

LABORATÓRIO DIDÁTIVO INVESTIGATIVO E OS OBJETIVOS DA ENCULTURAÇÃO CIENTÍFICA: análise do processo

LABORATORY TEACHING AND OBJECTIVES OF INVESTIGATIVE SCIENCE LITERACY: review process

Sidnei Percia da Penha¹

Anna Maria Pessoa de Carvalho²

Deise Miranda Vianna³

Resumo

Neste trabalho apresentamos alguns resultados de um projeto de pesquisa desenvolvido em uma escola pública da cidade do Rio de Janeiro com apoio da FAPERJ, no período de dezembro de 2007 a março de 2009. A partir da análise das interações discursivas registradas em vídeo-gravações com estudantes do 3º ano do ensino médio, mostramos que as atividades didáticas desenvolvidas com o formato de uma investigação propiciam o surgimento nos estudantes de atitudes e procedimentos que se assemelham aos trabalhos de investigação realizados em laboratórios científicos. Utilizamos os Indicadores da Alfabetização Científica para avaliar se os objetivos da Enculturação Científica foram alcançados nestas atividades. Em nossas análises, verificamos que muitos dos Indicadores da Alfabetização Científica como elaboração e teste de hipóteses surgiram enquanto os estudantes estavam envolvidos em estabelecer os procedimentos experimentais para utilização de ferramentas e objetos de sua investigação. Ao final são feitas recomendações para pesquisadores da área de ensino de ciências preocupados na elaboração de novas sequencias didáticas investigativas.

Palavras-chave: Ensino de Ciências, Atividades Investigativas, Enculturação Científica, Alfabetização Científica, Abordagem CTS.

Abstract

This paper we present some results of a research project developed in a public school in the city of Rio de Janeiro supported by FAPERJ between December 2007 and March 2009. The results here presented were obtained analyzing a magnetism investigative activity developed with third grade students of secondary school. The results showed us that the educational activities developed in a research format develops in students attitudes similar to the work of scientists in their labs. In this work we used indicators of scientific literacy to assess whether the objectives of Scientific Enculturation were achieved in these activities. In our analysis, we found that many of the Indicators of Scientific Literacy emerged when students were involved in establishing the experimental procedures for use of tools and objects of their investigation. Recommendations for science teaching area are made at the end.

Keywords: Science education, Investigative Activities, Scientific Enculturation, Scientific Literacy, STS Approach

¹ USP/Doutorado Interunidades em Ensino de Ciências, sidnei.percia@uol.com.br, UFRJ/Colégio de Aplicação da UFRJ

² USP/Doutorado Interunidades em Ensino de Ciências. USP/Faculdade de Educação, ampdcarv@usp.br

³ UFRJ/Instituto de Física, deisemv@if.ufrj.br

1-Introdução

Quais são as contribuições mais importantes que a educação científica pode trazer aos estudantes e a sociedade no século XXI? Como fazer para que a educação científica sirva melhor aos interesses de todas as pessoas? Desta forma Lemke (2006) inicia uma série de questionamentos e proposições sobre os objetivos para o ensino de ciências deste novo século. Afirma que qualquer análise séria sobre modificação da educação científica para o século XXI deve começar por questões mais amplas que estejam relacionadas aos objetivos do ensino de ciências. Carvalho (2004) em seu “Critérios Estruturantes para o Ensino das Ciências” coloca a didática como a área do conhecimento que procura respostas às questões “por quê?; O que? Pra quem? e Como se ensina? E deve transformar-se também na busca do entendimento de como se aprende. A autora afirma que desde as últimas décadas estão sendo propostas modificações nos objetivos da educação científica, que no Brasil foram direcionadas pelos PCN e refletiram uma discussão internacional da questão. O conteúdo curricular ganhou além da **dimensão conceitual**, as **dimensões procedimentais e atitudinais**. A dimensão conceitual sofrendo influências das atuais concepções das interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Trabalhos de História e Filosofia da Ciência influenciam a definição de currículos, introduzindo o conceito de **aculturação científica**. Assim, o ensino deve levar os estudantes a argumentar e participar da construção do conteúdo conceitual em oposição a transmissão de uma visão fechada de ciências pelo professor.

Ao realizar uma reflexão sobre os objetivos da educação científica, Fourez (2002) faz uma análise do que chama da “**Crise no Ensino de Ciências**”. Afirma que os jovens de hoje, não aceitam mais engajar em um processo que lhe seja imposto sem que tenham antes a convicção que este caminho é interessante para eles e para a sociedade. O autor afirma que as gerações passadas estavam prontas a assinar um cheque em branco, sem terem certeza de onde seriam conduzidos. Hoje, jovens pedem que lhe seja mostrado inicialmente a importância cultural, social, econômica do estudo científico.

É importante que os alunos percebam que os conteúdos estudados na escola estão intimamente relacionados ao seu mundo cotidiano, aos problemas e transformações sociais, políticas e econômicas que nortearam os rumos da sociedade e conseqüentemente de sua vida. Muito mais que memorizar novos conteúdos e resolver problemas que nada tem a ver com seus interesses, é necessário que nossos estudantes possam adquirir nas aulas de ciências uma postura investigativa. Ele

deverá formular hipóteses, levantar questões, verificar a validade das teorias e entender que a ciência é fruto de uma construção humana, e portanto, determinada por fatores sociais, políticos e econômicos.

Neste artigo analisamos as atividades desenvolvidas por um grupo de estudantes, que realizam uma atividade investigativa proposta para estudo do magnetismo que faz parte da sequência didática intitulada “A Física e a Sociedade na TV⁴”.

Nosso objetivo foi identificar se as atividades desenvolvidas em um formato de investigação possibilitam aos estudantes o desenvolvimento de habilidades científicas tais como uso do diálogo argumentativo, levantamento de dados e hipóteses, o teste destas hipóteses, desenvolvimento de estratégias e procedimentos experimentais para obtenção de dados, explicação dos resultados e elaboração de sínteses. Utilizaremos os Indicadores da Alfabetização Científica propostos por Sasseron e Carvalho (2008) para analisar as interações verbais dos estudantes, buscando identificar se estes aspectos da atividade científica estão sendo disponibilizados no plano social da sala de aula e conduzindo os estudantes a um processo de Enculturação Científica.

Ao final de nossas análises identificamos que importantes indicadores da Alfabetização Científica como Levantamento e Teste de novas hipóteses são potencializados quando os estudantes trabalham na elaboração/identificação dos procedimentos experimentais necessários para o manuseio e posicionamentos de objetos e ferramentas necessários na investigação.

2- O ensino de ciências visando a enculturação científica.

Apesar de os estudantes considerarem ciência como uma realização humana de grande importância, não estão preparados, segundo Fourez (2002), para se engajarem em estudos científicos, sua admiração pelos cientistas “conduz os jovens a felicitá-los pelo seu maravilhoso trabalho, e nada mais...” (p.2). Em seu artigo, Fourez aponta duas perspectivas para o ensino de ciências: a primeira privilegiando a capacidade de utilizar os saberes das disciplinas visando à formação do cidadão e a

⁴ Além de diversas atividades práticas e oficinas desenvolvidas no formato de ensino por investigação, nesta sequência didática organizada em onze encontros intitulada **A Física e a Sociedade na TV** adota-se uma abordagem CTS para a organização de um Fórum fictício no qual os estudantes participam como atores sociais para discutir aspectos da inserção da TV em nossa sociedade. Os estudantes participam de atividades como mesas redondas, oficinas e conferências. A íntegra desta sequência pode ser obtida em Penha (2008. p. 31-116).

segunda privilegiando à formação de especialistas. Assinala ainda que a maneira de fazer funcionar uma complementaridade entre estas duas abordagens está ainda por ser encontrada.

Carvalho (2007, p.27) afirma que, apesar do interesse de nossa população por ciência e tecnologia, o conhecimento científico apresentado nas escolas não reflete nenhum dos aspectos da Ciência como desenvolvimento humano e nem desperta a curiosidade dos estudantes. Para esta autora, a dicotomia entre o que é ciência e a forma como ela é ensinada tem levado os pesquisadores a uma reflexão sobre o processo de enculturação científica (ou alfabetização científica)⁵. Em outro trabalho, Carvalho (2008) apresenta como uma das obrigações da escola a inserção dos estudantes nas diferentes culturas de nossa sociedade e defende a Enculturação Científica entendida como apropriação de uma nova cultura pelo estudante sem, entretanto, deixar de lado sua cultura original.

Revedo vários trabalhos e pesquisas (nacionais e internacionais), Sasseron e Carvalho (2008) identificam três pontos que aparecem em diversos trabalhos e documentos oficiais a partir da década de 1980 quando se pretende identificar uma pessoa como sendo alfabetizada cientificamente. Estes três pontos denominados pelas autoras de **Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica**, são: a) compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; b) a compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; e c) o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente (Sasseron e Carvalho, 2008, p.335).

Deste modo, tendo estas características da Enculturação Científica dos estudantes como principal objetivo, diferentes pesquisas e trabalhos teóricos têm se preocupado com a identificação de características e/ou proposições de sequências de ensino inovadoras para sala de aula de ciências (Arruda, 1998; Carvalho, 1999, 2007, 2008; Borges, 2002; Azevedo, 2004; Capecchi, e Carvalho, 2006; Penha, 2006; Bernardo, 2008, e outros). Um grande número destes trabalhos se estrutura no formato de Atividades Investigativas, através das quais os estudantes, manipulando materiais e ferramentas, realizam atividades, propõem caminhos e procedimentos para a investigação, observam dados e utilizam-se das linguagens para comunicar aos outros suas hipóteses e sínteses. Assim, uma característica comum que identificamos nestes diferentes trabalhos é a preocupação com o processo de aprendizagem dos estudantes, que tem seu foco deslocado da simples aquisição de conteúdos

⁵ Sasseron (2008, p.10), em sua tese, afirma que Fourez destaca que nos documentos da Unesco, o termo inglês *literacy* é traduzido pela palavra “*cultura*” e não “*alfabetização*”.

científicos, para a sua inserção na cultura científica e desenvolvimento de habilidades necessárias para o fazer científico.

Capecchi e Carvalho (2006) investigaram os aspectos da cultura científica que são disponibilizados no plano social da sala de aula. Através da realização de atividade de laboratório as autoras apresentaram um panorama histórico do papel do laboratório científico que, no final dos anos 1950, servia para ilustração e confirmação das informações apresentadas pelo professor e, nos anos sessenta, passa a ser o lugar de investigação de testes e hipóteses, tendo seu lugar destacado nos grandes projetos (PSSC⁶, Nuffield, etc). Desde então as atividades de laboratório passaram a ser associadas aos diferentes objetivos, tais como aumentar a motivação dos estudantes, ensinar técnicas, melhorar a aprendizagem dos conhecimentos científicos, desenvolver uma visão aceitável da natureza da ciência e promover atitudes científicas (Capecchi, 2006).

Na idealização de nossas Sequências Didáticas temos privilegiado a utilização de uma abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) associada à utilização de Atividades Investigativas (Penha, 2006, 2008). Azevedo (2004) destaca que, para uma atividade ser considerada de investigação, a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica. Penha (2006) defende que a colocação de uma questão ou problema aberto como início de uma investigação é um aspecto fundamental para a criação de um novo conhecimento, baseando-se em Bachelard que afirma: “Todo conhecimento é resposta a uma questão.” (BACHELARD, 1996 *apud* PENHA, 2006, p.36).

3 - Os indicadores da alfabetização científica

Um importante aspecto a ser considerado quando se deseja investigar se as atividades desenvolvidas em nossas salas de ciências estão conduzindo os estudantes a um processo de enculturação científica é a utilização da linguagem. Yore, *et al* (2003) examinando a literatura referente à Alfabetização Científica nos “25 anos de linguagem e pesquisa em ensino de ciência”, fazem uma minuciosa apresentação das pesquisas em linguagem oral e escrita desenvolvidas no período de 1978 a 2003. Concluem que houve pouca pesquisa sobre discurso oral em aprendizagem de ciências e que

⁶ PSSC: Physical Science Study Committee.

o discurso estudante-estudante, argumentação e debate não aconteceram nas aulas de ciências. Afirmam que menos de 5% de tempo de aula é dedicado para discussão em cursos de ciências.

Em sua tese de doutorado Sasseron (2008) elabora uma revisão na bibliografia nacional e internacional, fazendo um levantamento das habilidades listadas pelos diferentes autores que devem ser encontradas entre os chamados alfabetizados cientificamente. Sasseron percebe que existem convergências entre estas diversas classificações. A autora defende então a existência de **Indicadores de Alfabetização Científica** que possam nos trazer evidências de que a Alfabetização Científica está em processo de desenvolvimento quando os estudantes trabalham na investigação de um problema.

Estes indicadores são algumas competências próprias das ciências e do fazer científico: competências comuns desenvolvidas e utilizadas para a resolução, discussão e divulgação de problemas em quaisquer das Ciências quando se dá a busca por relações entre o que se vê do problema investigado e as construções mentais que levam ao entendimento dele. (SASSERON e CARVALHO, 2008, p.338)

As autoras (*op.cit.*) organizaram estes indicadores em três grupos:

- a) **Indicadores para trabalhar com os dados de uma investigação**, que incorporam ações desempenhadas na tarefa de organizar, classificar e seriar os dados;
- b) **Indicadores para estruturação do pensamento**, que moldam as afirmações e as falas proferidas durante as aulas; e
- c) **Indicadores para procura do entendimento da situação analisada**, que surgem nas etapas finais das discussões e caracterizam-se por serem o trabalho com as variáveis do fenômeno e busca das relações para descreverem as situações do contexto.

Na tabela a seguir apresentamos estes grupos bem como um resumo das principais ideias propostas pelas autoras para descrever as sub-categorias de cada um destes grupos.

Tabela 1: Indicadores da Alfabetização Científica.

Indicadores da Alfabetização Científica		
Indicadores para trabalhar com os dados de uma investigação	<i>seriação de informações</i>	Indicador que não necessariamente prevê uma ordem a ser estabelecida, mas pode ser um rol de dados, uma lista de dados trabalhados.
	<i>organização de informações</i>	ocorre nos momentos em que se discute sobre o modo como um trabalho foi realizado.
	<i>classificação de informações</i>	ocorre quando se busca conferir hierarquia às informações obtidas.
Indicadores para estruturação do pensamento	<i>raciocínio lógico</i>	compreende o modo como as idéias são desenvolvidas e apresentadas e está diretamente relacionada à forma como o pensamento é exposto.

	<i>raciocínio proporcional</i>	mostra como se estrutura o pensamento, e refere-se também à maneira como variáveis têm relações entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas.
Indicadores para entendimento da situação analisada	<i>levantamento de hipóteses</i>	aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema (pode surgir da forma de uma afirmação ou de uma pergunta).
	<i>teste de hipóteses</i>	colocar à prova as suposições anteriormente levantadas (pode ocorrer tanto diante da manipulação direta de objetos quanto no nível das idéias).
	<i>Justificativa</i>	quando em uma afirmação qualquer proferida lança mão de uma garantia para o que é proposto.
	<i>Previsão</i>	é explicitado quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos
	<i>Explicação</i>	quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas. (Estão relacionadas à justificativa para o problema).

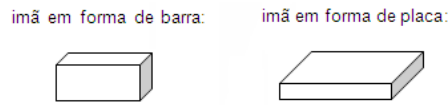
Dados extraídos da referência Sasseron e Carvalho (2008, p.138-139)

Na análise de nossos dados procuraremos identificar a presença destes indicadores nas interações verbais dos estudantes com o objetivo de verificar se as atividades propostas em nossas sequências de ensino estão conduzindo a um processo de Enculturação Científica.

4- Análise dos dados

A cena analisada é um fragmento do primeiro encontro que ocorre durante uma sequência didática, destinada ao estudo do eletromagnetismo. Nesta primeira aula, motivados pela investigação sobre o funcionamento de uma bússola, foi proposta aos estudantes uma série de atividades para descrição das propriedades magnéticas dos ímãs, do conceito e das formas de representação do campo magnético. A atividade analisada neste trabalho é um fragmento do início da primeira aula que tem como objetivo que os estudantes consigam identificar que cada ímã, independente do seu formato, possui apenas dois pólos magnéticos. Divididos em grupos de aproximadamente quatro componentes, os estudantes receberam um livro contendo o desenvolvimento teórico das atividades propostas e uma bandeja com os materiais necessários para a sua realização. Para esta atividade, foram utilizados dois tipos de ímãs de formatos distintos: um em forma de barra, com pólos magnéticos nas faces menores e outro em forma de placa, com pólos magnéticos nas faces maiores.

Figura 1: tipos de ímãs



Fonte: os autores

As transcrições apresentadas abaixo se referem a um grupo formado por quatro estudantes de uma das turmas do 3º ano do ensino médio de um colégio público federal do Rio de Janeiro. Nestas transcrições os estudantes receberam nomes fictícios.

Os turnos das falas que compõem esta cena foram agrupados em 4 episódios, como mostram os dados da tabela abaixo.

Tabela 2: Turnos que compõem cada um dos episódios

CENA : Identificação dos pólos magnéticos de diferentes ímãs		
Episódios	Turnos	Descrição
01	01 ao 04	Leitura da tarefa e identificação dos materiais.
02	05 ao 15	Primeiros procedimentos de investigação e posicionamentos divergentes.
03	16 ao 25	A determinação das estratégias e os procedimentos para a investigação.
04	26 ao 39	Identificação dos pólos dos ímãs.

Fonte: os autores

Episódio 01 – Leitura da tarefa e identificação dos materiais

1.1	Leo: <i>[efetuada a leitura da apostila]</i> Todos os pontos da superfície de um ímã possuem mesmo poder de atração?
1.2	Para dar resposta a esta questão utilize um pequeno pêndulo formado por um clipe amarrado a uma linha. Passe este pêndulo sobre os diferentes ímãs e verifique se todos os pontos da superfície do ímã possuem o mesmo poder de atração. Assinale em cada figura as regiões de maior poder de atração, caso haja diferença.

Embora sem a existência de um roteiro com etapas previamente determinadas, o enunciado sugere que os alunos utilizem um clipe amarrado a uma linha para efetuarem esta verificação. Esta sugestão cumpre a tarefa de apresentar e dar um direcionamento para a investigação de modo que os estudantes concentrem seus esforços na utilização e manuseio de uma determinada ferramenta.

Episódio 02 - Primeiros procedimentos de investigação e posicionamentos divergentes.

Depois de ouvir a leitura da atividade, Bia seleciona o material necessário para a realização da tarefa e procura envolver os outros estudantes na realização da atividade. Leo e Bia buscam verificar quais as melhores estratégias para obter os dados para esta investigação.

Turnos	Falas transcritas	Breve descrição
5	Bia: Levanta um pouquinho...	Ana levanta o pêndulo
6	Leo: Não é melhor deixar o negócio na mesa e ir passando em cima?	
7	Bia: Como assim?	
8	Leo: Deixar o ímã na mesa..... Põe o ímã em cima da mesa! E aí vai passando o negócio de leve em cima...	Ana começa a balançar o pêndulo
9	Bia:[fala para Ana] Mais aí você tem que deixar parado.	Ignorando a sugestão de Leo, Bia aproxima o ímã do pêndulo enquanto é observada pelos outros estudantes.
10	Pedro: O que vocês querem ver? [Pedro tenta interar-se da atividade]	
11	Leo: Tem que ver se todas as partes da superfície do ímã atraem!	
12	Bia: Sim gente, sim.[Verificando que o clips é atraído pelas faces do ímã].	O clips é atraído pelo ímã e grupa em diferentes faces.
13	Ana: Sim? [apresentando em sua face feições que discordam de Bia]	
14	Pedro: Aquela parte dali [a superfície maior do ímã em forma de barra] não atraiu não, porque ele [o clips] foi pra outra parte!	Pedro tenta retirar o ímã da mão de Bia. Bia recua sua mão e continua manipulando o ímã.
15.1	Bia: Verdade... do outro lado [ainda sobre a superfície maior] não foi!... Do <i>lado</i> [apontando agora para a superfície menor do ímã em barra] atrai.	Pedro retira o ímã da mão de Bia e segurando o clips com a mão, aproxima o ímã. Ana larga a ponta do fio.
15.2	Atrai sim olha só.	Bia retira novamente o clips da mão de Pedro e passa também a aproximar o clips do ímã em diferentes posições.

Neste episódio, o grupo trabalha com a tentativa de montar uma estratégia de observação e/ou aquisição dos dados visuais sobre o comportamento do clips. Logo no início da atividade, Leo e Bia estão preocupados na estruturação dos procedimentos para levantamento dos dados. Nos turnos 6 e 8, embora não seja Leo o responsável pela manipulação experimental preocupa-se com os procedimentos que devem ser efetuados para esta investigação.

Bia, depois de realizar as primeiras experiências no turno 12, ou seja, depois de observar que o clips se gruda em todas as faces do ímã, faz uma afirmação, que é apresentada aos outros estudantes como uma **Hipótese, Justificada** por **Testes** observados.

12 | Bia: Sim gente, sim.[Verificando que o clips se gruda nas diferentes faces do ímã].

A hipótese de Bia provoca dúvidas em Ana e é refutada por Pedro que, no turno 14, levanta outra **Hipótese** contendo uma **Justificativa** como resultado da sua observação experimental e do emprego do **Raciocínio Lógico**.

13	Ana: Sim? [apresentando em sua face feições que discordam de Bia]
14	Pedro: Aquela parte dali [a superfície maior do ímã em forma de barra] não atraiu não, porque ele [o clips] foi pra outra parte!

A refutação de Pedro é aceita por Bia que observa o **Teste da Hipótese**, mas depois de pegar novamente o material experimental volta à sua afirmativa anterior.

15.1	Bia: Verdade... do outro lado [ainda sobre a superfície maior] não foi!... Do lado [apontando agora para a superfície menor do ímã em barra] atrai.	Pedro retira o ímã da mão de Bia e segurando o clips com a mão, aproxima o ímã. Ana larga a ponta do fio.
15.2	Atrai sim olha só.	Bia retira novamente o clips da mão de Pedro e passa também a aproximar o clips do ímã em diferentes posições.

Ao visualizar a experimentação feita por Pedro, Bia utiliza-se do **Raciocínio Lógico** e faz uma **Explicação** para sua mudança de opinião. No entanto logo depois, diante de uma nova **Justificativa** experimental que é novamente realizada por ela, retorna a sua **Hipótese** anterior.

Episódio 03 - A determinação das estratégias e os procedimentos para a investigação

Neste episódio, a discussão se concentra entre Bia e Leo buscando estabelecer uma metodologia de investigação. A questão central que se coloca é qual o melhor procedimento para manipulação do clips para obtenção de dados mais conclusivos.

Turnos	Falas transcritas	Breve descrição
16	Leo: Gente, usa a ponta do <i>clips</i> !	
17	Ana: [falando para Bia] É porque do outro lado acaba sendo mais forte... aí vai pro outro lado! Mas atrai...	
18	Leo: Não! Não! Usa a ponta do <i>clips</i> ! Se você usar a superfície toda, não adianta!	Bia continua manipulando o clips e o ímã.
19	Bia: Lógico que adianta! A pontinha gruda na 'parada' [no ímã]!	

20	Leo: Não... claro que não!	
21	Bia: Óbvio que não! Ela sempre vai pro lado, né!	
22	Leo: Porque ele [o ímã] quer atrair as coisinhas, com a ponta dá para ver se está atraindo ou não!	
23	Bia: Está atraindo!	Mostra o ímã atraindo o clips
24	Ana: Põe então a ponta aqui desse lado para ver se gruda...	
25.1	Bia: Gruda! Mas aqui também está atraindo, também tem atração!	Ana pega o clips e o ímã e começa a aproximá-los
25.2	Mas aqui não vai ficar parado aqui... vai para cá! [mostrando que o <i>clips</i> se movimenta em direção a um dos pólos quando o coloca perto da linha neutra do ímã]	

Dando prosseguimento às suas preocupações durante o episódio anterior com os procedimentos adequados para a investigação, ainda sem manipular diretamente o dispositivo experimental, Leo volta a insistir na modificação das estratégias de manipulação experimental e faz sugestões para alteração do modo de aproximação do clips. Inicialmente é ignorado pelos outros estudantes, mas depois de insistir na sua sugestão inicia uma discordância com Bia, cada um tentando justificar suas idéias.

Nos turnos 16 e 18, Leo faz o **Levantamento da Hipótese** afirmando que a utilização da ponta do clips será mais eficiente para a obtenção dos dados necessários, primeiro sem apresentar justificativa para esta proposição (turnos 16 e 18) e no turno 22 apresenta uma **Justificativa** para sua hipótese.

Ana no turno 24 propõe então **Testar a Hipótese** de Leo:

24	Ana: Põe então a ponta aqui desse lado para ver se gruda...
----	---

Ao final desta primeira parte, Bia retoma as experimentações, **Testa a Hipótese** de Leo e procura dar uma **Organização das Informações** obtidas com os dados até então apresentados. Utiliza o **Raciocínio Lógico** para apresentar a aparente contradição entre o fato de o clips grudar nas faces mas mover-se para um dos pólos em certas situações. Aqui Bia faz uma síntese dos problemas que estão sendo enfrentados, **Justifica** e **Explica** as aparentes contradições.

25.1	Bia: Gruda! Mas aqui também está atraindo, também tem atração!
25.2	Mas aqui não vai ficar parado aqui... vai para cá! [mostrando que o clips se movimenta em direção a um dos pólos quando o coloca perto da linha neutra do ímã]

Episódio 04 - Os estudantes identificam os pólos do imã.

Turnos	Falas transcritas	Breve descrição
26.1	Pedro: Faz com esse aqui!	Pedro pega o imã em forma de placa e depois de tirar o clips da mão de Ana inicia a aproximação entre o clips e o novo imã
26.2	[Depois de experimentar] É diferente...Olha só não fica. [inaudível...]	
27	Ana: Claro que fica! Tá puxando! Fazendo o negócio [o clips] mexer!	
28	Pedro: Olha aqui ele puxa...[inaldível...]	Pedro apoiando o imã em forma de placa sobre a mesa aproxima o clips
29.1	Bia: [volta-se para Pedro e depois para Ana] Sim tem um lado mais forte.	Bia volta a aproximar o clips do imã em forma de barra que é apoiado sobre a mesa O clips é colocado em várias posições nas proximidades do imã, até que Bia percebe que o imã pode estar sendo atraído pela armação da mesa e pede a Leo que segure novamente a ponta do barbante. Bia aproxima novamente o imã em forma de barra do clips, que passa a se desviar para as superfícies laterais do imã.
29.2	Tem sim! Deixa eu te mostrar qual é!" [referindo-se à A1, que está tomando nota]	
29.3	Nesse daqui...[aponta para um dos imãs da figura da apostila de Leo] ...deixa eu te falar qual é [os alunos falam ao mesmo tempo]	
29.4	Não tem nada a ver cara. Se eu colocar aqui do lado... se eu colocar em pé... não! se eu colocar no meio... ele fica também!"	
29.5	Caraca, mano!!! Tu viu isso?!	
30	Leo: É!!! Gente!!! Vocês estão vendo?! Pera aí..	Pedro e Ana voltam-se para verificar o resultado do experimento.
31	Bia: Era isso que tinha que acontecer...	Bia continua posicionando o imã em forma de barra em diferentes posições próximo do clips e este se direciona para as duas faces menores.
32	Leo: Ele vai indo em direção ao lado menor.	
33.1	Bia: Aí aqui ele vai bem pro meio.	Bia posiciona o imã na posição vertical embaixo do clips, em que apenas um pólo está próximo do clips.
33.2	Aqui ele tá indo para o lado..	Bia coloca o imã na posição horizontal e o clips se desvia para as partes laterais onde estão os pólos.
34	Leo: Tá vendo?!	
35	Bia: Uhh!!!	Bia ainda passando o imã horizontalmente sob o clips e verificando que sua ponta sempre é atraída para as faces menores.

36	Leo: Mostra a parte de cima [referindo-se a superfície menor do ímã em forma de barra].	
37	Bia: O outro, o outro[informando que deseja pegar o ímã em forma de placa]	
38	Leo: Ó! Vai bem no meio! Ele [o clips] roda, roda, roda e vai bem pro meio!"	Atendendo o pedido de Leo, Bia posiciona o ímã em forma de barra novamente na vertical.
39	Bia: Já aqui ele vai pro canto!	Coloca o ímã na posição horizontal.

No turno 26, Pedro retoma a tese de que atuam de modos diferentes. Manipulando o ímã em forma de placa afirma ser diferente. Aqui, parece que Pedro está preocupado com a **Seriação da Informação** na tentativa de **Organizar a Informação** e deixar evidente que sua **Hipótese** anterior de que os lados dos ímãs atraem de formas distintas, está respaldada nas evidências mostradas nos **Testes de Hipóteses** realizados com os dois tipos distintos de ímãs.

Ana não concorda com Pedro, pois verifica que o clips também está sendo puxado. Bia é convencida por Pedro e nos turnos 29.1, 29.2 e 29.3 tenta mostrar também para Leo buscando uma **Explicação** de sua nova posição **Testa as Hipóteses** experimentalmente.

29.1	Bia: [volta-se para Pedro e depois para Ana] Sim tem um lado mais forte.
29.2	Tem sim! Deixa eu te mostrar qual é!" [referindo-se ao Leo, que está tomando nota]
29.3	Nesse daqui....[aponta para um ímã da apostila de Leo] ...deixa eu te falar qual é...

No turno 29.4 Bia volta novamente a sua posição anterior depois de experimentar diferentes posições colocadas pelo clips. Aqui a estudante está procurando **Classificar** suas **Informações** diferenciadas e evidentemente utilizando seu **Raciocínio Lógico** para voltar novamente a sua **Hipótese** anterior.

29.4	Bia: Não tem nada a ver cara. Se eu colocar aqui do lado... se eu colocar em pé... não! se eu colocar no meio... ele fica também!"
------	--

Neste ponto, Pedro e Ana se desinteressam momentaneamente pela busca. No entanto, Bia persiste nas tentativas de levantamento de informações experimentais. Quando Leo segura a ponta do barbante e Bia aproxima o ímã do clips, este se movimenta apontando literalmente o pólo do ímã em forma de barra.

A percepção visual do novo dado obtido não deixa mais dúvidas em Bia e Leo. A fala aqui expressa a surpresa, o encantamento e a felicidade de conseguirem enfim um resultado experimental conclusivo.

29.5	Bia: Caraca, mano!!! Tu viu isso?!
30	Leo: É!!!! Gente!!! Vocês estão vendo?! Pera aí...
31	Bia: Era isso que tinha que acontecer...

Novamente nos turnos 30 ao 35, Leo e Bia voltam para o **Levantamento e Teste de Hipóteses** que vão sendo construídas e experimentadas concomitantemente depois de terem encontrado uma forma adequada de utilizarem o pêndulo como clips. Aqui não há mais dúvidas: os estudantes estão encantados com sua descoberta de como utilizar adequadamente o aparato experimental para responder à questão.

No turno 33 as atividades mostram como o clips é atraído pelas faces menores do imã em forma de barra e no turno 38, quando os estudantes investigam novamente o imã em forma de placa observam que o poder de atração se concentra nas faces menores.

Desta forma terminam a atividade **Testando as Hipóteses, Justificando** e utilizando o **Raciocínio Lógico** para **Explicação** das experimentações realizadas.

5- Os procedimentos experimentais como potencializadores da enculturação científica

Na atividade analisada, cujo objetivo principal era levar os estudantes a perceberem a existência de dois pólos magnéticos em cada imã, independentemente de seu formato, exigia-se dos estudantes que sua atenção se voltasse para os procedimentos e as estratégias de posicionamento do material experimental para que conseguissem dados conclusivos sobre a situação proposta. Assim, esta preocupação permeia vários turnos da cena e constitui-se como foco central das discussões em alguns episódios.

Mesmo não sendo Leo a manusear os experimentos, ele demonstra em toda a atividade sua preocupação com os procedimentos que devem ser realizados. Nos episódios 03 e 04 todas as suas interações verbais com os outros estudantes estão orientadas no sentido de construir as estratégias de posicionamento dos materiais experimentais para a obtenção de dados que possam trazer a informação desejada.

6	Leo: Não é melhor deixar o negócio na mesa e ir passando em cima?
8	Leo: Deixar o ímã na mesa..... Põe o ímã em cima da mesa! E aí vai passando o negócio de leve em cima...
16	Leo:Gente, usa a ponta do clips!
18	Leo:Não! Não! Usa a ponta do clips! Se você usar a superfície toda, não adianta!
22	Leo:Porque ele [o ímã] quer atrair as coisinhas, com a ponta dá para ver se está atraindo ou não!

Bia, que se apresenta como a principal executora das atividades experimentais, mesmo realizando diretamente as tarefas de manipulação, preocupa-se em alguns momentos em guiar os procedimentos e em outros verbaliza suas preocupações e inquietações de não os encontrar.

5	Bia: Levanta um pouquinho...
9	Bia;[fala para Ana] Mais aí você tem que deixar parado.
25.1	Bia: Gruda! Mas aqui também está atraindo, também tem atração!
25.2	Mas aqui não vai ficar parado aqui... vai para cá

Ana e Pedro, em menor intensidade, também demonstram preocupações com os procedimentos necessários.

24	Ana: Põe então a ponta aqui desse lado para ver se gruda...
----	---

No turno 14, Pedro tenta retirar o ímã da mão de Bia para verificar sua sugestão de que uma parte dele não atraia, no entanto Bia desvia sua mão, não permitindo. No turno 15, enquanto Bia parece concordar com a sugestão de Pedro, ele (Pedro) retira o ímã da mão de Bia e passa a manipular a experimentação.

Estas posturas observadas refletem uma importante preocupação dos estudantes durante a investigação que são as atitudes para criar estratégias e/ou procedimentos para coletar os dados referentes à investigação.

Estes dados nos mostram que, enquanto desenvolvem uma investigação na qual necessitamos interagir com objetos, ferramentas e/ou instrumentos, muito do levantamento e testes de hipótese surgem quando os estudantes ou parte deles estão preocupados em estabelecer, elaborar ou construir estratégias e/ou atitudes que visam dar resposta as suas questões de pesquisa. Deste modo os

estudantes, durante sua investigação, preocupam-se em estruturar uma sequência de procedimentos visando:

- a) **A aquisição dos dados experimentais**, ou seja, elaborar procedimentos metodológicos necessários para aquisição de novos dados que seriam necessários para o desenvolvimento da atividade de investigação;
- b) **Identificação das Variáveis**, ou seja, identificar, reconhecer e separar as variáveis que estão relacionadas com a situação em estudo; e
- c) **Análise da Relação entre Variáveis**, que estariam relacionados aos procedimentos e estratégias que possam explicitar e/ou estabelecer relações de dependência qualitativas e/ou quantitativas entre as diferentes variáveis identificadas.

Assim nossas análises indicam que Sequências Didáticas Investigativas nas quais sejam necessários que os estudantes manuseiem objetos ou aparatos experimentais, potencializam o surgimento de episódios nos quais os estudantes preocupam-se em elaborar estratégias procedimentais de como atuar com tais objetos e/ou aparatos. Estas **estratégias procedimentais** desencadeiam episódios que mostram-se fecundos para o surgimento e testagem de novas Hipóteses, bem como para desencadear uma atividade de argumentação entre os estudantes pautada em observação empírica e dados experimentais.

6-Considerações finais e recomendações para área

Neste trabalho procuramos evidenciar as potencialidades didáticas relacionada à utilização de atividades de investigação abertas. Procuramos mostrar em nossas análises, que este tipo de atividade é potencialmente rica na possibilidade de desenvolver nos estudantes habilidades semelhantes ao trabalho desenvolvido pelos cientistas em seus laboratórios.

Ao utilizarmos os Indicadores da Alfabetização Científica na análise dos episódios selecionados desta sequência didática, buscamos justamente evidenciar estas competências próprias do fazer científico que são disponibilizados no plano social de nossas salas de aula quando utilizamos Atividades Investigativas previamente planejadas para este objetivo.

Ao analisar as interações verbais entre os estudantes durante a realização desta investigação, identificamos que um grande número destes Indicadores da Alfabetização Científica surgia enquanto

os estudantes elaboravam estratégias e procedimentos que seriam necessários para utilização da ferramenta disponibilizada para esta investigação. Assim, os estudantes tiveram que elaborar procedimentos para **aquisição dos dados experimentais** para o desenvolvimento da atividade de investigação; **identificação e seleção das variáveis** relacionadas com a situação e **análise da relação entre estas variáveis**.

Assim, uma importante recomendação para área de ensino de ciências, principalmente para o desenvolvimento e estruturação de novas sequencias didáticas investigativas, é a proposição de situações nas quais os estudantes necessitem elaborar procedimentos de investigação que utilizam instrumentos e/ou ferramentas experimentais. Nossos dados mostram que é justamente o desenvolvimento destes procedimentos que potencializou o surgimento de argumentação entre os estudantes pautada em importantes aspectos da cultura científica tais como o levantamento, identificação e testagem de novos dados e hipóteses bem como estabelecer relações entre eles.

7-Referências

- ARRUDA, S. M.; LABURÚ, C. E. Considerações sobre a função do experimento no ensino de ciências. In. NARDI, R.(Org). *Questões atuais no ensino de Ciências*. São Paulo: Escrituras Editora, p.53-60, 1998.
- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por Investigação: Problematizando as Atividades em Sala de Aula. In. CARVALHO, A. M. P. de.(Org). *Ensino de Ciências – Unindo a Pesquisa e a Prática*.-São Paulo: Pioneira Thomson Learning, pp.19-33, 2004.
- BERNARDO, J. R. R. A construção de estratégias para abordagem do tema Energia a luz do enfoque Ciência –Tecnologia – Sociedade (CTS) junto a professores de Física do ensino médio. Tese (Doutorado em Ensino de Biociências e Saúde) – Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2008, 246p.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.19, n.3, pp. 9-30, dez. 2002.
- CAPECCHI, M. C. V. M.; CARVALHO, A. M. P. Atividade de laboratório como instrumento para a abordagem de aspectos da cultura científica em sala de aula. *Pro-posições*, Campinas – SP., v.17, n.1, p. 137-153, 2006.
- CARVALHO. A.M.P.; SANTOS, E.; AZEVEDO, M.C.; DATE, M.; FUJII, S. & NASCIMENTO, V.B. *Termodinâmica: um ensino por investigação*. São Paulo: Editora da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1999.
- CARVALHO, A. M. P. Critérios Estruturantes para o Ensino de Ciências. In: Carvalho, A. M. P. (org.). *Ensino de Ciências - Unindo a pesquisa e a pratica*. São Paulo: Thomson, 2004. p. 1-17

CARVALHO, A. M. P. habilidades de professores para promover a enculturação científica. *Revista Contexto e Educação*, v.22, n.77, p.25-49, 2007.

CARVALHO, A. M. P. Enculturação científica: uma meta do ensino de Ciências. In: Clarice Travessini; Edla Eggert; Elaine Pares; Lara Bonin. (org). *Trajetórias e processos de ensinar a aprender: práticas e didáticas. XIV ENDIPE*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008, v. 2, p. 115-135.

FOUREZ, G. Crise no ensino de Ciências? *Investigação em ensino de ciências*. v. 8, n. 2, p.1-14, 2002.

LEMKE, J. L. Investigar para el futuro de la educación científica: novas formas de aprender, novas formas de viver. *Enseñanza de las ciencias*. 2006, v.24, p.5-12.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: A proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*. v. 13, n. 3, pp.333-352, 2008.

SASSERON, L. H. Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula. 265 p. 2008. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, v.12, n.3, 2007.

PENHA, S. P. *A Física e a Sociedade na TV*. 2006. 89 f. Dissertação (Mestre) - Curso de Ensino de Ciências e Matemática, Cefet-rj, Rio de Janeiro, 2006.

PENHA, S. P. A Física e a Sociedade na TV. In: VIANNA, Deise Miranda (org.). *Novas Perspectivas para o Ensino de Física: Proposta para uma formação cidadã centrada no enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade - CTS*. Rio de Janeiro: Gráfica UFRJ, 2008. p. 31-116.

Yore, L.D., Bisanz, G.L e Hand, B.M., “Examining the Literacy Component of Science Literacy: 25 Years of Language Arts and Science Research”, *International Journal of Science Education*, v. 25, n. 6, 689-725, 2003.