

OUVINDO OS ESTUDANTES EM UMA ATIVIDADE INVESTIGATIVA DE UMA AULA DE FÍSICA

LISTENING TO THE STUDENTS IN AN INVESTIGATIVE ACTIVITY OF A PHYSICS CLASS

ESCUCHANDO A LOS ESTUDIANTES EN UNA ACTIVIDAD DE INVESTIGACIÓN DE UNA CLASE DE FÍSICA

Roberto Barreto de Moraes¹
Deise Miranda Vianna²
Sidnei Percia da Penha³

Resumo: Este artigo analisa as interações verbais de estudantes do Ensino Médio durante uma atividade investigativa sobre as propriedades magnéticas dos ímãs, que foi estruturada utilizando-se de uma abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Objetivando identificar se, quando são dadas as condições para resolverem um problema experimental que envolva o conhecimento físico em questão, os estudantes são capazes de estruturar suas próprias explicações causais a respeito dos eventos observados. A partir de transcrições de registros em vídeo e áudio em salas de aula, foram selecionados e alguns episódios e analisadas as interações verbais dos estudantes, procurando-se encontrar indicadores de enculturação científica.

Palavras-chave: Ensino de Física; Atividades Investigativas; Alfabetização Científica; Abordagem CTS.

Abstract: This paper analysis verbal interactions of high school students during an investigative activity about the general properties of magnets, which was structured using a STS (Science, Technology and Society) approach. The objective was to identify whether, when given the proper conditions to solve an experimental problem involving a physical knowledge, the students are capable to structure their own causal explanations of observed events. From transcriptions of video and audio recordings made in classrooms, some episodes were selected and the verbal interactions of the students were analyzed, whilst seeking for indicators that demonstrate whether scientific literacy was achieved.

Keywords: Physics Education; Investigative Activities; Scientific Literacy; STS Approach.

Resumen: Este artículo analiza las interacciones verbales de estudiantes de secundaria durante una actividad de investigación sobre las propiedades magnéticas de los imanes, la cual fue estructurada bajo un enfoque CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad). El objetivo fue identificar si, cuando se dan las condiciones adecuadas para resolver un problema experimental que involucra conocimiento físico, los estudiantes son capaces de estructurar sus propias explicaciones causales acerca de los eventos observados. A partir de transcripciones de grabaciones de vídeo y audio en las clases, han sido seleccionados episodios y analizadas las interacciones verbales de los estudiantes, buscando indicadores que demuestren si se logró la alfabetización científica.

Palabras-clave: Enseñanza de Física; Actividades de investigación; Alfabetización científica; Enfoque CTS.

Submetido 05/08/2020

Aceito 19/10/2020

Publicado 20/10/2020

¹ Doutor em Engenharia Mecânica. Instituto de Física da UFRJ. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8550-2725>. E-mail: rbarmoraes@gmail.com.

² Doutora em Educação. Instituto de Física da UFRJ. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5846-0841>. E-mail: deisemv@if.ufrj.br.

³ Doutor em Ensino de Ciências. Instituto de Física da UFRJ. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1317-2218>. E-mail: sidnei.percia@uol.com.br.

Introdução

O baixo desempenho e interesse dos estudantes no Ensino de Ciências denunciam a necessidade urgente de um trabalho de reconfiguração do nosso espaço escolar, e mais especificamente, da transformação das salas de aula de Ciências. Pesquisadores em Ensino buscam estabelecer estratégias que consigam fazer com que as inovações teóricas e metodológicas desenvolvidas possam chegar até a sala de aula das escolas. Porém, segundo Maldaner et al. (2007), os resultados destas investigações não conseguem adentrar os interiores das salas de aula.

É importante que os estudantes percebam que os conteúdos abordados nas salas de aula estão intimamente relacionados ao seu mundo cotidiano, aos problemas e transformações sociais, políticas e econômicas que nortearam os rumos da sociedade como um todo e conseqüentemente de suas vidas. Conforme preconizado por Vygotsky (2000), aprender (assim como ensinar) é uma experiência primordialmente coletiva: é por meio das interações com os outros, sejam eles mais ou menos experientes, que o conhecimento se constrói.

Para Machado e Sasseron (2012) este conceito de interação revela um traço tipicamente humano, que é a capacidade de articular a linguagem para se apropriar de um conjunto de representações simbólicas e formas de expressão que são construídas, e adquirem significado no seio da interação social. Segundo Martins et al. (1999), aprender Ciências necessariamente exige o emprego de uma pluralidade de meios de comunicação de forma coordenada, e a forma de se conseguir tal multiplicidade em sala de aula passa necessariamente pela interação entre os sujeitos envolvidos. As atividades implementadas devem, portanto, privilegiar as discussões, os debates, as exposições de ideias e percepções dos alunos diante de um conceito ou fenômeno, isto é, devem ser problematizadoras.

Deste modo, têm sido importantes os esforços na produção e análise de novas possibilidades de sequências didáticas elaboradas sob o enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) com os elementos das atividades investigativas (Penha, 2008; Vianna e Bernardo, 2012). Um dos objetivos centrais do movimento CTS reivindica que as decisões em relação à Ciência e à Tecnologia sejam mais democráticas, onde mais atores sociais participem, deslocando o foco principal do conteúdo para uma abordagem mais abrangente que dê ao estudante autonomia para se posicionar frente aos conflitos sociais que virão a seguir, quando



das diferentes aplicações científico-tecnológicas, com o objetivo de capacitar o aluno a compreender a realidade ao seu redor, de modo que ele possa participar de forma crítica e consciente da sociedade na qual se encontra inserido (Cruz e Zylbersztajn, 2001). Assim, além da apresentação de conteúdos específicos, as atividades desenvolvidas sob esse enfoque deverão conter elementos que possam “desenvolver a capacidade dos alunos de assumirem posições face a problemas controvertidos, e agirem no sentido de resolvê-los” (Krasilchik, 1985, p. 8).

Este artigo tem por objetivo apresentar resultados das análises das falas de estudantes do Ensino Médio atuando em trabalho colaborativo em uma atividade investigativa sobre as propriedades atrativas dos ímãs. Inicialmente serão apresentados aspectos do marco teórico sobre argumentação em sala de aula além de aspectos da metodologia de pesquisa qualitativa em Ensino de Física. Serão relacionados indicadores de alfabetização científica nas falas dos estudantes que demonstrem se, em sala de aula, quando lhes são dadas as condições para resolverem um problema experimental que envolva o conhecimento físico sobre Magnetismo dos ímãs, os alunos são capazes de estruturar suas próprias explicações causais acerca dos fenômenos observados durante os experimentos. A seguir destacaremos os referenciais teóricos envolvidos, assim como o desenvolvimento da atividade em sala de aula conseguinte à coleta de dados da pesquisa realizada.

3

Interações verbais dos estudantes em salas de aula de Ciências

Produção do conhecimento em sala de aula

Diversas são as formas de linguagem que são combinadas para cumprir o objetivo de que haja uma comunicação mais eficaz. Ao se observar a linguagem como prática social, isto é, ao serem construídos significados, necessariamente recorre-se a gestos, ações e/ou elementos próprios de cada cultura.

São diversas as interações discursivas que ocorrem em uma sala de aula, como por exemplo, durante a exposição oral de uma ideia, durante a leitura ou elaboração de um texto escrito, durante trabalhos com gráficos, imagens ou recursos audiovisuais, assim como são igualmente numerosas as possíveis relações entre saberes que podem ser geradas ou reforçadas durante o processo de ensino e aprendizagem (Sasseron e Carvalho, 2011, p. 98).

Carvalho (2003) propôs uma análise das interações verbais de professores e estudantes que mostrasse se os estudantes alcançaram ou não padrões do raciocínio científico e se os professores criaram um ambiente propício ao desenvolvimento científico de seus alunos.

Jiménez-Aleixandre e Bustamante (2003) ressaltam a importância da fala dos estudantes nas aulas de Ciências, segundo os autores, “por argumentação entende-se a capacidade de relacionar dados e conclusões, de avaliar enunciados teóricos à luz dos dados empíricos ou procedentes de outras fontes”. Sasseron e Carvalho (2008) entendem a argumentação como “todo e qualquer discurso em que aluno e professor apresentam suas opiniões em aula, descrevendo ideias, apresentando hipóteses e evidências, justificando ações ou conclusões a que tenham chegado, e explicando resultados alcançados”.

Há um papel primordial da linguagem na gênese das explicações causais. Assim, ao serem analisadas as interações verbais e não-verbais (como gestos, desenhos, escritos, etc.) ocorridas em aula, de acordo com Carvalho (2003), podemos observar se os estudantes levantam hipóteses a partir de seus conhecimentos prévios, se utilizam o raciocínio hipotético-dedutivo “se/então/portanto”; se desenvolvem o raciocínio proporcional ao realizar análises qualitativas; e se são capazes de contextualizar o conhecimento com a sociedade que os cerca.

Essas análises nos permitem identificar se a contextualização da temática, bem como a ordenação de conteúdos científicos abordados na sequência didática, possibilitou aos estudantes se envolverem em ações discursivas relacionadas à resolução de questões e problemas que envolvam as complexas relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

As atividades de conhecimento físico devem fundamentar-se na ação dos alunos, segundo Pereira (2010), “para que a atividade experimental possa ser considerada uma atividade investigativa, o aluno não deve ter uma ação limitada à simples observação ou manipulação”. A resolução de um problema via experimentação envolve manipulação, mas também reflexão, relatos, discussões, ponderações e explicações. Primeiramente, criam-se condições em sala de aula para que os estudantes reflitam e elaborem hipóteses teóricas e/ou experimentais acerca da temática abordada. É necessário que compreendam o que fizeram, buscando uma linha de raciocínio e pensamento – a metacognição: o “como” conseguiram resolver o problema e o “por que” deu certo (Tao e Gunstone, 1999). Os pronomes “eu”, “nós”, “você” estarão presentes nos discursos e as interjeições aparecerão.

O uso da linguagem e a argumentação no Ensino das Ciências

Para que o estudante exponha o seu pensamento durante o ensino é necessário e indispensável o planejamento de uma atividade que dê oportunidade de promover uma ampla participação e envolvimento deste, mas, além disso, o professor precisa estar preparado para atuar como fomentador e mediador da argumentação em classe – entre professor/estudante e estudante/estudantes. Assim o problema da argumentação, isto é, de como ela acontece em sala de aula e qual o seu papel na construção do conhecimento pelos alunos, surge como uma necessidade de encontrar resposta a uma questão que pode ser teórica ou prática.

Há diferenças significativas entre as metodologias de pesquisa quando as perguntas são: “o quanto se aprende” e “como se aprende” (Carvalho, 2003). No presente caso, o interesse maior é entender se os estudantes conseguem perceber a Ciência como construção quando participam de um ensino por investigação, e quais as condições de ensino que possibilitam as argumentações dos alunos.

Carvalho e Sasseron (2018) destacam como a pesquisa em Ensino de Ciências tem constatado o papel da linguagem, observando a importância de “interações discursivas entre professor e alunos”, amparando-se em perspectivas sociológicas e filosóficas das Ciências que as identificam como atividades sociais, pelas quais os conhecimentos científicos podem ser debatidos e compreendidos em sala de aula.

De modo geral, alunos iniciantes pouco conhecem sobre Física, e não são ainda capazes de elaborar argumentos científicos de elevada complexidade. O objetivo, portanto, deve ser o de promover a Enculturação Científica dos estudantes, ou seja, inseri-los em uma nova cultura permeada de códigos, símbolos, valores, práticas e linguagem próprias do fazer científico. Neste sentido o espaço social das salas de aula deve possibilitar que sejam estudados e debatidos os principais aspectos que circundam as práticas científicas de modo que seja possível encontrar formas de se apresentar os conceitos e as noções da Física e das Ciências tendo como referências os modos de construir e validar conhecimentos nessas áreas (Driver et al., 1994; Cappechi e Carvalho, 2006).

A linguagem argumentativa exerce uma figura central no Ensino de Física. Nas atividades de ensino nas quais os estudantes necessitam analisar os fenômenos e debater os “fatos científicos”, eles devem apresentar justificativas que sejam devidamente consistentes.

Desta forma, quanto mais o contexto for do domínio do estudante, mas facilmente ele poderá elaborar relações causais (Carvalho e Sasseron, 2018).

No âmbito da Física, além da linguagem argumentativa, é essencial considerar a linguagem matemática como um modo de comunicação estritamente necessária na construção de ideias e disseminação de conhecimentos.

Os indicadores de argumentação nas aulas investigativas

Segundo Azevedo (2004), “uma atividade investigativa (não necessariamente de laboratório) deve estar acompanhada de uma situação problematizadora, questionadora e de diálogo”. De acordo com a autora, para que uma atividade seja classificada como investigativa, a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ele deverá conter características uma investigação científica através de relatos, reflexões, discussões, explicações por parte dos estudantes.

Em uma proposta de sequência didática, podem ser utilizados diferentes formatos de atividades investigativas, tais como: demonstrações investigativas, laboratório aberto, questões abertas e problemas abertos (Penha, 2006; Carvalho, 2006).

A etapa de criar o problema é essencial para uma aula investigativa. Verificar o conhecimento prévio do aluno é também uma parte da criação do problema, pois o estudante precisa reconhecer o problema proposto e compreendê-lo de modo a buscar sua resolução. Segundo Machado e Sasseron (2012), os aspectos discursivos do ensino investigativo são os seguintes: a criação do problema; o trabalho com os dados; o processo de investigação; e a explicação ou internalização dos conceitos.

Com base nos seus estudos sobre argumentação, Sasseron e Carvalho (2008) elaboraram indicadores que representam as habilidades discursivas e as ações articuladas pelos alunos, mais tarde ampliado por Penha et al. (2015), representados no Quadro 1.

Seguindo a proposição de Sasseron e Carvalho (2008), os indicadores têm a função de mostrar destrezas que aparecem quando a alfabetização científica está em processo de construção, dividindo-os em quatro grupos: aqueles que estão ligados ao levantamento dos dados e variáveis da investigação; aqueles que se relacionam especificamente ao trabalho com os dados obtidos; aqueles que englobam as dimensões relacionadas à estruturação dos pensamentos que moldam as afirmações feitas e demonstram formas de organizá-los quando se

tem por premissa a construção de uma ideia lógica e objetiva; e aqueles nos quais se concentram os mais ligados diretamente à procura do entendimento da situação analisada.

Penha et al. (2015) ampliaram este entendimento dos indicadores de alfabetização científica, levando em conta também aqueles que buscam a elaboração de procedimentos e estratégias experimentais durante a atividade de investigação.

Quadro 1 – Os indicadores de alfabetização científica e suas funcionalidades.

Funcionalidade	Indicadores de Alfabetização Científica
Indicadores relacionados com a obtenção de dados e delimitação de variáveis	Levantamento de hipótese Teste de hipótese
Indicadores relacionados ao trabalho com dados empíricos, em geral relacionados ao modo de se realizar a investigação	Classificação de informações Serição de informações Organização de informações
Indicadores de relação entre variáveis e informações, buscando o entendimento da situação analisada	Explicação Justificativa Previsão
Indicadores de apropriação de ideias em caráter científico e estruturação do pensamento analítico	Raciocínio lógico Raciocínio proporcional
Indicadores relacionados com a aquisição dos dados experimentais, a identificação das variáveis e análise da relação entre variáveis	Estratégias Procedimentais

Fonte: Indicadores propostos por Sasseron e Carvalho (2008), representados pelas quatro primeiras funcionalidades, e por Penha et al. (2015), representado pela última funcionalidade.

Sasseron e Carvalho (2008) afirmam ainda que a presença de um indicador não inviabiliza a manifestação de outros, ao contrário, durante as argumentações realizadas é provável que os indicadores demonstrem suporte entre si para a explanação que está sendo realizada em um dado momento pelo estudante em questão.

A pesquisa e sua metodologia

A pesquisa foi desenvolvida com estudantes de 3 (três) turmas do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública federal situada no bairro da Lagoa, Zona Sul da cidade do Rio de Janeiro, RJ. As turmas possuíam, em média, cerca de 30 (trinta) estudantes por classe.

Para o desenvolvimento das atividades foi utilizada a sequência didática intitulada “A Física e a Sociedade na TV” (Penha, 2008), desenvolvida para o estudo do Eletromagnetismo com alunos do Ensino Médio. Neste material foi utilizada uma abordagem CTS aliada à metodologia de atividade investigativa para estruturar diferentes atividades teóricas e experimentais tais como oficinas, conferências, mesas redondas, dentre outras.

As oficinas e conferências foram desenvolvidas no formato de atividades investigativas, nas quais os grupos de estudantes realizavam uma série de investigações sobre os conteúdos do Eletromagnetismo para o entendimento de diferentes aparatos tecnológicos que iam sendo estudados e trabalhados. Os conteúdos programáticos foram apresentados como consequência da necessidade do entendimento destes aparatos tecnológicos. A sequência didática como um todo foi aplicada em um bimestre escolar.

Com os estudantes de cada classe tendo sido divididos em sete grupos de 4 (quatro) ou 5 (cinco) pessoas por turma, as gravações de todas as atividades foram realizadas através de uma câmera de vídeo fixada sobre um tripé e sete gravadores de *mp3* (áudio) distribuídos aos grupos de alunos envolvidos nas atividades.

A pesquisa em questão obedece a um delineamento do tipo qualitativo, dado que se vale de interpretações de fala, escrita, gestos e ações dos estudantes durante as aulas, os dados coletados são predominantemente descritivos, pois o objetivo é a descrição do processo de enculturação científica dos alunos (Ludke e André, 1986).

Um tópico delicado da metodologia qualitativa refere-se à validade e à fidedignidade dos resultados obtidos (Moreira, 2018). Validade diz respeito ao compromisso de estarmos medindo realmente o que queremos, assim, está relacionada com o planejamento geral do processo de registro dos dados. A fidedignidade diz respeito à precisão das medições.

Com o objetivo de se evitar as possíveis interferências que poderiam vir a surgir durante o período de coleta de dados devido à inserção dos equipamentos de registro de gravação (e do operador de tais instrumentos) no ambiente de sala de aula, alguns cuidados procedimentais foram tomados, como inicialmente acostumar a classe com a pessoa que vai gravar e com a função da gravação. Assim as gravações foram iniciadas algumas aulas antes das planejadas para a obtenção dos dados de pesquisa “de tal modo que os alunos e o professor já vejam essa função como parte da aula e toda a curiosidade já tenha sido acalmada” (Carvalho, 2007, p. 31). Isso não acontece somente com a câmera de vídeo e os gravadores de áudio, mas com qualquer

pessoa estranha à classe, inclusive o pesquisador que irá simplesmente observar e/ou também colaborar com a atividade e o processo de ensino.

Do ponto de vista teórico não podemos dizer que não há interferência, pois todo e qualquer instrumento interfere no fenômeno a ser estudado, por exemplo: um voltímetro modifica a tensão elétrica que pretende medir, assim como um termômetro troca calor com o corpo do qual mede a temperatura e assim o valor mostrado é necessariamente alterado – mas evidentemente não teríamos um crescimento das Ciências e uma explicação dos fenômenos da natureza se não houvesse a utilização dos instrumentos em questão e das medições realizadas através deles. Na verdade as lentes de uma câmera e/ou o diafragma de captação de um gravador, encarnados em sala de aula, tendo um pesquisador por trás permite ultrapassar os limites do observável na relação dos processos de ensino e aprendizagem e nos leva, sem dúvidas, a uma mudança de paradigma nas pesquisas didáticas.

Há de se ter consciência que as gravações de áudios e vídeos não são dados simples e diretos de uma pesquisa. Para transformar as gravações das aulas em dados para as pesquisas há de se selecionar o que Carvalho e Gil-Pérez (1993) denominaram como “episódios de ensino”, isto é, “momentos extraídos de uma aula, onde fica evidente uma situação que se quer investigar”. O episódio faz parte do ensino e é desta forma um recorte feito na aula, uma sequência selecionada onde situações-chave são resgatadas.

Ao assistir aos vídeos das aulas e/ou ouvir as gravações dos áudios, pode-se notar que um mesmo episódio de ensino pode não ser contínuo, isto é, o problema que se está analisando tem sua sequência interrompida, continuando minutos após ou mesmo em aulas posteriores. Para estes casos, subdividem-se os episódios de ensino em cenas (Carvalho, 2006).

Ao todo, durante a aplicação de toda a sequência didática, foram gravadas cerca de 10 (dez) horas de vídeo e 42 (quarenta e duas) horas de áudio em média para cada uma das 3 (três) turmas da escola em questão, que em seguida às gravações foram depuradas, decupadas e transcritas. Neste sentido, cabe ao pesquisador um trabalho muito próximo ao de um produtor ou editor de um filme. É ele que vai montar as diversas cenas de um episódio para dar sentido aos seus dados, pois os diálogos, as discussões em sala de aula não são retílineas, dado que temos de tomar consciência da dificuldade da construção do conhecimento pelos estudantes e da lentidão com que se processam as mudanças dos conhecimentos espontâneos para os científicos, das idas e vindas tanto das participações dos alunos como as dos professores.

As transcrições foram totalmente fiéis às falas a que corresponderam, seguindo o proposto por Carvalho (2004), que afirmou que “a substituição de termos por sinônimos são terminantemente proibidos”. Sobre a correção de erros de concordância, a autora afirma que existem dois pontos de vista diferentes entre os pesquisadores desta área: um grupo acha que não se pode fazer as correções enquanto outro, recorrendo a posições éticas de um profissional estar analisando outro profissional, quase sempre colegas, e ainda ao se considerar a diferença existente entre a linguagem falada e a escrita, acha necessário que pequenas correções gramaticais sejam feitas na apresentação dos dados; e existem também problemas com as pronúncias de palavras, que podem ou não ser consideradas nas transcrições das falas. No presente caso, optamos por manter eventuais gírias, expressões idiomáticas e vícios de linguagem nas transcrições, buscando assim manter maior fidelidade ao material bruto.

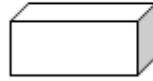
Outro aspecto importante a se considerar nas transcrições é a possibilidade de não se perder informações sobre entonação, pausas, humor, grau de certeza nas afirmações, palavras subentendidas, entre outros. Lemke (1998) chama a atenção para a importância da conservação dessas considerações nos registros, visando uma análise detalhada dos mesmos.

Análise do episódio de ensino selecionado

Analisamos um episódio de ensino composto por cinco cenas, tomadas a partir das gravações em áudio e em vídeo de uma das atividades da sequência de ensino aplicada, denominada: “A bússola e o magnetismo: o desenvolvimento de uma técnica de orientação”, que tinha por objetivo de estudar o funcionamento das bússolas, propondo então uma série de investigações sobre as propriedades magnéticas de diferentes ímãs.

A atividade consistia em identificar se todos os pontos da superfície de um ímã possuem a mesma capacidade atrativa. Para isso foi proposto aos alunos que, utilizando um pequeno pêndulo formado por um *clips* não magnetizado amarrado em um barbante, investigassem se todos os pontos da superfície de dois diferentes ímãs possuíam o mesmo “poder de atração”, ou seja, suas polarizações, sendo um ímã em forma de barra (em que os pólos magnéticos se encontram nas superfícies menores do elemento) e outro em forma de placa (em que os pólos magnéticos localizam-se nas superfícies maiores do objeto), conforme mostrado na Figura 1.

ímã em forma de barra:



ímã em forma de placa:

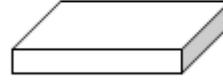


Figura 1: Ímãs utilizados na atividade investigativa proposta.

Segue-se então a análise qualitativa das falas transcritas. Para tal, serão utilizados os indicadores de alfabetização científica mostrados no Quadro 1. A seguir será transcrito o episódio de ensino onde os estudantes estruturam suas investigações. As inserções entre colchetes com letras em *itálico* representam notas dos presentes autores acerca dos diálogos realizados entre os estudantes de forma a dirimir termos vagos que levariam a uma difícil compreensão do episódio.

Os dados são referentes a um grupo formado por quatro estudantes identificados por E1, E2, E3 e E4. Os nomes dos alunos foram trocados por letras com o objetivo de manter preservada e ocultada a identidade de cada um.

A atividade é iniciada através da leitura do enunciado do livro-texto, onde os próprios estudantes já divididos em grupos realizam-na. Como não há uma indicação propriamente dita de uma possível “melhor” forma de utilização e configuração do *clips* e barbante, e conseguinte utilização do pêndulo, nem sobre os ímãs em si (além de meramente visual), há uma grande hesitação inicial sobre como devem proceder para a realização do experimento.

Na Cena 1, o estudante E2 indaga E1 sobre a diferença entre os ímãs fornecidos, conforme transcrito no Quadro 2, o que sugere que neste ponto os estudantes estão buscando identificar os objetos e criar uma estratégia para desenvolver o teor da atividade.

Quadro 2 – Cena 1 do Episódio de Ensino: estratégias procedimentais

Turno	Estudante	Transcrição das falas	Indicadores
05	E2	Têm a mesma [<i>capacidade de atração</i>]?	Estratégias Procedimentais
06	E1	Acho que não, cara!	
07	E2	Placa é igual à barra?	Estratégias Procedimentais

08	E1	Aqui, tá vendo? [<i>mostrando como os ímãs são diferentes entre si</i>]	Classificação de informação
09	E2	Ah, legal!	

Durante o turno 05 da Cena 1, o estudante E2 está apontando os ímãs para os seus colegas de grupo, indagando-os se bastaria realizar o experimento com apenas um dos ímãs dispostos. Percebe-se que há inicialmente dúvida entre os membros do grupo se há excesso ou eventuais redundâncias que foram fornecidas como material experimental pelo professor da disciplina. Portanto ao analisar os materiais que lhes foram entregues e identificando as formas de utilização dos mesmos, estariam os estudantes neste ponto elaborando os procedimentos a serem utilizados durante a investigação.

Iniciam-se então as observações do fenômeno e a discussão toma forma no grupo. Os estudantes começam a observar que em ambos os polos dos elementos magnéticos há atração, identificado pela discussão sobre os “lados” dos ímãs, hesitando, porém, sobre qual seria diferença entre a capacidade atrativa dos ímãs em placa para aqueles em barra (Quadro 3).

12

Quadro 3 – Cena 2 do Episódio de Ensino: dúvidas e hesitações

Turno	Estudante	Transcrição das falas	Indicadores
11	E3	Aqui, oh! [<i>apontando que há atração em um dos lados do ímã em barra</i>]	Classificação de informação
12.1	E1	Calma aí! Vira!	Organização de informação
12.2		Aqui é de um lado, oh!	
13	E2	Mas esse daqui também!	Seriação de informação
14	E1	Aqui, não... droga! Não sei...	
15.1	E3	Não! É porque eu acho que os polos estão do lado...	Previsão
15.2	E3	Peraí... tá vindo pra esse lado!	Teste de hipóteses
16	E2	Ah, eu acho são que os mesmos!	Previsão

Nota-se porém que neste ponto há ainda um descompasso procedimental do grupo. Eles encostam diretamente o *clips* contra os ímãs sem usá-lo amarrado ao barbante como um

pêndulo, de certa forma até friccionando-os mutuamente. Como a configuração experimental ainda não é a ideal, as dúvidas se acumulam conforme observado nos turnos 13, 14 e 16 durante a Cena 2 (Quadro 3).

Eis que após alguns minutos de discussões pouco frutíferas sobre como melhor desenvolver a atividade, E2 resolve buscar uma nova estratégia experimental, elevando o barbante com o *clips*, deixando-o livre no ar, e não mais o aproximando ou friccionando contra os ímãs. Nesse momento, a estratégia passa a ser a oposta daquela que estava sendo realizada até então, com o pêndulo formado pelo barbante amarrado ao *clips* suspenso, um dos ímãs passa a ser aproximado vagorosamente da ponta do conjunto.

A Cena 3 inicia-se então com uma interjeição de surpresa (turno 19.1), e as feições dos estudantes, que até ali eram de decepção por terem passado vários minutos com dúvidas se acumulando e nenhuma conclusão obtida, se modificam positivamente. Com a nova estratégia que os permite verificar as hipóteses do problema, os indicadores de obtenção dos dados enfim surgem (Quadro 4).

Quadro 4 – Cena 3 do Episódio de Ensino: testes das hipóteses levantadas

Turno	Estudante	Transcrição das falas	Indicadores
19.1	E1	Ah!! Vai lá! Vai! Tá vendo?	
19.2	E1	Fica para esse lado! Agora, se eu colocar desse lado aqui, ele vai atrair aqui! [<i>mostrando aos colegas as diferenças entre os ímãs em forma de placa e de barra</i>]	Teste de hipóteses
20	E2	E aqui? [<i>sobre o ímã em forma de barra</i>]	
21	E1	Na ponta! Ele vai atrair nas pontas, oh! [<i>sobre o ímã em forma de barra</i>]	Teste de hipóteses
22	E4	De novo aqui... [<i>pega de volta o ímã em forma de placa</i>]	Seriação de informações
23	E2	Esse daqui não! Esse daqui é no centro! Tá vendo? [<i>sobre o ímã em forma de placa</i>]	Teste de hipóteses

Ocorre em seguida uma pequena sequência de um aluno mostrando ao outro o quão mais forte a atração de um lado do ímã é em relação ao outro. E finalmente, os estudantes consentem que há lados com maior poder de atração e partem para identificá-los.

Na sequência, eles pegam ímãs semelhantes, e através de algumas repetições observam o mesmo fenômeno ocorrendo, e logo começam a buscar uma formulação de justificativas e explicações mais consistentes (Quadro 5), neste ponto com o procedimental já devidamente dominado, e a reiteração experimental sendo realizada pelos membros do grupo, os indicadores que demonstram a busca pelo entendimento começam a aparecer.

Quadro 5: Cena 4 do Episódio de Ensino – princípio das justificativas e explicações

Turno	Estudante	Transcrição das falas	Indicadores
25	E1	Esse é mais no centro, não vai? [<i>com o ímã em forma de placa</i>]	Teste de hipóteses
26	E2	É! Se largar ele [<i>o pêndulo</i>] vai pro centro!	Teste de hipóteses
27.1	E1	Ele vai aqui, tá vendo? Ele vai rodando pro centro. Esse aqui não... [<i>apontando pro ímã em barra</i>]	Explicação
27.2		Tá vendo? Ele aponta pra cá!	Justificativa
27.3		Deixa eu ver esse outro aqui... esse daqui também é a mesma coisa! É no centro! [<i>realizando um teste com outro ímã também em forma de placa</i>]	Raciocínio lógico

Observa-se na Cena 4 (Quadro 5), a construção do entendimento pelos estudantes, uma construção que envolveu a forma pela qual as argumentações se desencadearam e a maneira como as relações foram estabelecidas desde o princípio das estratégias procedimentais elaboradas pelo grupo.

Ao final, após reproduzir os experimentos mais algumas vezes, conseguem formular uma explicação a partir das observações, argumentando entre si a respeito do fenômeno e chegando a uma conclusão consistente (Quadro 6).

Quadro 6 – Cena 5 do Episódio de Ensino: argumentações conclusivas

Turno	Estudante	Transcrição das falas	Indicadores
31	E4	O que você acha? Qual lado que ele vai?	Organização de informação
32	E1	Ele vai pra um dos lados quando é o maior [ímã em barra], e vai pro centro quando é o em placa!	Explicação Justificativa
33	E4	Acho que é isso mesmo! Nesse [em barra] é só nas pontas... por causa dos polos!	Explicação Justificativa
34	E2	É!	

Após interjeição simples e afirmativa do turno 34, há uma sensação geral entre os membros do grupo de que as conclusões que obtiveram em conjunto foram satisfatórias e convincentes, e tomam suas anotações finais. Através de observações do fenômeno e discussões internas conseguiram formular de maneira correta que existem de fato regiões de “maior poder de atração” (segundo suas próprias palavras) em um ímã, ou seja, identificando a polarização dos magnetos utilizados na atividade.

A transcrição dos dados coletados em uma das atividades evidencia a participação ativa dos estudantes na construção de novos conceitos científicos. Eles manipularam, investigaram e observaram como fica evidente nos turnos 11 a 23, onde os estudantes investigam experimentalmente qual a melhor forma de utilização do “pêndulo com *clips*” e dos ímãs para realizar a investigação, passando desde as falas e reações de decepção pela estratégia que claramente não estava lhes sendo satisfatória até a euforia pela compreensão de que o melhor procedimental foi alcançado. Percebe-se através do diálogo argumentativo, uma troca de ideias e verbalização da questão entre os estudantes. Observa-se nestas cenas uma forte interação entre os participantes do grupo na busca de soluções para o problema. Fica claro o confronto das diferentes ideias levantadas pelos integrantes do grupo, além de serem evidenciadas características do trabalho de investigação científica quando um estudante busca convencer seus pares de pesquisa sobre sua hipótese.

Outra capacidade que percebemos relacionada à utilização deste material é a satisfação relacionada à descoberta científica, representada nos turnos 19.1, 32 e 34. Aqui os estudantes,

depois de elaborarem as estratégias de investigação, demonstram sua satisfação e regozijo com as novas descobertas.

Assim, fica evidenciado nestas transcrições que esta atividade investigativa cumpriu sua função de dar ao trabalho do estudante em sala de aula características semelhantes a um trabalho de investigação científica.

Os dados desta pesquisa mostram que quando os estudantes são estimulados a contar como resolveram o problema, eles começam a tomar consciência das coordenações dos eventos, raciocinando sobre o que foi realizado, sobre os fenômenos vislumbrados no experimento, sobre os elementos que foram manipulados, sobre o que seus colegas também observaram, para que então possam falar, contar, justificar, argumentar e contra-argumentar com seus colegas e professor.

Conforme citado por Carvalho et al. (2005), “a tomada de consciência está, pois, longe de constituir apenas uma simples leitura: ela é uma reconstrução feita pelo aluno de suas ações e do que ele conseguiu observar durante a experiência”. Pensando no que fez, para poder falar, para contar para o professor e para os colegas, o estudante vai fazendo ligações lógicas, estabelecendo conexões entre as suas ações e reações dos objetos. A causalidade em suas explicações passa a ser toda atribuída ao fenômeno físico, não se falando mais nas suas próprias ações.

Desta forma, os dados corroboram nossas hipóteses: os estudantes, em sala de aula, quando lhes são dadas as condições para resolverem problemas experimentais que envolvam conhecimento físico, estruturam suas próprias explicações causais, obedecendo a uma sequência de etapas: inicia-se com a tomada de consciência de suas ações e depois, desvinculando-se paulatinamente de suas próprias ações e vão estabelecendo relações entre os atributos físicos dos objetos estudados, incluindo nesse processo de explicação o aparecimento inicial de novas concepções.

Considerações Finais

Percebe-se que a aplicação dessa atividade fez com que os alunos se envolvessem com as investigações propostas com bastante afinco e interesse. As interações verbais estabelecidas pelos estudantes durante a atividade não se restringiram somente a afirmações simples, mas, muitas vezes, apareceram ligadas a justificativas e julgamentos logicamente construídos. A

identificação da presença desses indicadores durante a realização dessas atividades traz indícios de que esteve em curso um processo de enculturação científica dos estudantes. Vale notar que essas discussões levaram os estudantes a usarem as habilidades próprias da Cultura Científica, indicadas previamente nos referenciais citados (Cappechi e Carvalho, 2006; Sasseron e Carvalho, 2008; Penha et al., 2015). As atividades propostas suscitaram discussões nas quais os alunos construíram relações entre os conhecimentos das Ciências e as Tecnologias associadas a estes saberes.

Somente existe ensino se houver aprendizagem, portanto, as aulas de Física podem e devem ser planejadas para que os estudantes ultrapassem a mera contemplação, e encaminhem-se para a reflexão e para a busca de explicações e inferências sobre os mais diversos assuntos dentro do escopo científico.

Ao ensinar Ciências ou qualquer outra disciplina do currículo escolar, não se deseja que os estudantes simplesmente copiem o conteúdo presente no quadro-negro ou lousa, ou somente repitam as palavras proferidas pelo professor, isto é, não se deseja que os discentes atuem como meros copistas e/ou robôs repetidores. Como afirmou Lemke (1997), deseja-se que eles “sejam capazes de construir significados essenciais com suas próprias palavras”. Nesse sentido, esta pesquisa mostrou que, quando os estudantes participam de atividades nas quais possam atuar de modo ativo nas escolhas de uma investigação didática, eles são capazes de construir suas próprias explicações causais.

Deste modo, espera-se que os alunos possam construir não apenas o entendimento dos conteúdos, mas também especialmente conhecimentos sobre a própria Ciência, as influências mútuas entre a Ciência e a Sociedade e os modos de construir conhecimentos científicos. Isso poderia contribuir, junto ao ensino das demais disciplinas e áreas de conhecimento, para que os estudantes tenham uma visão mais ampla, consciente e crítica sobre a humanidade, a sociedade e a comunidade da qual fazem parte. Uma grande contribuição advinda das Ciências da Natureza estaria associada ao próprio “fazer científico” e à sua característica de organização que é simultaneamente disciplinada, ordenada, sistemática e criativa.

Referências

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por Investigação: Problematizando as Atividades em Sala de Aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.



CAPPECHI, 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, v. 17, n. 1, 2006.

CARVALHO, A. M. P. Produção do conhecimento científico pelos alunos em aulas de ciências. In: **IV Encontro Nacional de Ensino de Ciências**. Bauru, SP, pp. 1-8, 2003.

CARVALHO, A. M. P. Metodologia de pesquisa em ensino de Física: uma proposta para estudar os processos de ensino e aprendizagem. **Anais do IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Jaboticatubas, MG, 2004.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira, 2006.

CARVALHO, A. M. P. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. In: SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M. (Org.). **A pesquisa em ensino de Ciências no Brasil e suas metodologias**. Ed. Unijuí, pp. 13-48, 2007.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1993.

CARVALHO, A. M. P.; SASSERON, L. H. Ensino e aprendizagem de Física no Ensino Médio e a formação de professores. **Estudos Avançados**, vol. 32, n. 94, pp. 43-55, 2018.

CARVALHO, A. M. P.; VANNUCCHI, A. I.; BARROS, M. A.; GONÇALVES, M. E. R.; REY, R. S. Compreendendo o papel das atividades no ensino de Ciências. In: **Ciências no Ensino Fundamental: o Conhecimento Físico**, Ed. Scipione, pp. 19-25, 2005.

CRUZ, S. M. S. C.; ZYLBERSZTAJN, A. O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e aprendizagem centrada em eventos. In: PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de Física**. Florianópolis: Ed. da UFSC, pp. 171-196, 2001.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P. Constructing scientific knowledge in the classroom. **Educational Researcher**, vol. 23, n. 7, pp. 5-12, 1994.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; BUSTAMENTE, J. D. Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. **Enseñanza de las Ciencias**. Barcelona, vol. 21, n. 3, pp. 359-370, 2003.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; RODRIGUEZ, A. B.; DUSCHL, R. A. Doing the lesson or doing science: argument in high school genetics. **Science Education Hoboken**, vol. 84, pp. 757-792, 2000.

KRASILCHIK, M. Ensinando Ciências Para Assumir Responsabilidades Sociais. **Revista de Ensino de Ciências**, n. 14, pp. 8-10, 1985.

LEMKE, J. L. **Aprender a hablar ciencia**, Barcelona: Paidós, 1997.

LEMKE, J. L. Multiplying meaning: visual and verbal semiotics in scientific text. In: MARTIN, J. R. E.; VEEL, R. (Org.). **Reading Science: funcional perspectives on discourses of Science**. London: Routledge, pp. 87-113, 1998.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em Educação: Abordagens qualitativas**. Editora pedagógica e universitária, EPU, São Paulo, SP. 1986.

MACHADO, V. F.; SASSERON, L. H. As perguntas em aulas investigativas de Ciências: a construção teórica de categorias. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, vol. 12, n. 2, 2012.

MALDANER, O. A.; ZANON, L. B.; AUTH, M. A. Pesquisa sobre Educação em ciências e formação de professores. In: SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M. (Org.). **A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas Metodologias**. Ijuí: Ed. Unijuí, pp. 49-88, 2007.

MARTINS, I.; OGBORN, J.; KRESS, G. Explicando uma explicação. Ensaio. **Pesquisa em Educação em Ciências**, vol. 1, n. 1, 1999.

MOREIRA, H. Critérios e estratégias para garantir o rigor na pesquisa qualitativa. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, vol. 11, n. 1, pp. 405-424, 2018.

PENHA, S. P. **A Física e a Sociedade na TV**. Dissertação (Mestrado) - 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, D. M. (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, pp. 31-116, 2008.

PENHA, S. P.; CARVALHO, A. M. P.; VIANNA, D. M. Laboratório didático investigativo e os objetivos da enculturação científica: análise do processo. **Revista de Educação, Ciência e Matemática**, vol. 2, n. 2, 2015.

PEREIRA, B. B. Experimentação no ensino de ciências e o papel do professor na construção do conhecimento. **Cadernos da Fucamp**, v. 9, n. 11, 2010.

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

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência & Educação**, vol. 17, n. 1, pp. 97-114, 2011.

TAO, P. K.; GUNSTONE, R. F. The process of conceptual change in force and motion during computer-supported physics instruction. **Journal of Research in Science Teaching**, New York, vol. 36, n. 7, pp. 859-882, 1999.

VIANNA, D. M.; BERNARDO, J. R. R. **Temas para o Ensino de Física com abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Bookmakers Ed., Rio de Janeiro, 2012.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.