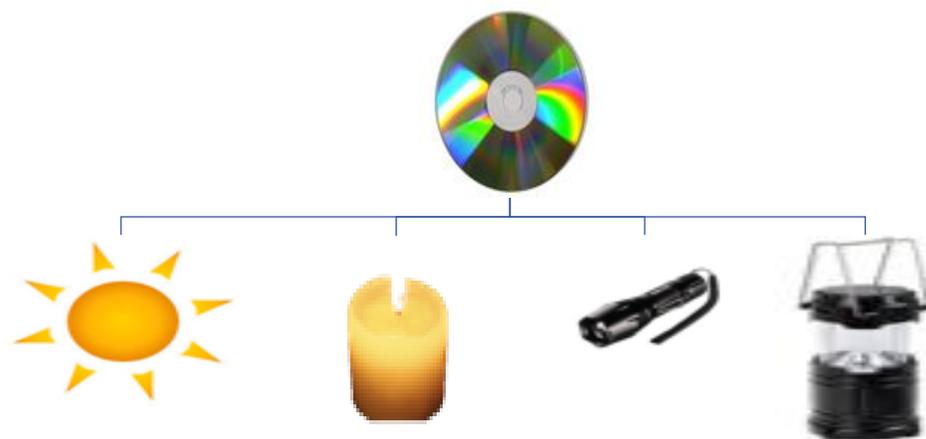
Evidenciando que os corpos são feitos de matéria e que a mesma é composta por átomos, que apresentam partículas subatômicas com carga que podem ser energizadas através do atrito. Podemos também a partir desses experimentos conectar a informação aplicada esses a equipamentos tecnológicos.

No terceiro e último OCI(Figura3), podemos observar a decomposição da luz branca, comparando com outras cores de luz, através de diferente lanternas iluminando um DVD ou CD. Nesse OCI, contemplamos os conteúdos do 3o. ciclo – 2º. bloco do 9º. ano do Ensino Fundamental – Séries Finais:

- Composição da luz branca
- Luz e cor dos objetos
- Cores primárias de luz

Com o intuito de alcançar os seguintes objetivos:

- Planejar e executar experimentos que evidenciem a composição da luz branca
- Construir aparatos que evidenciem que a luz branca é formada pela união das luzes primárias azul, vermelha e verde.
- Provar experimentalmente que a cor de um objeto está relacionada à cor da luz que o ilumina.



**Figura 3.** Diversas fontes de luz expostas ao material de CD e DVD, mostrando a decomposição da luz.

## ANEXO B - REGISTROS DAS OFICINAS - PROFESSOR 3

### SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DO DISTRITO FEDERAL SUBSECRETARIA DE FORMAÇÃO CONTINUADA DOS PROFISSIONAIS DA EDUCAÇÃO

CURSO: Oficinas Colaborativas

FORMADOR: Gabriel Baudson Godoi

#### REGISTROS DO 2o ENCONTRO

##### Sistemas Físicos Apresentados

- Corpos sólidos de diversos formatos: garrafa de vidro, pote de vidro com formato irregular, copo de vidro, disco de acetato, retângulos de papel e de material sintético, telas com malhas diferentes, clips, outros;
- Líquidos: água, leite, detergente e corante anilina;

##### Primeiro Modelo Físico Apresentado

- Bacia com água, clips e detergente;
- Fenômeno a estudar: colocar o clip na água de modo a não afundar;
- Problematização: qual(is) variável(is) é (são) relevantes e qual (is) não é (são) relevante(s)?
- Avaliação: para mim a metodologia foi de extrema importância pois, primeiro porque ainda não havia empregado esse sistema em sala de aula, segundo, porque não havia problematizado tal como foi com esse sistema a fim de organizar o conhecimento e promover a sua aplicação;
- Conclusão: metodologia válida, mas faltou estabelecer um objetivo para que se tenha um parâmetro para a escolha da avaliação.
- O que faltou: a construção da linguagem.

##### Segundo Modelo Físico Apresentado

- Garrafa de vidro (vinho), pote de vidro, copo de vidro, disco de acetato, retângulo de papel, retângulos de material sintético, telas com malhas diferentes, água e corante anilina;

- Fenômeno: efeito da pressão atmosférica sobre os sistemas sólido-líquido;

- Problematização:

1. Quais as variáveis que são relevantes para o sistema? A forma dos corpos sólidos (garrafa, pote de vidro, copo)? Diâmetro da boca dos recipientes? Altura? Cor do líquido? O papel ou o sintético?

Método empregado: descartar as variáveis não relevantes;

2. Quais variáveis foram ou são relevantes? As dimensões da malha das telas, a presença de matéria gasosa sobre os corpos sólidos e líquidos, outros?

Avaliação:

- Do fenômeno: já havia sido estudado em sala de aula, mas não empreguei todos esses corpos sólidos escolhidos para o modelo físico em questão. Havia empregado apenas potes de vidro, copos de vidro e folhas de papel;

- Do corpo de conhecimento: a proposta metodológica de diversificar os corpos sólidos é muito importante pois enriqueceu o corpo de conhecimento uma vez que abriu um leque de variáveis para a problematização do fenômeno;

- Da problematização: eu já havia aplicado o recurso da problematização, mas sem adotar a estratégia de descartar as variáveis não relevantes para focar em seguida nas variáveis relevantes que atuam no sistema.

Gostei dessa proposta, mas ficou a dúvida: no caso dos alunos das séries finais do ensino fundamental, o que fazer com os alunos que apenas conseguem focar nas partes concretas do sistema e não conseguem (re)construir ou organizar os conhecimentos e superar o aprendizado obtido pelo senso comum? Será que, para esses alunos, a apresentação do modelo e a problematização facilitaram? É verdade que há o 2º momento no qual o professor vai intervir ajudando-os a organizar o conhecimento por meio de esquemas gráficos. Mas, será que esses alunos irão superar a visão ingênua do senso comum?

Brasília, 18 de junho de 2019

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DO DISTRITO FEDERAL  
SUBSECRETARIA DE FORMAÇÃO CONTINUADA DOS PROFISSIONAIS DA  
EDUCAÇÃO

CURSO: Oficinas Colaborativas

FORMADOR: Gabriel Baudson Godoi

REGISTROS DO 3º ENCONTRO

Sistemas Físicos Apresentados

- Materiais sólidos: bexiga tipo balão de festa, pote de vidro, bandeja plástica, vela, agulha metálica, isqueiro;
- Material líquido: água e corante anilina;

Primeiro Modelo Físico Apresentado

- Bexiga com ar e uma vela em combustão.
- Fenômeno a estudar: o efeito ou a ação do calor sobre os materiais (bexiga com ar)?
- Resultado: a borracha da bexiga com ar é perfurada imediatamente.
- Problematização: Por que isso acontece? Por que a bexiga foi perfurada? E, se em vez de ar dentro do balão, fosse água? E se fosse areia, o que aconteceria com a bexiga? Que fator contribuiu para que a bexiga fosse perfurada?

Segundo Modelo Físico Apresentado

- Bexiga com água, uma vela e fósforo ou isqueiro.
- Fenômeno a estudar: o efeito ou a ação do calor sobre os materiais, nesse caso bexiga com água?
- Resultado: a borracha da bexiga não foi perfurada, mesmo sobre a chama mais forte do isqueiro.
- Problematização: Por que a bexiga com ar foi imediatamente perfurada e a bexiga com água, não? O que contribuiu para que a bexiga não fosse perfurada pela ação do calor?

- Avaliação: modelo físico prático e sua aplicação é viável para a situação de sala de aula.
- Conclusão: ainda não havia empregado esse sistema em sala de aula, mas certamente despertará interesse nos alunos os quais ficarão intrigados com o resultado e muitos irão querer dar alguma explicação o que provocará nos alunos saltos qualitativos na compreensão dos conceitos implícitos.

### Terceiro Modelo Físico Apresentado

- Materiais: vela, pote de vidro, bandeja plástica, água e corante anilina.
- Fenômeno: a ação da pressão atmosférica sobre os corpos e os efeitos da variação da mesma.
- Resultado: no instante em que a vela se apaga a água é sugada para dentro do pote de vidro.
- Problematização: Por que isso aconteceu? Por que a água subiu no interior do pote ficando em um nível mais alto do que a água que está fora? O que isso tem a ver com o fato da chama se apagar?
- Avaliação: modelo físico prático de fácil aquisição e viável de se aplicar em sala de aula, inclusive pode-se promover uma atividade de debate em grupo.
- Conclusão: eu já havia empregado esse modelo em sala de aula com alunos de 6º ano e o resultado foi positivo, principalmente no que se refere o provocar o interesse dos alunos. Isso contribuiu para a organização do conhecimento com a introdução de conceitos que auxiliam no letramento científico referente ao estudo da atmosfera terrestre.

### Terceiro Modelo Físico Apresentado

- Materiais: vela perfurada na metade de sua extensão, pino metálico, suportes, fonte de geração de fogo.
- Fenômeno: vela suspensa por um pino que atravessa seu centro da massa, ao queimar as extremidades entra em movimento à medida que a parafina se funde e cai.
- Resultado: a vela entra em movimentos semelhantes a uma gangorra devido aos sucessivos deslocamentos de seu centro de massa à medida que a parafina se funde e pinga.
- Problematização: Qual é a causa do movimento? Será o calor gerado pela chama? Será a espessura da vela? E se fosse outro material, o resultado seria o mesmo ou seria diferente? Quais variáveis são relevantes e quais não são relevantes?

- Avaliação: sistema físico de fácil aquisição e viável de ser aplicado em sala de aula. Com certeza

despertará interesse nos alunos e contribuirá com o aprendizado à medida que provoca desacomodação nos conhecimentos prévios dos mesmos.

- Conclusão: ainda não apliquei esse modelo em sala de aula com alunos de 6º ano devido aos conteúdos implícitos nesse modelo fazerem parte do programa curricular de outra série.

Brasília, 25 de junho de 2019

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DO DISTRITO FEDERAL  
SUBSECRETARIA DE FORMAÇÃO CONTINUADA DOS PROFISSIONAIS DA  
EDUCAÇÃO

CURSO: Oficinas Colaborativas

FORMADOR: Gabriel Baudson Godoi

#### REGISTROS DO 4º ENCONTRO

Na montagem dos Sistemas Físicos desse encontro empregou-se os seguintes materiais:

- Materiais sólidos: 01 pedaço de tubo de PVC, papel higiênico, 01 barra metálica, 01 bexiga de borracha,

01 pedaço de arame, bola de isopor, 01 pino metálico, 02 moedas, 01 disco digital, 01 lanterna de LED, 01 vela, fósforo, canudinho de plástico e açúcar;

- Materiais líquidos: água e detergente para fazer bolhas de sabão;

#### 1º Sistema Físico Apresentado

Na montagem do primeiro corpo de conhecimento em pregou-se os seguintes objetos ou materiais:

01 pedaço de tubo de PVC, papel higiênico, flanela de microfibra, canudinho de plástico e solução de água, detergente e açúcar.

Inicialmente atritou-se o tubo de PVC com papel higiênico, produziu-se bolhas com a solução de água, detergente e açúcar e imediatamente aproximou-se o tubo de PVC das bolhas. Resultado: o tubo de PVC atrai as bolhas de sabão possibilitando mantê-las suspensas no ar em um segundo momento, atritou-se o tubo de PVC com flanela de microfibra e repetiu-se os demais procedimentos.

Com esses objetos de conhecimentos interativos, nos foi apresentado a proposta de abordar o fenômeno da eletricidade a partir do atrito dos corpos.

#### Possível Problematização

E, se em vez do tubo de PVC fosse uma barra metálica o resultado será o mesmo ou será diferente?

E, se atritarmos o tubo de PVC com uma flanela de microfibra o resultado será o mesmo? Ou será diferente?

## Avaliação

O fenômeno da eletrização dos corpos eu já tinha apresentado em sala de aula, porém empregando outros materiais, como por exemplo um pente e cabelo ou um pente e tecidos sintéticos, que produzem resultados semelhantes. No entanto, ainda não havia experimentado outros tipos de materiais que não produzem esses resultados.

A aplicação da metodologia da problematização eu ainda não havia aplicado e, portanto, não conheço seus efeitos na melhoria do aprendizado. Sendo assim continuo na expectativa de que a mesma seja de elevada importância uma vez que se espera que estimule o raciocínio dos estudantes ao se surpreender com resultados diferentes produzidos com a mudança dos corpos ou objetos de conhecimento interativos.

## 2º Sistema Físico Apresentado

Continuando a demonstração da eletrização de objetos pelo atrito, montou-se um corpo de conhecimento com os seguintes materiais: bola de isopor, pino metálico, pedaço de arame, tubo de PVC e flanela de microfibra. Inicialmente fixou-se a pino metálico sobre a bola de isopor e sobre o pino apoiou-se um pedaço de arame, equilibrando-o. Em seguida atritou-se o tubo de PVC com a flanela de microfibra e o aproximou do arame apoiado sobre o pino, o que fez o mesmo girar acompanhando o movimento do tubo de PVC. Tal como no 1º sistema físico, entendi que a proposta é problematizar em cima de variáveis relevantes e não relevantes para então organizar o conhecimento e finalmente aplicar esse conhecimento. A aplicação dessa proposta em sala de aula é viável, principalmente porque os materiais são fáceis de serem adquiridos e empregados. Depois eletrizou-se o cano de PVC com para poder atrair uma bola de sabão. O professor fez uma comparação entre a força da gravidade e a força elétrica. Foi interessante pois pudemos ver que as duas se assemelham nas equações. Mas a experiência pode fazer muita bagunça e seria difícil controlar muitos alunos fazendo bolinhas de sabão e tentando equilibrar as bolinhas em sala. Além da bagunça, poderia ter muita sujeira e ser perigoso, já que o chão fica escorregado

Brasília, 02 de julho de 2019

## PROPOSIÇÃO DIDÁTICA PROFISSIONAL



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
Instituto de Ciências Biológicas  
Instituto de Física  
Instituto de Química  
Faculdade UnB Planaltina  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências  
Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências

OFICINAS COLABORATIVAS DE PRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA O  
ENSINO DE CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA

GABRIEL BAUDSON GODOI E SILVA

Proposição de ação profissional resultante da dissertação realizada sob a orientação do Prof.º Dr.º Cássio Costa Laranjeiras e apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências - Formação de professores - pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Brasília – DF

2019

## SUMÁRIO

<b>1 APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>3 OBJETO CIENTÍFICO INTERATIVO .....</b>	<b>5</b>
<b>4 OFICINAS COLABORATIVAS DE PRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....</b>	<b>8</b>
<b>5 SUGESTÃO DE APLICAÇÃO DE ALGUNS OCI.....</b>	<b>12</b>

## 1 Apresentação

Caríssimo professor(a),

A experimentação no ensino de ciências tem sido foco de muitas discussões que envolvem sempre muitos problemas como falta de laboratórios, tempo para o desenvolvimento de atividades científicas, deslocamento dos alunos da sala para o laboratório, dentre outros entraves à experimentação. No entanto, é notório que sem a dimensão empírica das ciências, nós professores, passamos a ser meros transmissores de informação, com pouco ou quase nenhum conhecimento científico, tendo em vista que a ciência, para ser ciência, necessita do caráter empírico.

Contudo, mesmo para aqueles professores que realizam experimentos no laboratório ou têm a oportunidade de trabalhar com experimentação em sala de aula, quando o fazem encontram uma série de dificuldades, seja no que tange o interesse dos alunos ou no que diz respeito à aprendizagem deles. Essas dificuldades não estão associadas a um único fator, mas por vezes, conseguimos identificar razões que explicam essas contrariedades: a não convergência entre a atividade de laboratório e as aulas teóricas, o caráter impositivo e limitador da experiência científica tradicional, isto é, o aluno não pode participar do experimento. O professor é o centro da experimentação científica e os alunos são meros espectadores. A verticalidade nas relações entre professor e aluno, e, por fim, a atividade experimental como mero instrumento de reprodução fenomenológica.

Diante de tantos óbices à realização da atividade experimental, o convidamos para conhecer nossa proposta didática profissional que tem como objetivo transformar as aulas clássicas de ciências em oficinas colaborativas de produção de material didático experimental. Com isso nossa expectativa é professor e alunos sejam partícipes em um processo de busca do conhecimento científico e possam juntos, de forma horizontal e dialógica utilizar os experimentos científicos, na forma de Objetos Científicos Interativos (OCI) para construir e alicerçar o conhecimento científico, assim cumprindo o papel da educação científica que é formar cidadãos iniciados cientificamente, que possam fazer uma leitura do mundo em que vivem sob a ótica da ciência e, assim possam transformá-lo.

Para nós, a transformação do mundo tem início na sala de aula, por isso o convocamos para que, juntos, possamos iniciar essa transformação.

Nas próximas páginas você vai encontrar uma estratégia metodológica que denominamos Oficinas Colaborativas para a Produção de Material Didático para o

Ensino de Ciências. Esse material didático se encontra na forma de Objeto Científico Interativo e possui uma série de características que serão exploradas a seguir.

Ao final dessa proposição didática, disponibilizamos uma série de OCI que têm como objetivo ajudá-lo a inserir as Oficinas Colaborativas na sua prática diária. Mas estamos certos que, ao abraçar essa nova metodologia, em pouco tempo, professor e alunos estarão aptos a construir e sugerir novos OCI em uma busca incessante pelo conhecimento científico.

## 2 Introdução

As Oficinas Colaborativas para a Produção de material didático para o Ensino de Ciências surgiram como uma possibilidade metodológica de ação para uma significativa melhoria no ensino de ciências.

Partimos do pressuposto que para haver efetivo conhecimento científico, é necessário que os alunos saibam operar com o conhecimento que eles possuem sobre determinado fato científico, ou seja, se o aluno, ou professor não puderem aplicar a ciência na resolução de situações do cotidiano, observar fenômenos do dia-a-dia e interpretá-los de forma científica, ou ainda tomar decisões importantes sobre seu futuro com consciência pautada no seu conhecimento científico, não há, de fato o conhecimento, mas um conjunto de informações que não têm serventia, a não ser fazer uma prova.

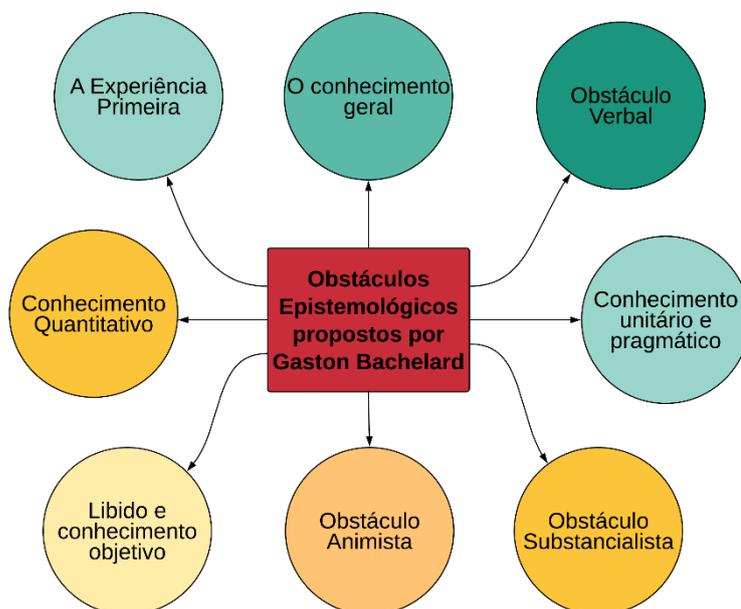
Portanto, usar o formato de oficinas colaborativas nos propicia uma convergência entre dois referenciais teóricos caros à transformação do mundo e à forma de pensar, de conhecer. São eles: Paulo Freire e Gaston Bachelard.

Paulo Freire, com sua pedagogia dialógica, pautada no amor e no diálogo, é fundamental para referendar a educação para a prática da liberdade. Qual seria a maior demonstração de liberdade do que pensar por conta própria? Exercer sua cidadania efetivamente com base nos seus conhecimentos? Saber reconhecer e valorizar sua história e, ao mesmo tempo ter consciência de que não há limites para o futuro? Para nós, o conhecimento é sinônimo de liberdade, é sinônimo de autonomia, é sinônimo de prosperidade. Por isso, Paulo Freire é tido como nosso principal referencial teórico quando nos referimos à forma de ensinar.

Já Gaston Bachelard, nos guia na sobre como se dá o conhecimento científico, trata sobre a episteme científica. Para Bachelard, um conhecimento só se dá contra um outro conhecimento que não está bem constituído. Isto é, só superando esse conhecimento anterior, há a possibilidade fundamentação de um novo conhecimento. E para que haja a superação desse conhecimento é necessário romper o que ele denomina obstáculo à aprendizagem ou obstáculo epistemológico.

Existem diversos obstáculos epistemológicos, que podem resumidamente, ser observados na figura abaixo.

Figura 6 - Obstáculos epistemológicos de Gaston



Fonte: elaborado pelo autor

Por tanto, para que tenhamos um novo conhecimento, Bachelard afirma que os obstáculos epistemológicos devem ser identificados e então superados. Para tal devemos investir, como explica Bachelard, na formulação de problemas. “Para espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente, nada é gratuito. Tudo é construído” (BACHELARD, 1996, p. 18)

Nessa perspectiva, iremos utilizar o formato de oficinas colaborativas formatadas criando uma convergência entre as teorias de Freire e Bachelard, no intuito de desenvolver OCI que serão experimentos específicos pensados para identificar os obstáculos à aprendizagem dos alunos. Os OCI serão pensados, desenhados e construídos sob a perspectiva freireana da pedagogia para a liberdade. Com isso, o aluno se torna sujeito cognoscente do processo ensino aprendizagem, sendo protagonista na edificação do seu próprio conhecimento.

No próximo capítulo iremos propor uma sequência didática para a implementação das Oficinas colaborativas, com base em uma matriz didático pedagógica que nos permitirá explorar da melhor forma possível os OCI. Também utilizaremos a proposta dos três momentos pedagógicos para auxiliar o professor na execução das atividades experimentais, dividindo o tempo de aula em três momentos essenciais para a efetiva exploração e aplicação dos OCI.

### 3 Objeto Científico Interativo

Os Objetos Científicos Interativos são objetos que têm propósitos didático-pedagógicos científicos em todas as etapas de concepção, construção e utilização. Isso porque todas essas etapas abarcam o que consideramos ser as dimensões fundamentais dos OCI: Dialogicidade, Ludicidade e Interatividade. Esses atributos inerentes aos OCI proporcionam às aulas de Ciências uma maior interação dos alunos entre si, com o professor e com o conteúdo abordado em sala de aula. Essa interação pode ser uma ótima ferramenta para aguçar o espírito investigativo, despertar a curiosidade dos alunos, buscando soluções científicas para os problemas cotidianos, oriundos de suas demandas.

Em sua concepção conceitual, os OCI são estruturados em três elementos básicos que coordenados dão suas formas e características. São eles:

O **Objeto** se constitui no elemento sobre o qual, ou a partir do qual, os fenômenos ocorrem, corporificando-se por meio de uma base material, que se apresenta na forma de equipamentos, protótipos, instalações artísticas, minerais, fósseis, vegetais, animais e outros, ou uma associação destes. (LARANJEIRAS; PORTELA; RIBEIRO, 2018, p. 2201-4)

O Objeto, em se tratando de OCI não está limitado ao experimento científico, é abrangido por toda estrutura material que possa representar o fenômeno científico que se pretenda explorar. Isso significa que o professor não precisa estar limitado à existência de laboratórios na escola, com a disponibilidade de equipamentos específicos ou insumos de difícil aquisição.

Para descrever e caracterizar o objeto, em um OCI, não há a necessidade do conhecimento científico, ou seja, qualquer pessoa é capaz de descrever o objeto que será utilizado como OCI pois nele consta apenas a base material, que sozinho não representa nada além da descrição exata da sua *causa materia*<sup>21</sup>. Nesse sentido, a concepção de um OCI pode se dar partindo de qualquer objeto, libertando os participantes do processo ensino-aprendizagem das amarras impostas pela experimentação em laboratórios de ciências e que causam tantos óbices à implementação da experimentação em sala de aula. Uma outra característica

---

<sup>21</sup> Causa é, tudo aquilo que determina a constituição e a natureza de um ser ou de um fenômeno. Para Aristóteles a causa se reduz à essência, à forma, à realização do fim, pois é a busca da causa que define a verdadeira ciência. Ele enumera as quatro causas: material, formal, eficiente e final. Ex.: no caso de uma estátua, a causa material é a matéria da qual ela é feita (bronze, mármore). (JAPIASSÚ e MARCONDES, 2001, p. 34)

importante dos OCI é a possibilidade de diversificação de experimentos dentro de um mesmo eixo temático. Quando a escola ou o professor investem quantidade significativa em experimentos laboratoriais, há, necessariamente, uma obrigação de utilizar os mesmos experimentos todos os anos, da mesma forma, engessando o professor e contribuindo para a falta de interesse dos alunos, que repetidas vezes vivenciam a mesma aula, com os mesmos experimentos.

Assim, os OCI contribuem para a diversificação de experimentos que podem ser utilizados em sala de aula, sem vínculos ou amarras. Também contribui para o contínuo desenvolvimento do professor que terá a responsabilidade de utilizar seus conhecimentos científicos para identificar, no seu dia-a-dia, objetos que associados a um fenômeno e contexto sejam um potencial OCI.

O **Fenômeno** por sua vez, mais do que simples base material, incorpora e reivindica uma “leitura” que explicita diferentes conexões de um dado evento no tempo. No entanto a relação Objeto-Fenômeno não ocorre no vazio, o que faz com que seja necessário explicitar um **Contexto** capaz de abrigar e ao mesmo tempo traduzir a relação Objeto-Fenômeno, conferindo a esta última um sentido. (LARANJEIRAS; PORTELA; RIBEIRO, 2018, p. 2201-4).

O fenômeno perpassa a figura material do objeto, agora, conferindo a esse, uma leitura sobre objeto. Não será suficiente a simples descrição da base material. Para compreender o fenômeno é necessária uma interpretação científica, uma compreensão mais apurada sobre o que está sendo visualizado dentro do contexto, para então, dar sentido ao OCI. A figura ilustra como é estruturado o OCI com base nos conceitos de objeto, fenômeno e contexto.

Figura 7 - Concepção dos OCI com base nos seus elementos constitutivos.



#### **4 Oficinas colaborativas de produção de material didático para o ensino de ciências: uma sequência didática**

As oficinas colaborativas foram pensadas para propiciar ao professor a oportunidade de transformar a sala de aula em um ambiente de aprendizagem e com a metodologia aplicada criar situações de aprendizagem.

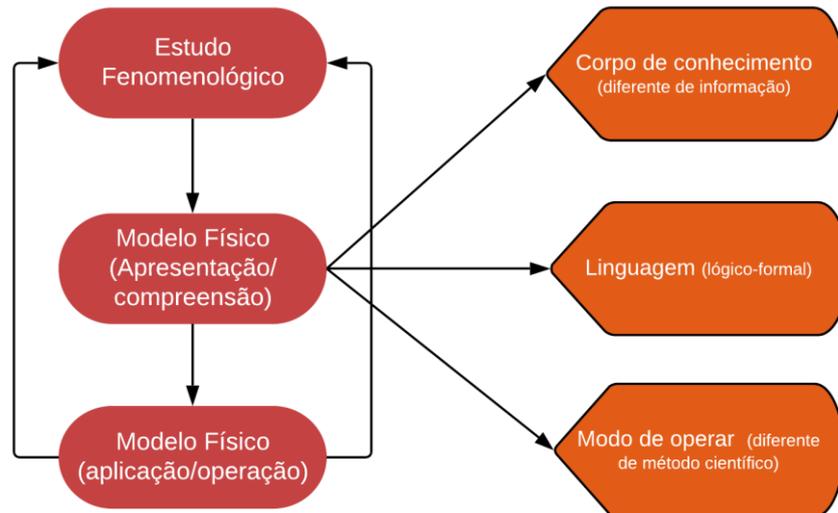
Estabelecer um ambiente de aprendizagem é importante para que o professor possa promover o estímulo à curiosidade, ao espírito de investigação, fomentar o engajamento dos alunos com o ambiente científico fazendo-o sentir pertencente ao local onde ele se encontra e assim fomentando a co-operação entre os sujeitos da atividade desenvolvida. Já as situações de aprendizagem envolvem estimular os alunos com desafios intelectuais, proporcionar o prazer de buscar um conhecimento e, conseqüentemente, despertando a paixão pelo aprender. Assim, o professor será uma designer da sua sala de aula, desenhando e coordenando processos pedagógicos.

Iniciamos a oficina com a escolha de um fenômeno que esteja em consonância com os conteúdos e objetivos do currículo em movimento e assim, o professor poderá idealizar um OCI. Assim, o professor poderá preparar a sala de aula para a construção do OCI. Essa prática nem sempre é viável, no entanto, se o professor tiver dificuldades em estabelecer uma prática de concepção e fabricação do OCI, inicialmente, até dominar a nova práxis pedagógica, poderá levar o OCI pronto. No entanto ressaltamos a importância de preservar as dimensões de interatividade, isto é, os alunos serão protagonistas do processo.

Para o professor planejar a inserção das oficinas na sua rotina de sala de aula, sugerimos a aplicação de uma Matriz Didático-Pedagógica (MDP) representada na figura abaixo.

## Matriz Didático-Pedagógica

Gabriel Baudson | June 18, 2019



Fonte: elaborado pelo autor

Iniciaremos a aplicação da nossa matriz pelo estudo fenomenológico, isto é, o estudo do fenômeno que pretendemos compreender. Esse fenômeno será observado através do OCI utilizado em sala de aula.

A primeira etapa do estudo fenomenológico é a problematização, ou seja, o estudo das variáveis relevantes e das não-relevantes no estudo. A importância de conhecer as variáveis relevantes e não-relevantes é que poderemos focar no que realmente importa para o entendimento do fenômeno. Caso o foco esteja em uma variável que não tem relevância para o estudo do fenômeno, não haverá aprendizagem pois o fenômeno não poderá ser compreendido completamente. Então, cabe ao professor, nas primeiras oficinas, questionar sobre as variáveis do sistema. Em pouco tempo, os alunos farão seus próprios questionamentos. Fazer perguntas é um comportamento que deve ser incentivado.

Os questionamentos também são importantes para que o professor possa identificar os obstáculos epistemológicos. E, a partir do momento que identificá-los, poderá usar do OCI para poder superá-los e transpor um novo conhecimento.

Esgotado o estudo fenomenológico, partiremos para a apresentação e compreensão do modelo físico. Esse momento se pareceria muito com uma aula “tradicional” se não fosse pelo fato de que os alunos, na etapa de problematização do

fenômeno, superaram muitos dos obstáculos à aprendizagem. Nesse momento eles não receberão mais uma informação, mas terão um corpo de conhecimento, se adequarão à linguagem formal (matemática ou não) efetivando o letramento científico e, por fim, serão capazes de operar com os signos científicos, que poderão ser gráficos, equações ou problemas.

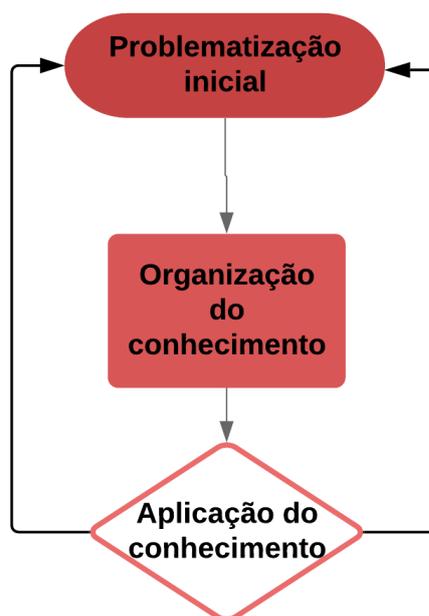
Por fim, o OCI utilizado estará no passado, pois professor e aluno utilizarão do modelo científico para operar o mundo, com o mundo e aplicar à sua realidade, abandonando o experimento inicial e projetando novos OCI, o que, ao nosso ver, caracteriza a iniciação à ciência.

Consideramos a MDP como um elemento de extrema importância dentro da oficina colaborativa pois ela estabelece uma sequência de eventos importantes para o estudo dos OCI.

Os 3 momentos pedagógicos se unem à MDP estabelecendo critérios formais para o desenvolvimento dos OCI, que envolvem o limite de tempo, número de aulas, disponíveis, adequação ao currículo em movimento, dentre outros fatores organizacionais. O planejamento estratégico deverá levar em consideração a MDP associada aos 3MP.

Figura 9 - Três momentos Pedagógicos

Gabriel Baudson | May 10, 2019



Fonte: Elaborado pelo autor

A utilização dos 3MP nos ajuda a organizar o espaço-tempo pedagógico, de acordo com o OCI escolhido para a aplicação. Por vezes, em uma aula de 50 minutos, o estudo fenomenológico terá duração de 15 minutos, com 20 minutos para a apresentação e compreensão do modelo físico e mais 15 minutos para a aplicação e operação do modelo físico. Quem irá determinar a MDP em função dos 3MP é o professor.

## **5 Sugestão de aplicação de alguns OCI**

A seguir iremos sugerir alguns Objetos Científicos Interativos para que o professor possa ter uma referência de como trabalhar os OCI em sala de aula. Inicialmente o professor irá encaminhar os questionamentos fazendo as perguntas aos alunos. No entanto, acreditamos, que com a prática de sempre questionar, em pouco tempo os alunos farão as perguntas e serão protagonistas nas investigações e poderão assumir a realização dos OCI. Esse é o desenvolvimento do espírito científico. A busca pela iniciação à ciência com a formação de estudantes que buscam o conhecimento, questionando, identificando e rompendo os obstáculos à sua aprendizagem. Esperamos que os OCI sejam mediadores do diálogo entre professor e alunos em busca de fazer do uso da ciência um hábito, que a leitura do mundo com um olhar científico seja parte do cotidiano dos professores e alunos.

Dessa forma é necessário que o professor faça das oficinas um ambiente de diálogo que propicie a liberdade para aprender, questionar, para acertar e errar, sem represálias, sem impor barreiras tampouco obstáculos à aprendizagem dos alunos. Por isso insistimos que o uso isolado dos OCI, sem um fazer pedagógico que propicie o diálogo, uma relação horizontal entre professores e alunos, poderá se tornar apenas mais um experimento científico tradicional, sem alcançar os objetivos propostos nesse trabalho de mestrado.

Por fim, estando o professor familiarizado com a proposta metodológica que sugerimos nessa obra, será capaz de propor, de acordo com seus objetivos, conhecimento e experiências, novos OCI e construir uma rotina experimental em sala de aula. Isto é, esse material tem a intenção de auxiliar o professor com uma pequena introdução ao mundo dos OCI, capacitando-o para desenvolver sua autonomia em criar os próprios experimentos e também compartilhá-los com outros professores. O conceito do colaborativo poderá, no futuro, ser responsável por uma grande rede colaborativa de professores que têm interesse mútuo em aprender e ensinar cada vez melhor.

# O MISTÉRIO DA BEXIGA

## OBJETO CIENTÍFICO INTERATIVO

---

### ● APRESENTAÇÃO

Prezado Professor,

Daremos início ao trabalho com o objeto científico interativo que denominamos: O mistério da bexiga.

Iremos detalhar o experimento, elencando todas as características conceptivas dos OCI e em seguida iremos lista todos os conteúdos e objetivos do Currículo em Movimento da Secretaria de Educação do DF que poderão ser abordados nesse OCI. Faremos, então uma descrição de como realizar o experimento e daremos como sugestão várias opções para explorar as variáveis relevantes do experimento.

### ● O EXPERIMENTO

Material utilizado: bexigas de balão, água, areia, óleo, vela e isqueiro.

Inicialmente iremos encher um balão de ar e amarrá-lo. Em seguida vamos perguntar aos alunos o que acontecerá caso coloquemos o balão sobre a chama da vela. Os alunos irão dar suas opiniões e em seguida o professor realizará a experiência.

Após primeira etapa, a equipe (professores e alunos) encherão balões de água e será iniciada uma segunda rodada de questionamentos: e agora, o que irá acontecer se colocarmos o balão sobre a chama?

Ao perceber que a bexiga não estoura, estaremos diante da ruptura de um obstáculo epistemológico. Antes de mostrar o novo conhecimento, é importante explorar ao máximo as variáveis que são ou não relevantes para o fenômeno. Faremos isso com algumas investigações: se mudarmos a fonte de calor (isqueiro, massarico, ou boca do fogão) o fenômeno é alterado, isto é, o balão vai estourar? Quando o balão irá estourar? Se, ao invés de água, tivesse areia dentro do balão, ele estouraria (fazer o experimento)? Se colocássemos óleo ao invés de água, ele estouraria?

Essa e outras investigações darão subsídios para que o professor identifique e sobreponha os obstáculos epistemológicos, podendo, a partir de então, apresentar o modelo físico que traz os conceitos e as formulações sobre o conteúdo a ser trabalhado.

Por fim, após a formalização do conhecimento, o professor poderá guiar os alunos na aplicação do conhecimento adquirido explorando diversos outros fenômenos que, agora, podem ser cientificamente “lidos” pelos alunos, dando autonomia para que possam operar o mundo com olhar científico.

Fotografia 23 OCI bexiga com ar.



Fotografia 24 OCI bexiga com água.



## ● CURRÍCULO EM MOVIMENTO

Abaixo listaremos alguns objetivos e conteúdos do Currículo em movimento da Secretaria de Educação do Distrito Federal para orientar o professor na contextualização do OCI com a matéria que está sendo dada em sala de aula.

Objetivos:

6º ano:

- Discutir as propriedades específicas da matéria como densidade, temperatura de fusão e ebulição nos processos de separação de misturas como aplicados na produção de sal de cozinha e a destilação do petróleo.

7º ano:

- Diferenciar temperatura, calor e sensação térmica acompanhando como a temperatura de um corpo varia em diferentes situações.
- Realizar experimentos controlados que induzam a ideia de que há trocas de calor entre corpos, como, por exemplo, entre gelo e suco numa caixa de isopor.
- Concluir que objetos com diferentes temperaturas, num ambiente termicamente isolado trocam calor entre si até atingir a mesma temperatura (equilíbrio térmico).
- Realizar experimentos controlados que permitam classificar quais materiais são melhores condutores de calor e quais são melhores isolantes e justificar suas aplicações cotidianas.

8º ano:

- Reconhecer as diferentes fontes de energia utilizadas nas residências e cidades.
- Classificar fontes de energia em renováveis e não renováveis.

9º ano:

- Apontar situações do cotidiano em que as mudanças de estados físicos de materiais podem ter impacto significativo
- Discutir mudanças de estado físico da matéria, identificando as variáveis envolvidas nesses processos.

Conteúdos:

6º ano:

- Propriedades específicas da matéria: densidade; temperatura de fusão e ebulição.

7º ano:

- Temperatura, calor e sensação térmica.
- Trocas de calor.
- Equilíbrio térmico.
- Condutores e isolantes de calor.
- Formas de propagação de calor.

8º ano:

- Fontes e tipos de energia
- Energia renovável e não renovável

9º ano:

- Estrutura da matéria
- Modelo de constituição da matéria
- Ligações químicas
- Elementos químicos
- Modelos de estrutura da matéria.

# DANÇA DAS CORES

## OBJETO CIENTÍFICO INTERATIVO

---

### ● APRESENTAÇÃO

Prezado Professor,

Daremos início ao trabalho com o objeto científico interativo que denominamos: Dança das cores.

Iremos detalhar o experimento, elencando todas as características conceptivas dos OCI e em seguida iremos listar todos os conteúdos e objetivos do Currículo em Movimento da Secretaria de Educação do DF que poderão ser abordados nesse OCI. Faremos, então uma descrição de como realizar o experimento e daremos como sugestão várias opções para explorar as variáveis relevantes do experimento.

### ● ○ EXPERIMENTO

Material utilizado: recipiente retangular raso, leite integral, corantes de alimento (3 ou mais cores) e detergente líquido.

Vamos colocar o leite no recipiente e em seguida pingar algumas gotas de corante em diversas localidades da superfície do leite. Assim, poderemos dar início ao estudo do OCI fazendo alguns questionamentos: porque o corante não afunda no leite? Porque o corante não se mistura no leite? O que acontecerá se pingarmos uma gota de detergente na superfície do leite?

Após realizar o experimento, pingando a gota de detergente na superfície do leite, os corantes irão se misturar realizando uma verdadeira “dança”. Ao observar o fenômeno, alunos e professores terão a oportunidade de realizar mais alguns questionamentos, por exemplo: porque a dança das cores aconteceu? Ao colocar mais detergente a movimentação das cores aumenta ou diminui? Se usarmos leite desnatado ao invés de leite integral, há mudanças? Esse experimento poderia ser realizado com água ao invés de leite? O professor pode orientar os alunos a investigar todas essas variáveis e ir, a cada passo, identificando e rompendo com os obstáculos epistemológicos. Assim, quando se exaurirem as investigações, o professor poderá apresentar o corpo de conhecimento, mostrando os princípios físicos

e químicos que compõe o fenômeno. Então, poderão explorar outros OCI (clips flutuante ou barco da papel)ou fazer uma leitura do cotidiano dos alunos para encontrar e reconhecer a importância dos conhecimentos adquiridos para o dia-a-dia.

Fotografia 25 OCI dança das cores - Antes



Fotografia 26 OCI Dança das cores - Depois



## ● CURRÍCULO EM MOVIMENTO

Abaixo listaremos alguns objetivos e conteúdos do Currículo em movimento da Secretaria de Educação do Distrito Federal para orientar o professor na contextualização do OCI com a matéria que está sendo dada em sala de aula.

Objetivos:

6º ano:

- Identificar a presença de substâncias puras e misturas no cotidiano, a partir de suas características macroscópicas.
- Nomear algumas substâncias comuns e reconhecer que são formadas por elementos químicos.

9º ano:

- Identifica nas situações cotidianas as transformações que ocorrem na natureza, nas fábricas, nos veículos, no nosso corpo, relacionando-as aos diferentes tipos de reações químicas.

Conteúdos:

6º ano:

- Substâncias puras e misturas.
- Misturas homogêneas e heterogêneas.

9º ano:

- Estrutura da matéria.
- Modelo de constituição da matéria.
- Ligações químicas.

# A TORRE DE ÁGUA

## OBJETO CIENTÍFICO INTERATIVO

---

- APRESENTAÇÃO

Prezado Professor,

Daremos início ao trabalho com o objeto científico interativo que denominamos: Torre de água.

Iremos detalhar o experimento, elencando todas as características conceptivas dos OCI e em seguida iremos lista todos os conteúdos e objetivos do Currículo em Movimento da Secretaria de Educação do DF que poderão ser abordados nesse OCI. Faremos, então uma descrição de como realizar o experimento e daremos como sugestão várias opções para explorar as variáveis relevantes do experimento.

- O EXPERIMENTO

Material utilizado: recipiente retangular com água colorida, vela, fósforo, copo alto ou garrafa.

Inicialmente iremos colocar a vela dentro do recipiente com água, como mostra a imagem abaixo.

Fotografia 27 OCI Torre de água - Antes

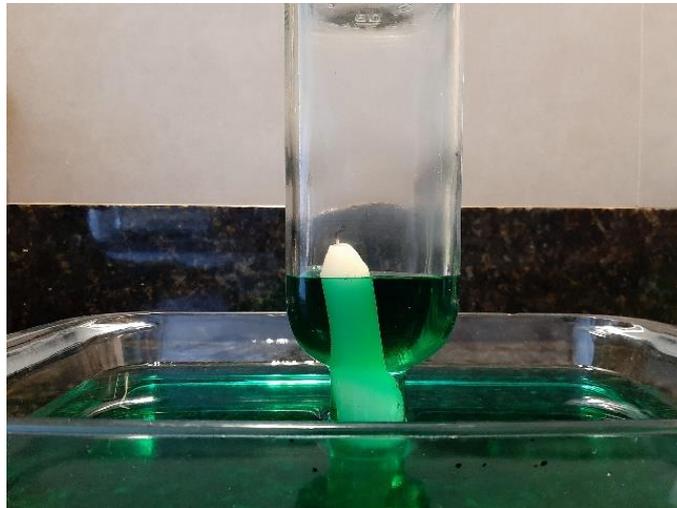


O professor poderá explorar algumas variáveis do sistema questionando os alunos sobre as características da chama da vela, porque o pavil está pegando fogo, de que o fogo se “alimenta”, o que é produzido quando o fogo consome esse “alimento”.

Então emborcaremos a garrafa ou copo alto por cima da vela e esperaremos para ver o que acontece, como mostra a figura abaixo.

Então poderemos explorar o OCI perguntando aos alunos: o que vocês visualizaram? Conseguiram observar que aconteceram duas coisa? Quais foram (a vela apagar e a água subir).

Fotografia 28 OCI Torre de água - Depois



O que aconteceu primeiro? A água subir está relacionado a vela apagar? Quais seriam as relações? Se mudarmos a cor da água o experimento acontecerá da mesma forma? Como poderíamos fazer para que a coluna de água fosse maior que essa? Se aquecermos a água, a coluna sobe ou desce?

Após explorar essas variáveis, o professor poderá apresentar o modelo físico ou químico envolvidos no experimento, mostrando o corpo de conhecimento e toda formalização necessária para o entendimento claro do fenômeno estudado.

Então, com o novo conhecimento estruturado, professor e alunos poderão procurar fazer uma leitura do mundo a sua volta para então operar com o conhecimento científico adquirido. Seja na identificação de novos fenômenos que ocorrem no dia-a-dia, na resolução de problemas do cotidiano que envolvem os conceitos estudados.

## ● CURRÍCULO EM MOVIMENTO

Abaixo listaremos alguns objetivos e conteúdos do Currículo em movimento da Secretaria de Educação do Distrito Federal para orientar o professor na contextualização do OCI com a matéria que está sendo dada em sala de aula.

Objetivos:

6º ano:

- Discutir propriedades específicas da matéria como densidade, temperatura de fusão e ebulição nos processos de separação.
- Identificar, caracterizar e indicar a composição das diferentes camadas que estruturam a geosfera, a hidrosfera e a atmosfera da Terra.

7º ano:

- Propor modelos para ilustrar os efeitos dos fatores físicos e naturais no ambiente.
- Diferenciar temperatura, calor e sensação térmica acompanhando como a temperatura de um corpo varia em diferentes situações.
- Realizar experimentos controlados que induzam a ideia de que há trocas de calor entre corpos, como, por exemplo, entre gelo e suco numa caixa de isopor.
- Concluir que objetos com diferentes temperaturas, num ambiente termicamente isolado trocam calor entre si até atingir a mesma temperatura (equilíbrio térmico).
- Realizar experimentos controlados que permitam classificar quais materiais são melhores condutores de calor e quais são melhores isolantes e justificar suas aplicações cotidianas.

8º ano:

- Monitorar o clima local utilizando equipamentos como termômetros, hidrômetros, pluviômetros, barômetros, etc.
- Conhecer as principais variáveis envolvidas na previsão do tempo como temperatura, pressão e umidade do ar.
- Simular situações e ambientes nos quais essas variáveis possam ser medidas.

Conteúdos:

6º ano:

- Propriedades específicas da matéria.

- Camadas que estruturam a Terra e suas características: atmosfera.

7º ano:

- Características físicas e fatores ambientais dos biomas brasileiros e mundiais.
- Componentes físicos, biológicos e sociais dos ecossistemas.
- Interação entre os componentes físicos biológicos e sociais dos ecossistemas.
- Atmosfera terrestre.
- Temperatura, calor e sensação térmica.
- Trocas de calor.
- Equilíbrio térmico.
- Condutores e isolantes de calor.
- Formas de propagação de calor.

8º ano:

- Variáveis envolvidas na previsão do tempo: pressão atmosférica.

9º ano:

- Estrutura da matéria
- Modelo de constituição da matéria
- Ligações químicas
- Elementos químicos
- Modelos de estrutura da matéria.

# O DESAFIO DO COPO COM ÁGUA

## OBJETO CIENTÍFICO INTERATIVO

---

### ● APRESENTAÇÃO

Prezado Professor,

Daremos início ao trabalho com o objeto científico interativo que denominamos: o desafio do copo com água.

Iremos detalhar o experimento, elencando todas as características conceptivas dos OCI e em seguida iremos lista todos os conteúdos e objetivos do Currículo em Movimento da Secretaria de Educação do DF que poderão ser abordados nesse OCI. Faremos, então uma descrição de como realizar o experimento e daremos como sugestão várias opções para explorar as variáveis relevantes do experimento.

### ● O EXPERIMENTO

Material utilizado: copos de diferentes alturas e diâmetros, corantes (para efeito visual), água, óleo, refrigerante, papeel, saco plástico e cartão de plástico.

Inicialmente iremos encher o menor copo de água e colocar sobre o copo um pedaço de papel que cubra completamente a boca do copo. O professor poderá perguntar aos alunos o que eles acham que vai acontecer caso o professor vire o copo de cabeça para baixo. Após a manifestação dos alunos com as respostas devidamente anotadas, o professor realiza o experimento. Nesse momento, muitos obstáculos epistemológicos deixarão de existir e o professor poderá explorar as variáveis relevantes e não relevantes com questionamentos tais:

- Ao mudarmos o diâmetro da boca do copo, o fenômeno se altera?
- Ao mudarmos a altura do copo o fenômeno muda? (Observar a existência de obstáculos epistemológicos)
- Ao utilizar um plástico (sacola plástica) o fenômeno se conserva?
- Ao mudar a cor da água, mudaríamos o fenômeno?

(esse seria o momento de apresentar o corpo de conhecimento, ou conteúdo científico relacionado à pressão atmosférica: princípio de Stevin e experimento de Torricelli, para continuar a explorar o OCl).

- Se colocarmos detergente na água e misturarmos, o experimento funcionará?
- Poderíamos realizar o experimento com óleo de cozinha?
- E se usarmos refrigerantes?

(essa investigação já é suficiente para introduzir os conceitos de pontes de hidrogênio e tensão superficial da água).

A seguir temos algumas ilustrações de como realizar o OCl:

Fotografia 29 OCl o desafio do copo



Fotografia 30 Exemplos de recipientes que pode ser utilizados no OCl



Podemos observar a utilização de copos de diversos tamanhos, diâmetros e alturas.

A Utilização do OCI é parte de um processo metodológico que envolve a participação ativa dos alunos no intuito de despertar a curiosidade e romper os obstáculos à aprendizagem, facilitando a abordagem científica formal, isto é, os modelos científicos envolvidos na realização do OCI.

## ● CURRÍCULO EM MOVIMENTO

Abaixo listaremos alguns objetivos e conteúdos do Currículo em movimento da Secretaria de Educação do Distrito Federal para orientar o professor na contextualização do OCI com a matéria que está sendo dada em sala de aula.

Objetivos:

6º ano:

- Discutir propriedades específicas da matéria como densidade, temperatura de fusão e ebulição nos processos de separação.
- Identificar, caracterizar e indicar a composição das diferentes camadas que estruturam a geosfera, a hidrosfera e a atmosfera da Terra.
- 7º ano:
- Propor modelos para ilustrar os efeitos dos fatores físicos e naturais no ambiente.
- 8º ano:
- Monitorar o clima local utilizando equipamentos como termômetros, hidrômetros, pluviômetros, barômetros, etc.
- Conhecer as principais variáveis envolvidas na previsão do tempo como temperatura, pressão e umidade do ar.
- Simular situações e ambientes nos quais essas variáveis possam ser medidas.

Conteúdos:

6º ano:

- Propriedades específicas da matéria.
- Camadas que estruturam a Terra e suas características: atmosfera.
- 7º ano:
- Características físicas e fatores ambientais dos biomas brasileiros e mundiais.
- Componentes físicos, biológicos e sociais dos ecossistemas.
- Interação entre os componentes físicos biológicos e sociais dos ecossistemas.
- Atmosfera terrestre.

8º ano:

- Variáveis envolvidas na previsão do tempo: pressão atmosférica.

9º ano:

- Estrutura da matéria.
- Modelo de constituição da matéria.
- Ligações químicas.
- Elementos químicos.
- Modelos de estrutura da matéria

