

## **O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E A APRENDIZAGEM COLABORATIVA: O MAPEAMENTO DAS LINHAS DE CAMPO COMO ELEMENTO DE PROBLEMATIZAÇÃO**

### **INQUIRY – BASED TEACHING AND COLLABORATIVE LEARNING: THE MAPPING OF THE FIELD LINES AS A PROBLEMATIZATION ELEMENT**

**Robson Vieira<sup>1</sup>, Brenner Railbolt<sup>2</sup>, Roberto Cruz-Hastenreiter<sup>3</sup>, Flavio Rodrigues<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>UNIRIO/SESI-RJ, [vieira-robson@hotmail.com](mailto:vieira-robson@hotmail.com)

<sup>2</sup>UNIRIO, [brailbolt@gmail.com](mailto:brailbolt@gmail.com)

<sup>3</sup>IFRJ/UNIRIO, [roberto.cruz@ifrj.edu.br](mailto:roberto.cruz@ifrj.edu.br)

<sup>4</sup>FRJ/UNIRIO, [flavio.rodigues@ifrj.edu.br](mailto:flavio.rodigues@ifrj.edu.br)

#### **Resumo**

A relação entre Atividades Experimentais (AE) e a aprendizagem de conceitos físicos tem ganhado cada vez mais espaço nas pesquisas em Ensino de Física. O presente trabalho se insere no referido contexto e busca contribuir com reflexões a esse respeito. Fundamentalmente, apresentamos uma proposta metodológica para a construção de atividades que coloquem os alunos em posição ativa na resolução de situações problema, baseada no Ensino por Investigação (EI). Como ensaio empírico, propomos a realização de um experimento de baixo custo que apresenta conceitos de eletricidade como o campo elétrico e o potencial elétrico. A referida atividade foi aplicada em três turmas, correspondente a um total de 70 alunos, de Ensino Técnico Integrado ao Ensino Médio de uma instituição privada de ensino. Os alunos trabalharam em grupos e as atividades foram pensadas de forma que as questões levantadas permitissem a eles: elaborar o plano de trabalho; levantar hipóteses e discuti-las no âmbito do grupo, e em seguida com toda a turma; e sistematizar seus modelos explicativos. Foram registrados em áudio os diálogos internos aos grupos, assim como a discussão entre os grupos. Os diálogos transcritos foram categorizados, e em seguida analisados a partir da análise de conteúdo. Como resultado apresentamos a elaboração de 12 categorias distribuídas em três dimensões (conceitual, epistemológica e social), assim como buscamos analisar de que forma as referidas categorias podem evidenciar práticas epistêmicas.

**Palavras-chave:** Ensino de Física, Atividades Experimentais, Aprendizagem Colaborativa, Ensino por Investigação.

#### **Abstract**

The relationship between Experimental Activities (EA) and the physics concepts learning has been more and more present in Physics Teaching researches. The present work is inserted in this context and aims to contribute with some reflections.

In addition to the conceptual dimension, we expected that the experimental activities incorporate the epistemological and social dimensions. Fundamentally, we present a methodological proposal for the construction of activities that put the students in active position in the resolution of problem-based situations, based in the inquiry based-teaching. As an empirical study, we propose to perform a low-cost experiment that presents concepts of electricity such as the electric field and the electric potential. This activity was carried out in three classes, corresponding to a total of 70 students, from a private Vocation-Technical School. The students worked together and the activities were designed in such a way that the issues raised allowed them: to elaborate the work plan; hypothesis formulation and discuss them within the group and then with the whole class; and systematize their explanatory models. The dialogues into the groups were recorded in audio, as well as the discussion between the groups. The transcribed dialogues were categorized, and then analyzed from the content analysis. Finally we present the formulation of 12 categories allocated into three dimensional (conceptual, epistemological and social), and how this categories evidence epistemic practices.

**Keywords:** Physics Teaching, Experimental Activity, Collaborative Learning, Inquiry-based Teaching.

## INTRODUÇÃO

A utilização de atividades experimentais no currículo das disciplinas científicas tem sido o centro de grandes discussões entre professores e pesquisadores da área do Ensino de Ciências (SARAIVA-NEVES et al., 2006; MATOS e MORAIS 2004; HODSON 2000).

Entendemos, contudo, que diferentes modalidades de experimentação privilegiam diferentes objetivos educacionais. Em nossa perspectiva, os alunos devem entender que a atividade científica é uma atividade complexa e construída socialmente. Destacamos que essa compreensão pode ser atingida a partir do desenvolvimento de investigações de interesse pessoal, mas também centrado na aprendizagem de ciências, e sobre ciências (SARAIVA-NEVES et al., 2006).

Tendo em vista algumas dessas reflexões, o presente trabalho busca investigar como atividades experimentais elaboradas a partir da abordagem metodológica do Ensino por Investigação (EI) podem fazer emergir outras dimensões, além da dimensão conceitual. Buscamos, a partir de nossos referenciais teóricos, e em diálogo com os dados provenientes das interações discursivas entre os sujeitos da pesquisa, construir categorias que incluam as dimensões epistemológica e social. Além disso, baseados nas categorias construídas e apresentadas neste trabalho, pretendemos identificar elementos que possam indicar a presença das referidas dimensões. A fim de reforçar a relevância da dimensão epistemológica e da dimensão social, lançamos mão de elementos das práticas epistêmicas, sendo estas definidas como práticas envolvidas na produção, na comunicação e na avaliação do conhecimento. (KELLY, 2005; JIMENEZ-ALEIXANDRE et al., 2008)

A pesquisa foi realizada em 2017, em turmas do 3º ano do ensino médio de uma instituição privada de ensino. Os alunos participaram de uma atividade

experimental, na qual elaboraram seu plano de trabalho, e construíram com os colegas do grupo as soluções para o problema inicial, sugerido pelo professor.

Tem-se como elementos de sustentação teórica do presente trabalho aspectos do EI.

## **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA**

### ***Ensino por Investigação (EI) e as Atividades Experimentais (AE)***

O EI tem sido classificado enquanto uma abordagem de ensino e, nas últimas décadas, tem ganhado espaço em pesquisas na área do Ensino de Ciências (SASSERON, 2015; FREIRE, 2009). Esta abordagem incorpora o fomento, o questionamento, o planejamento das etapas investigativas, e a construção de argumentos. Ao incorporarem processos da investigação científica, o EI pode ajudar aos alunos na compreensão do fazer ciência e sobre ciência.

Para que os alunos aprendam os métodos da ciência, é necessário que estes estejam presentes nas atividades de ensino. Fundamentalmente, além da dimensão conceitual, as atividades devem incorporar as dimensões epistemológica e social. Sendo assim, os alunos estarão em contato com atividades de ensino que remetem às atividades científicas, em uma perspectiva da prática social de referência de Martinand (2003).

Entendemos que uma das maneiras de atingir este objetivo seja por meio de AE de cunho investigativo, a partir das quais os alunos possam discutir e argumentar com seus pares, na busca por uma conclusão compartilhada por todos a respeito de determinado conceito.

Assim, os alunos, quando envolvidos em atividades de investigação, identificam os problemas e buscam resolvê-los, lançando mão de estratégias pessoais e/ou coletivas coerentes com os procedimentos da ciência.

## **METODOLOGIA**

Foi realizada uma investigação de caráter qualitativo (MOREIRA e CALEFFE, 2006), a fim de atingir os objetivos do presente trabalho. Foi feita uma observação participante ao longo da realização da atividade experimental, tendo como bases para a construção dos dados, o diário de bordo do professor e o registro dos diálogos em áudio.

Relatamos neste trabalho parte do estudo de caso referente a uma proposta metodológica que constitui uma pesquisa de mestrado. Portanto, nos limitamos à apresentação das categorias iniciais emergentes das reflexões teóricas, em diálogo com os dados construídos a partir das transcrições. As unidades de significado surgiram nos enunciados, nos quais os objetos de atitudes (alunos e grupos de alunos) se relacionavam com os termos avaliativos a partir de conectores. (MOREIRA et. al., 2005)

Destacamos que a atividade pode ser entendida metodologicamente como ocorrida em três momentos principais, a saber: momentos em que o professor se dirige à turma em uma perspectiva explicativa da condução da atividade; momentos em que os alunos interagem entre si, sem a participação do professor; e momentos em que o professor interage com um grupo especificamente. Ressaltamos que a nossa análise se limita a estes dois últimos.

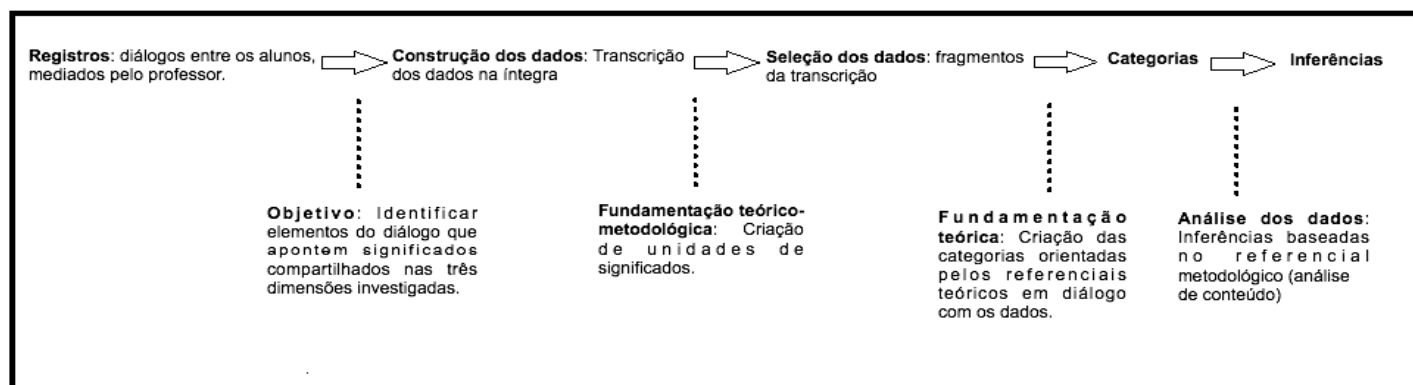
### ***A Situação-problema Central***

Elaboramos perguntas geradoras, no formato de situação-problema, com o intuito de suscitar mobilização e engajamento na atividade proposta. A situação-problema central foi: “É possível ter uma percepção sensível do campo elétrico em uma dada região do espaço?”, em outras palavras: “Seria possível representar o campo elétrico mapeando-o em uma dada região do espaço?”. Destacamos que esta situação-problema foi apresentada aos grupos antes da preparação da atividade experimental que seria utilizada para resolvê-la. O passo seguinte foi apresentar aos alunos o arranjo experimental, com a descrição dos elementos usados na atividade, a saber, a cuba eletrolítica, o multímetro e uma folha de papel milimetrado. Ressaltamos que a ideia de materialização das linhas de campo por meio de sua representação gráfico-pictórica foi fruto da problematização.

### ***Categorização***

Os dados foram construídos a partir das interações discursivas. Para isso, nos baseamos nas transcrições referentes às gravações em áudio, e nas anotações do professor em seu diário de bordo. Os dados foram categorizados a fim de permitir as inferências do pesquisador.

Figura 01 – Esquema da seleção e análise dos dados.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

A partir dos referenciais teórico-metodológicos, e dos dados provenientes do ensaio empírico realizado com os alunos do Ensino Técnico Integrado ao Ensino Médio, foram construídas 4 categorias para cada dimensão, conforme apresentadas na Figura 02. O EI serviu como base para criação das dimensões categóricas (conceitual, epistemológica e social). A análise dos dados permitiu a criação das categorias (I, II, III e IV) relacionadas às referidas dimensões.

Figura 02 – Categorias das dimensões: conceitual; epistemológica; e social

Dimensões / Categorias	I	II	III	IV
<b>Conceitual</b>	Apenas identifica os pontos de mesmo potencial elétrico.	Usa corretamente a relação entre o campo e o potencial elétrico, e faz mapeamento do campo para a configuração dada.	Além da realização do mapeamento, coloca em discussão os valores do potencial elétrico medidos pelo multímetro.	Extrapolando a ideia da percepção geométrica do campo para outras configurações.
<b>Epistemológica</b>	As soluções surgem basicamente da ação prática com o experimento.	As soluções surgem do diálogo entre o experimento e o fundamento teórico visto anteriormente.	As soluções são construídas com pouca relação com a prática experimental	Apresentação de soluções criativas que não estão relacionadas com a teoria, tampouco com a prática.
<b>Social</b>	Preponderância de ações individuais.	As soluções são construídas coletivamente. (Ações internas ao grupo).	As soluções são construídas coletivamente. (Ações externas ao grupo, excluindo a figura do professor).	Auxílio de um parceiro mais capaz, excluindo a figura do professor.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

## ANÁLISE DOS DADOS

Selecionamos um fragmento da transcrição no intuito de exemplificar como identificamos as categorias das três dimensões, tratadas no presente trabalho.

Figura 03 – Fragmento do diálogo entre o professor e alunos participantes.

**ALUNO A:** Professor, deixa eu te fazer uma pergunta. Os campos aqui, eles mudaram. Por exemplo esse aqui não ficou mais sendo 6,61 negativo. Normal né?  
**PROFESSOR:** Sim. Então o que aconteceu com o campo elétrico?  
**ALUNO A:** Ficou tudo negativo, você pode ver aqui ó, tudo negativo...  
**ALUNO B:** Será que ficou espelhado? É isso?  
**PROFESSOR:** Literalmente... se ele estava pra direita, ele foi pra onde agora?  
**ALUNO B\*:** Que o campo se inverteu.

A fala do aluno A demonstra que, além de realizar o mapeamento do campo elétrico a partir das superfícies equipotenciais (relação geométrica, apresentada na abordagem teórica), o grupo do qual fazia parte avançou no sentido de incluir em suas discussões os valores numéricos obtidos a partir do uso do multímetro (Dimensão conceitual – categoria III). Tomando como base o mesmo fragmento (Figura 03), destacamos elementos do texto transcrito que nos permitiram identificar as categorias das outras duas dimensões analisadas (epistemológica e social). Na dimensão epistemológica inferimos que o referido grupo, representado pelo aluno A, recorreu a conceitos teóricos na relação entre o campo elétrico e a diferença de potencial, mas também incluiu as observações referentes a montagem experimental para solução do problema apresentado. (Dimensão epistemológica – categoria II). A categorização relativa à dimensão social se deu ao percebermos que a solução encontrada foi construída na interação discursiva entre o aluno A e o aluno B. Destacamos que os alunos A e B não pertenciam ao mesmo grupo (Dimensão social – categoria III).

As duas últimas dimensões categóricas envolvem questões relacionadas às práticas epistêmicas. Nos momentos relacionados às interações discursivas entre os alunos nos grupos, sobretudo na ausência do professor, identificamos ações relativas à Produção, à Comunicação e à Avaliação do conhecimento.

Na instância relativa à Produção do conhecimento houve preponderância da articulação do conhecimento proveniente da AE (observacional) com aquele apresentado previamente pelo professor em uma abordagem teórica (conceitual). A partir das medidas realizadas com o voltímetro os alunos identificaram os pontos de mesmo potencial e construíram as linhas de força associadas ao Campo Elétrico. A elaboração de hipóteses estava geralmente associada aos conceitos previamente trabalhados. Percebemos na referida instância uma ação pontual que remetia ao desenvolvimento de investigações e ao planejamento de novas ações. Um dos alunos pensou na possibilidade de simular uma carga puntiforme, nada tão elaborado que pudéssemos inferir um movimento de generalização.

Na instância de Comunicação percebemos prioritariamente práticas epistêmicas relacionadas à negociação de explicações e da transformação dos dados. Na referida atividade experimental as ações relacionadas à Comunicação estiveram presentes nas negociações entre os alunos do grupo quando as expectativas previstas pela teoria eram de certa forma frustradas na “confrontação empírica”. Os alunos tiveram dificuldades quando encontraram valores de potencial diferentes para pontos de uma mesma linha vertical, uma vez que a teoria apontava que estes deveriam apresentar mesmos valores. *“Se mudar muito é porque esta acontecendo alguma coisa na maneira de medir. Aqui ó... aqui deu 1,56. E no meio deu 2”* (Aluno C).

Finalmente, verificamos ações de práticas epistêmicas relacionadas à instância social de Avaliação na justificativa de suas conclusões, assim como no uso dos dados para avaliação das conclusões. A atividade experimental proposta, tinha como objetivo prático o mapeamento das linhas de campo a partir da identificação das superfícies equipotenciais. Foi então que, baseados nas representações das referidas linhas, os alunos justificaram suas conclusões. A partir das medidas dos potenciais, os alunos concluíram que o campo elétrico era nulo nas direções onde o potencial era constante, justificando suas conclusões baseados nos

dados “[...] se o potencial  $A$  é igual ao potencial  $B$ , o que acontece com ele? Nulo. É zero” (Aluno D).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou apresentar a importância das atividades investigativas no surgimento das dimensões epistemológica e social. Buscamos também verificar como estas dimensões podem ser evidenciadas a partir das práticas epistêmicas nas instâncias de Produção, Comunicação e Avaliação do conhecimento. As categorias que emergiram das discussões teóricas em diálogo com a análise dos dados se mostraram adequadas em uma perspectiva da análise da presente atividade investigativa.

Ressaltamos, contudo, a dificuldade de incorporar temas da Física com alto grau de abstração (como o caso do Campo e do Potencial Elétrico) em atividades investigativas que sejam efetivamente resultado de problematização. No entanto, os resultados iniciais de nossa pesquisa mostram que este tipo de atividade, além de incorporar práticas epistêmicas às aulas de Física, apresenta grande potencial de engajamento e de motivação dos alunos.

## REFERÊNCIAS

FIGUEIREDO, F. J. Q. A aprendizagem colaborativa de línguas. Goiânia: Ed. Da UFG, 2006.

FREIRE, A. M. Reformas curriculares em ciências e o ensino por investigação. In: *Atas do XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências da Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico*, Castelo Branco / Portugal. 2009.

HODSON, D. The place of Practical Work in Science Education. In: *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências*. Braga: Universidade do Minho, 2000.

JIMENEZ-ALEIXANDRE M. P., MORTIMER E. F., SILVA A. C. T., DIAZ J. Epistemic Practices: na analytical framework for science classrooms. Paper presented to AERA, New York City, março 2008.

KELLY, G. J. Inquiry, Activity, and Epistemic Practice. Paper apresentado na *Inquiry Conference on Developing a Consensus Research Agenda*. New Brunswick, NJ, 2005.

MARTINAND, J. L. La Question de la Référence en Didactique du Curriculum. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.8, n.2, 2003, p.125-130.

MATOS, M.; MORAIS, A. M. Trabalho experimental na aula de ciências físico-químicas do 3º ciclo do ensino básico: Teorias e práticas dos professores. *Revista de Educação*, v.12, n.2, 2004, p.75-93.

MOREIRA, H.; CALEFFE L.G. Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador. RJ: DP&A, 2006.

SARAIVA-NEVES, M., CABALLERO, C., & MOREIRA, M. A. REPENSANDO O Papel do Trabalho Experimental, na Aprendizagem da Física, em Sala de Aula– Um estudo Exploratório. *Investigações em Ensino de Ciências*, 11(3), 2006, 383-401.

SASSERON, L.H. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações entre Ciências da Natureza e Escola. *Revista Ensaio. Belo Horizonte*. V.17 n.especial, 2015, p. 49-67