



I Congreso Latinoamericano de Investigación en Didáctica de las
Ciencias Experimentales

DESAFÍOS DE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA HOY

Formar sujetos competentes para un mundo en permanente transformación

Comunicaciones Orales - Grupo 11

Uso de modelos para la Investigación y la enseñanza de las ciencias desde diferentes perspectivas y acepciones, y algunos temas transversales.

ALGUNS ASPECTOS DE ENCULTURAÇÃO CIÊNTÍFICA DESENVOLVIDOS JUNTO A ALUNOS DO ENSINO MEDIO: UMA CONSTRUÇÃO MULTIMODAL.

Josias Rogerio Paiva

Nelson Barrelo Jr

Anna Maria Pessoa de Carvalho.

Universidade de São Paulo, USP/LaPEF/FE, Brazil

RESUMO

Este trabalho é produto do desenvolvimento do projeto temático, "Atualização dos Currículos de Física no Ensino Médio de Escolas Estaduais: a Transposição das Teorias Modernas e Contemporâneas para a Sala de Aula" que foi desenvolvido em um período de seis anos, com apoio da FAPESP, e que continha três frentes de inserção de conteúdos de física moderna no Ensino Médio: a Dualidade Onda-Partícula, a Física de Partículas e a Relatividade. Especificamente é apresentada neste trabalho a utilização de uma atividade analógica e investigativa, junto a alunos que cursaram, em 2007, o terceiro ano do Ensino Médio, em escolas da Rede Pública Estadual de São Paulo e na Escola de Aplicação da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. Esta atividade é hoje sugerida na nova proposta curricular em São Paulo, no programa "São Paulo faz escola". Ao aplicarmos objetivávamos que os alunos tivessem a oportunidade de construir conhecimentos científicos ao desenvolverem a resposta a um problema prático. Os alunos desafiados foram colocados em contato com a atividade e, explorando algumas formas de linguagem - oral, gestual, em distintas funções e a pictórica -, passaram a interagir de forma intensa, entre si, com os materiais e com a professora, pensando, falando e fazendo ciência, construindo um saber que contem vários aspectos de enculturação científica. O trabalho mostra uma possibilidade de se representar, com desenhos, um detalhe do mundo de dimensões atômicas para compreensão do fenômeno, o espalhamento das partículas alfa, ao atravessarem uma lâmina de ouro, como foi realizado por Marsden e Geiger, colaboradores de Rutherford.

Palavras-chave: linguagens, desenhos e aprendizagem.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos participando de projetos temáticos da FAPESP, junto a grupos de pesquisa do LaPEF, concluímos que é necessária a implementação de novos conteúdos de física, uma física moderna e contemporânea, nos cursos de Ensino Médio.

Inicialmente, o grupo elaborou um trabalho sobre o ensino de termodinâmica, no projeto “Melhoria da qualidade de Ensino de Física no Ensino Médio”, sob orientação da professora Dr^a Carvalho. Este grupo tinha o objetivo de auxiliar os alunos a construírem explicações sobre os fenômenos de termodinâmica utilizando linguagem apropriada e utilizando metodologia investigativa de ensino. A introdução aos conteúdos trabalhados se dava por problemas, os alunos eram motivados a elaborarem hipóteses, a desenvolverem um plano de trabalho experimental para testarem as hipóteses e reformulavam alguns de seus conceitos. Porém havia a preocupação de nos aproximarmos de conteúdos que auxiliassem a desenvolver explicações sobre o funcionamento de equipamentos, máquinas e apetrechos do mundo atual, que despertam tanta curiosidade nos jovens e adultos.

Com esta preocupação, o grupo passou a trabalhar em um novo projeto, sob coordenação do Professor Dr. Pietrocola: “A Transposição Didática das Teorias Modernas e Contemporâneas para a Sala de Aula: a Dualidade Onda-Partícula”, procurando introduzir conteúdos de Física Moderna no Ensino Médio. Inicialmente o grupo optou por trabalhar com alguns conteúdos tradicionalmente ensinados no Ensino Médio e esteve a procura de um ponto de entrada no rol de conteúdos de Física Moderna.

A versão inicialmente elaborada, de um curso sobre a dualidade onda-partícula, foi aplicada junto a nossos alunos por mais de dois anos. Foram, então, integrados ao grupo novos colaboradores, entre eles o Mestrando Siqueira, que elaborou um curso de Física de Partículas para o Ensino Médio e a professora Dr^a. Ueta que orientou e auxiliou no estudo desses conteúdos. O grupo subdividiu-se em dois – um que continuou a investigar e trabalhar com o tema dualidade onda-partícula e outro para aplicar o curso de Física de Partículas, auxiliando no desenvolvimento de novas atividades práticas, na adequação dos textos para os alunos e na elaboração de orientações escritas e filmadas compondo pequenos filmes para professores, alguns disponíveis na rede, no site do Nupic, ou no site do LaPEF. Embora desde o início gostássemos dos trabalhos desenvolvidos, questionávamos que linguagens estavam envolvidas em nossas prática de aula? E se elas eram referendadas em pesquisas de ensino de Ciências?

O DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE.

Já havia no grupo a preocupação de desenvolver atividades experimentais e ao chegarmos ao texto que abordava modelo atômico de Rutherford percebemos esta oportunidade. Imaginamos que bolinhas de gude descreveriam trajetórias semelhantes as das partículas alfa na experiência de bombardeamento da folha de ouro, ao passarem por baixo de uma placa de madeira, colocadas sobre uma mesa, com alguns pregos dispostos em linha reta, concentrados no centro da placa, colocados entre a placa e a mesa. Infelizmente, o resultado não foi o esperado. O mestrando Siqueira encontrou uma atividade que se assemelhava ao que pretendíamos elaborar e passamos a utilizá-la. Na realização desta atividade a elaboração de desenhos das trajetórias é imprescindível para se chegar ao resultado. O desenho das trajetórias permite aos alunos conjecturarem sobre a forma do alvo, sobre o qual incidiram as bolinhas. Quando aplicamos esta atividade notamos que os alunos, logo percebem que precisam ser sistemáticos na forma de inferir com o equipamento, lançando as bolinhas de várias posições, e de todos os lados.

Passamos a observar os materiais elaborados e questionar se havia aspectos de enculturação científica na atividade proposta e se esta propiciava a exploração das diversas formas de linguagens que favoreçam o ensino-aprendizagem de ciências como propõe Lemke:

A aprendizagem de ciência significa aprender a falar ciência... “Falar ciência” significa observar, descrever, comparar, classificar, analisar, discutir, supor, teorizar, interrogar, desafiar, argumentar, projetando experimentos, depois de procedimentos, julgamento, avaliação, decisão, conclusão, generalização, informação, escrita, palestras, e ensino por meio da linguagem da ciência. (Lemke, 1990, p. 1)

CONSIDERAÇÕES

Estudos sobre a emergência da linguagem tanto entre cientistas como entre estudantes fundamentam que a escrita e outros modos formais de representar descrições de observações teóricas devem ser acompanhadas de oportunidades para falar (e gesticular) ciência na presença de objetos e eventos. Os gestos, neste caso, desempenham um fator operativo crucial, o destaque. Esta é uma função ostensiva dos gestos, que fornece a base para uma nova linguagem emergir, graças ao ambiente compartilhado no qual trabalham os estudantes (Roth, 2002).

O gesto pode ter também uma função conectiva. E neste caso é importante dar aos estudantes a oportunidade de ocupar-se em tentativas de descrever e teorizar fenômenos na presença dos equipamentos e materiais originais.

Quanto ao uso de imagem no ensino de ciências há uma série de ressalvas em várias pesquisas, descrevendo como possíveis de gerarem obstáculos epistemológicos (Gomes & Oliveira, 2007), (Núñez et. al, 2003) salientam a impossibilidade de se tentar produzir imagens relativas a entes quânticos, assim como vários outros autores.

Porém há vários pesquisadores que prezam a investigação desta linguagem no ensino de ciências.

“Imagens são importantes recursos para a comunicação de idéias científicas. No entanto, além da indiscutível importância como recursos para a visualização, contribuindo para a inteligibilidade de diversos textos científicos, as imagens também desempenham um papel fundamental na constituição das idéias científicas e na sua conceitualização.” (Martins, Gouveia e Piccini)

“A razão principal de tal interesse é o facto de ser mais fácil compreender certos conceitos a partir de modelos tridimensionais do que a partir da leitura de números ou fórmulas. É muito frequente, por exemplo, os alunos desenvolverem conceitos errados pela impossibilidade de associarem os conceitos que lhes são ministrados na sala de aula com modelos adequados.” (TRINDADE e FIOLEIRAS, 1999)

Logo, como sairmos deste impasse, uma lista de pesquisadores que refutam o uso de imagens e um grupo de pesquisadores que as utilizam em seus trabalhos?

O PROJETO DE ENSINO

Neste trabalho apresentamos uma das aulas em que se destaca o espalhamento das partículas alfa, importante para compreensão de como Rutherford elaborou o modelo atômico que leva seu nome, sendo este fenômeno premissa para outras investigações em Física de Partículas. Na metodologia de investigação dos colaboradores de Rutherford se evidencia a inserção de partículas, como sondas, como uma ferramenta para: interagir com um determinado alvo, detectar trajetórias refletidas e se escutar relações observáveis.

A aula em que trabalhamos o espalhamento das partículas alfa está inserida no curso de Física de Partículas para o Ensino Médio, com a seguinte seqüência parcial: O desvendando a natureza dos raios α ; O modelo de Thomson; A atividade de espalhamento; O modelo Atômico de Rutherford; As linhas espectrais; e O modelo de Bohr

O material elaborado durante o projeto temático da FAPESP está sendo reaplicado em 2009, pelo quarto ano consecutivo, em turmas do 3º ano cursando o Ensino Médio na Escola de aplicação da USP e na rede pública, pelos professores

que compõem o grupo do Lapef e por todos os professores que seguem as sugestões da nova proposta curricular de São Paulo, o programa “São Paulo faz escola”.

MATERIAL UTILIZADO NA AULA.

Para esta simulação utilizamos uma placa quadrada, de 50 cm de lado, de madeira, contendo uma figura geométrica colocada no centro de uma de suas faces, com aproximadamente 10 cm de largura e de comprimento e 3 cm de espessura colocada sobre uma mesa, cada grupo de alunos lançaram bolinhas de gude por baixo da placa. Estas bolinhas se chocaram contra a forma de isopor e ricochetearam. Analisando as trajetórias descritas pelas esferas, os alunos desenharam a forma da figura de isopor que julgaram satisfazer a observação (figura 01).



Figura 01: *Placa e o desenho dos alunos.*

A aula citada neste trabalho foi ministrada pela professora Tetzner, na escola Adolfo Gordo da rede pública estadual de São Paulo, em 2007. Ela é licenciada em física pela Universidade de São Paulo e possui o mestrado profissionalizante pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), com mais de vinte anos de experiência em sala de aula, e participa dos estudos desenvolvidos no LaPEF.

No início da aula a professora orientou os alunos sobre a atividade e lhes forneceu os materiais necessários para a realização da simulação. Em seguida os alunos, distribuídos em pequenos grupos, um tanto agitados, passaram a lançar as bolinhas. Depois de poucos minutos começaram a estabelecer uma metodologia para a investigação, lançando bolinhas de posições bem definidas e em direções sistemáticas que lhes permitiu varrer toda a extensão lateral das figuras de isopor. Estes foram momentos de grande interação e de utilização de várias linguagens. Ao término da elaboração dos desenhos dos alunos, a professora recolheu os materiais, organizou a sala em um grande círculo e passou a tecer e propor questões para auxiliar a construção de uma sistematização e de uma compreensão de como ocorreu o espalhamento de Rutherford.

Abaixo listamos três momentos ocorridos no episódio de sistematização.

MOMENTO 1

P: A idéia da atividade, você sabe qual que foi?

O que a gente tinha como objetivo ao propor este tipo de atividade?

Construir o modelo de Rutherford, né.

Mas porque que a gente teve que uma... um material diferenciado?

A1:...para descobrir o átomo e naquela época.

A2: não tinha tecnologia e eles jogavam bolinhas de gude

P: Quem que falou que hoje em dia tem tecnologia?

Quem falou?

Naquela época não tinha tecnologia?

Hoje tem tecnologia?

A3: Tem.

Já tinha tecnologia.

Tecnologia existe desde.....



Figura 02: *Momento de sistematização*

Neste momento da sistematização um aluno diferencia a tecnologia empregada por Rutherford, como se não existisse em seu tempo, porém outro aluno faz uma ressalva afirmando que já existia tecnologia. Embora haja uma má compreensão sobre o que é tecnologia, há a percepção de que existem relações entre ciência e tecnologia, e de que o desenvolvimento tecnológico propicia melhores resultados no desenvolvimento da ciência.

MOMENTO 2.

...

Será que isto não pode ser questionado?

A5: Pode ué.

P: Então já se conhece o modelo,

A6: Acho que tem um certo trabalho.

Por que outros foram descobrindo, descobrindo, descobrindo, descobrindo, daí juntou.

Ai

P: È um processo contínuo.

E no sentido, só se descobre alguma coisa baseado no conhecimento de outro.

Agora vamos discutir.

A7: Mas o átomo não é na forma de um círculo, o átomo é assim e ponto final, e acabou.

Entende?

...

Neste momento da sistematização os alunos fazem menção a conceitos estudados em textos anteriores sobre a história do desenvolvimento dos modelos atômicos e ressaltam importante aspecto da ciência. Que ciência é feita com trabalho, paulatino, que é uma construção humana e histórica. Antes de encerrar o assunto outra aluna salienta o fato da grande construção que é a ciência não estar finalizado no que se refere ao modelo do átomo e do limite da analogia empregada, que poderia estar passando uma imagem errônea sobre o átomo.

MOMENTO 3.

A8: Em algum momento ...

Na hora que a bolinha foi e ficou, e fez tipo uma parede.

Pra poder fazer assim, alguma forma é esta

Pra ela poder bater e subir



Figura 03: *Utilizando gestos*

Constantemente os alunos fizeram uso dos gestos, tanto no momento de realização da investigação, apontando as trajetórias que eles observaram e onde deveria ser feito o desenho, quanto na sistematização. A aluna acima descreve a trajetória das bolinhas, ela utiliza gestos em sua função ostensiva. A frase é incompleta e o complemento da informação está exatamente no gesto.

Segundo Roth os gestos desempenham importante papel no desenvolvimento da linguagem científica, estando presentes na transição de manipulações para a linguagem; e unindo declarações verbais aos objetos, descrevendo-os.

CONCLUSÃO

Houve uma alta densidade semiótica na realização da atividade. As expressões gestuais foram uma constante além das várias outras linguagens empregadas no decorrer da resolução do problema. Houve intensa interação por parte dos alunos com o material, com a professora, uns com os outros, e eles se mostraram capazes de retomar conteúdos de outros momentos de estudo para auxiliar as construções de suas idéias.

A resposta ao problema proposto para os alunos, sobre a forma contida abaixo da placa de madeira foi tranquilamente obtida. E um momento de grande relevância para construção dos significados foi a sistematização realizada pela professora, que procurou conduzir os alunos, por um roteiro de questões que ela elaborou na ocasião da aula, tendo como pano de fundo, a experiência de espalhamento de Rutherford.

Foi neste momento, que apareceram, em meio às frases dos alunos, alguns aspectos de enculturação científica. Ciência como construção humana, que se deu ao longo da história e que pode ser ainda suplantada por novos modelos. Ciência que pode ser questionada, pois não está acabada.

Quanto a utilização de imagens no ensino destacamos que Otero & Greca (2004) atribuem a desconfiança quanto ao uso de imagens no ensino de ciências a Bachelard. Pessoa Jr (2007) relata como problema, não o uso de imagens, mas a coerência dentro de uma das interpretações da teoria quântica. Roth (2003) não se detém aos opositores quanto ao uso de imagens, mas acrescenta o conceito de transparência na leitura de um gráfico, por um cientista, após estar envolvido em todas as etapas do processo experimental, da tomadas de dados, do tratamento dos dados e da leitura do diagrama que permite a análise dos dados. Os cientistas, neste instante de seus procedimentos conseguem perceber no diagrama, os eventos, as particularidades que ocorreram no fenômeno estudado. Grecca e Otero (2004) e Martins (2005) questionam na leitura de uma imagem. Carvalho (2007) acrescenta que não há uma transparência ingênua, de um simples olhar e tudo em que compreende tudo de uma representação.

Comprendemos na leitura dos artigos citados, que utilizam as concepções de Bachelard, opositores ao uso de imagens que, estes resvalam na polissemia da palavra imagem. Imagem em Bachelard (1938/1996) não é a mesma em Martins

(2005) que tem afinidade ao estudo das imagens, e nem a imagem utilizada na maioria dos autores que se opõem ao uso de imagens.

Os resultados do trabalho em sala de aula, nos motivam a utilizar todas linguagens da ciência (Lemke, 1998) na construção do conhecimento, sem desprezar o uso dos desenhos.

BIBLIOGRAFIA.

- BACHELARD, Gaston. A formação do espírito científico. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- Carvalho, A. M. P., “O Papel da Linguagem na Gênese das Explicações Causais”
- Carvalho, A.M.P . “Habilidades de Professores para Promover a Enculturação Científica”. Artigo Enviado para Unijuí
- Gomes, H. J. P. e Oliveira, O. B. (2007). Obstáculos epistemológicos no ensino de ciências: um estudo sobre suas influências nas concepções de átomo. *Ciências & Cognição*; Ano 04, Vol 12.
- Núñez, IB; Neves, LS; Ramalho, BL. Uma reflexão em relação ao estudo da mecânica quântica: o caso do principio da incerteza. Page 1. OEI-Revista Iberoamericana de Educación (ISSN: 1681-5653) Espanha, 2003.
- Trindade, J.,; Fiolhais; C. Aplicação de Realidade Virtual Para Visualizar Conceitos de Mecânica Quântica. Actas do II Workshop de Realidade Virtual, 1999
- Jiménes-Aleixandre, M. P.; Rodriguez, A. B.; Duschl, R. A., “Doing the Lesson” or “Doing Science”: Argument in High School Genetics. Capítulo de Livro
- Lemke, Jay L., Investigar Para O Futuro Da Educação Científica: Novas Formas De Aprender, Novas Formas De Viver, University of Michigan. Estados Unidos
- Lemke, J. L. Enseñar todos los lenguajes de la ciencia: palabras, simbolos, imagenes, y acciones." In M. Benlloch (ed.), *La educacion en ciencias*. Barcelona: Paidós. pp. 159-186. . (2002).
- Lemke, J.L. (1998) Analyzing Verbal data: Principles, Methods and problems. in Fraser, B.F. and Tobin K.G. *International Handbook of Science Education*, Kluwer Academic Publishers, Boston, pp 1175-1189.
- Martins, Isabel; Gouvêa, G and Piccinini, C.. Aprendendo com imagens. *Cienc. Cult.* [online]. 2005, v. 57, n. 4, pp. 38-40. ISSN 0009-6725.
- Otero, M. R.; Greca, I. M. Las imágenes en los textos de Física: entre el optimismo y la prudencia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.21, n.1, p.37-67. (2004)

Roth, W. M., Lawness, D. Science, Culture, and the Emergence of Language
Science. Education, v. 86, Issue 3, 2002, p. 368-385.

Roth, Wolff-Michael; Lawless, D., Science, Culture, and the Emergence of
Language- Received 4 January 2000; revised 3 January 2001; accepted 15
March 2001, University of Victoria, Victoria, British Columbia, Canada
V8W 3N4

Josias Rogerio Paiva

Universidade de São Paulo, USP/LaPEF/FE, Brazil, josiaspaiva@usp.br

Nelson Barrelo Jr

Universidade de São Paulo, USP/LaPEF/FE, Brazil, nbarrelo@usp.br

Anna Maria Pessoa de Carvalho.

Universidade de São Paulo, USP/LaPEF/FE, Brazil, ampdcarv@usp.br