
CONCEITOS, ATITUDES DE INVESTIGAÇÃO E METODOLOGIA EXPERIMENTAL COMO SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO DE OBJETIVOS E ESTRATÉGIAS DE ENSINO¹

Suzana Maria Coelho

Eno Kohl

Faculdade de Física – PUCRS

Silvia Di Bernardo

Escola de Ensino Básico Rainha do Brasil

Lilian Cristina Nalepinski Wiehe

Colégio Estadual Júlio de Castilhos

Porto Alegre – RS

Resumo

Propõe-se a iniciação de alunos do ensino fundamental em atividades científicas, tendo-se por base o estudo de dificuldades (obstáculos) e facilidades (precursores) evidenciadas nos alunos em termos de atitudes, metodologia experimental e conceitos científicos. Os dados foram coletados em um contexto de sala de aula, através do registro de debates em pequenos e grandes grupos, observações e relatórios escritos. Constata-se a viabilidade de planejamento e aplicação de atividades didático-pedagógicas, bem como de elaboração de objetivos instrucionais conceituais, metodológicos e de atitudes, levando-se em conta a existência de precursores e obstáculos. Sugere-se uma nova abordagem no que se refere à forma de construção de objetivos e estratégias de ensino, os quais deixariam de ser estabelecidos a priori pelo professor para serem construídos, levando-se em conta a própria dinâmica dos processos pedagógicos. Corrobora-se a hipótese de que existem níveis de formulação correspondentes a cada objetivo e que a evolução do aluno, de um nível para o outro, não é linear.

¹ Os resultados deste trabalho foram parcialmente apresentados na 50ª Reunião da SBPC, UFRN, Natal, 1998.

I. Introdução

Um dos campos mais férteis de pesquisa em didática das ciências tem sido o estudo das concepções alternativas dos alunos em diversas áreas do conhecimento. Estas concepções são apreciadas considerando-se seu desvio em relação ao pensamento científico. No entanto, a identificação destas dificuldades, por si só, não leva à construção do conhecimento.

Astolfi (1991), ao referir-se à noção de objetivo-obstáculo concebida por Martinand (1986), afirma que a definição de um grande número de objetivos instrucionais definidos *a priori* (objetivos possíveis) não é suficiente para orientar as ações do professor, por não considerar as concepções dos alunos.

Neste estudo, realizou-se um levantamento de “obstáculos” e “precursores”, relacionados tanto aos conceitos quanto às atitudes e à metodologia, que são necessários na iniciação de alunos em atividades de investigação científica. Por “obstáculos”, entende-se os modos de pensar e proceder contrários aos científicos e, por “precursores”, aqueles que se aproximam desses (Lemeignan & Weil-Barais, 1987; Corroyer & Mathieu, 1987; Coelho, 1993; Coelho & Séré, 1998). Ambos conceitos serviram de subsídio para a elaboração de objetivos instrucionais e atividades didático-pedagógicas, os quais consideram não somente as dificuldades dos alunos, mas também as reações e concepções condizentes com o ponto de vista científico. Os objetivos elaborados a partir das dificuldades evidenciadas nas manifestações dos alunos caracterizam o que Martinand (1986) denomina objetivo-obstáculo.

Considerou-se como hipótese de trabalho que, tanto os precursores, quanto os obstáculos devam ser levados em conta no planejamento de uma ação pedagógica que pretenda ser mais eficaz na construção do conhecimento científico.

Segundo Giordan (1978, 1987), a aquisição de um saber conceitual se dá de forma progressiva. Essa progressão pode ser identificada através das concepções dos alunos e da maneira como elas evoluem em relação ao saber científico. Supõe-se que provocar contradições seja uma maneira de auxiliar o aluno a evoluir em sua concepção inicial, levando o mesmo a explicações mais abrangentes, com novos elementos antes não considerados.

À luz dos trabalhos desenvolvidos pelo autor, pôde-se situar as formulações dos alunos em relação a concepções que correspondem ao saber científico, estabelecendo-se níveis para diferentes objetivos. A existência desses níveis pressupõe a possibilidade da mudança de elaborações conceituais mais simples para outras mais complexas.

Para distinguir tais níveis de formulação, foram utilizados alguns critérios epistemológicos e psicogenéticos, como a capacidade de abstração (empírica ou reflexiva), o grau de generalização do enunciado e a relação de causalidade nas

formulações; no plano lingüístico, foram observados aspectos relativos ao domínio lexical, de sintaxe e semântico (Halbwachs, 1975; Astolfi & Develay, 1991).

II. Metodologia

A) Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada em duas etapas, com turmas de oitava série de uma escola estadual da periferia de Porto Alegre. Na primeira etapa, realizaram-se dois encontros de duas horas cada. Essa etapa foi de caráter exploratório e forneceu subsídios para a elaboração da segunda etapa, mais prolongada e sistematizada (onze encontros semanais de uma hora e meia). Para cada etapa contou-se, respectivamente, com a participação de doze e dezessete alunos voluntários, na faixa etária de quatorze a vinte anos.

As atividades foram desenvolvidas por grupos de três a sete alunos, os quais foram assessorados por professores, cujas intervenções também ocorreram nos debates em grande grupo.

Os registros foram obtidos através de gravações, tanto das discussões em pequenos grupos, quanto dos debates em grande grupo. Também foram analisados os relatórios individuais e os cadernos de anotações, em que cada aluno sistematizou os procedimentos, observações e conclusões.

As conclusões obtidas durante as atividades nos pequenos grupos foram periodicamente relatadas e confrontadas entre si no grande grupo, buscando-se um consenso ou novos procedimentos para falsear ou não as hipóteses levantadas. A confrontação entre idéias dentro do grupo, ou entre essas idéias e os resultados do experimento, ou ainda entre elas e as informações encontradas na bibliografia visava evidenciar algum progresso nos modos de pensar e proceder do aluno. O professor-pesquisador teve um papel importante nesse processo, auxiliando na reestruturação, síntese e sistematização das idéias e procedimentos, inclusive fornecendo novas informações, quando necessário.

B) Questões formuladas nos debates em pequeno e grande grupos

Questões-chave, previamente elaboradas, visaram provocar o aparecimento de concepções e idéias a respeito dos conceitos científicos envolvidos nos experimentos, como por exemplo:

- Todos os materiais se atraem?
- O que tu observas ao aproximar o ímã de outros materiais?

- O que tu observas ao atritar o canudo e aproximá-lo do pêndulo?
- Por que a lâmpada de néon acende ao entrar em contato com o eletróforo?
- Tu observas alguma diferença na movimentação do versorium ao aproximar do mesmo o canudo atritado ou o ímã?

Outras intervenções do entrevistador visavam precisar o pensamento do aluno, através de técnicas de entrevista ditas clássicas, como utilização de expressões breves denotando interesse pelo que está sendo dito; utilização do procedimento dito espelho ou eco com repetição de uma palavra ou conjunto de palavras; realização de sínteses parciais ou reformulações dos discursos dos alunos; formulação de questões neutras do tipo “explica o que tu estás fazendo”, “queres repetir o que tu falaste?”, “vejam se vocês concordam” e utilização de silêncios. Também foram utilizadas as técnicas ditas particulares, como o método do contra-exemplo e a técnica denominada de incompreensão voluntária (Ghiglione & Matalon, 1978).

C) Atividades experimentais

Procurou-se colocar o aluno na condição de “ator”, permitindo que ele construísse seu material experimental, realizasse seus experimentos, elaborasse e testasse suas hipóteses, confrontando-as com as de seus colegas. A escolha do material didático e experimental realizou-se em interação com o projeto RIPE².

Selecionou-se como tema o estudo de fenômenos elétricos e magnéticos, levando-se em consideração sua importância no cotidiano do aluno, a possibilidade de sua inter-relação com outras disciplinas, além da hipótese de que os alunos apresentam concepções prévias relacionadas a estes fenômenos. A constatação de que existem dificuldades para distinguir fenômenos elétricos de magnéticos, por exemplo, motivou a utilização do experimento com o versorium³, construído com materiais diversos.

As atividades (anexo1) foram planejadas de forma que o aluno dispusesse de autonomia na busca de respostas e soluções. Esse planejamento inicial sofreu alterações, em função dos problemas, questões e dificuldades levantados pelos alunos. Por exemplo, com o primeiro grupo de alunos, a abordagem de fenômenos magnéticos precedeu a de fenômenos elétricos. Essa seqüência apresentou limitações: o processo de

² Sigla referente ao projeto Rede de Instrumentação para o Ensino de Física, desenvolvido na USP, sob coordenação do Prof. Norberto Ferreira e que, atualmente, dispõe de um pólo na Faculdade de Física da PUCRS, sob a coordenação da Prof^a Suzana M. Coelho (projeto de Instrumentação para o Ensino - IPE).

³ Versorium de Gilbert, espécie de bússola construída segundo modelo desenvolvido pelo projeto RIPE.

magnetização, normalmente dito “por atrito”, acentuou provavelmente a confusão estabelecida entre os fenômenos elétricos e magnéticos por sua similitude com o processo de eletrização por atrito; também não possibilitou a evidência de efeitos importantes decorrentes da eletrização dos corpos que poderiam facilitar esta diferenciação. Por isso, com o segundo grupo de alunos, abordou-se inicialmente o estudo dos fenômenos elétricos, o que possibilitou uma investigação mais detalhada dos mesmos. Evitou-se, também, o termo “atritar” para se referir ao processo de imantação por ação mecânica conjugada à influência de um campo magnético externo⁴.

Os obstáculos detectados foram utilizados como referência para a construção de novas estratégias na tentativa de promover mudanças nas concepções dos alunos. Por exemplo, para ajudar o aluno a dissociar o efeito do aquecimento, proveniente do atrito entre dois corpos (canudo de plástico e papel), da eletrização dos mesmos, introduziu-se um experimento no qual um dos corpos (canudo) era aquecido com uma fonte de calor, de modo que o aluno pudesse perceber a ausência de atração entre o canudo e o pêndulo. O experimento com o eletróforo de Volta foi proposto para que o aluno, a partir das descargas elétricas que o mesmo produzia em lâmpadas e de sua interação com o pêndulo, pudesse reconhecer tais fenômenos como sendo de mesma natureza: elétrica e não térmica.

D) Análise dos dados

Além da análise de conteúdo, realizada a partir das transcrições do discurso oral e dos relatórios escritos, foram consideradas as ações dos alunos para estabelecer os níveis conceituais, metodológicos e de atitudes apresentados neste trabalho.

Visando maior clareza e compreensão dos níveis e considerando-se os dados coletados referentes aos objetivos de atitudes de investigação científica e de metodologia experimental, foram feitas algumas alterações na grade de referência proposta por Giordan (1978). Por exemplo, o que o autor chama de “atividade investigadora”, denominou-se “iniciativa” e o que chama de “atitudes científicas”, denominou-se “atitudes de investigação científica”.

⁴ O atrito não é o responsável pela imantação de um material ferromagnético, mas sim a influência do campo magnético externo sobre este. O termo “imantação por atrito”, amplamente utilizado em livros didáticos do ensino fundamental e médio, pode induzir à confusão entre os processos de eletrização e de imantação de um corpo.

III. Resultados

Evidenciou-se a existência de níveis referentes aos objetivos conceituais, os quais foram construídos tomando-se por base os obstáculos e precursores detectados inicialmente. Para os níveis dos objetivos metodológicos e de atitudes, foram estudados os procedimentos adotados pelos alunos, comparando-os com os níveis estabelecidos por Giordan (1978). Os objetivos conceituais, metodológicos e de atitudes são apresentados a seguir e exemplificados com extratos de entrevistas, de relatórios e fotos.

Nos extratos de entrevistas e relatórios escritos, os alunos foram identificados pelo seu prenome e o entrevistador pela letra “E”, salvo nos casos em que não foi possível identificar o aluno pela voz nas gravações. Para estes utilizou-se, então, a palavra “aluno” na citação correspondente. Todas as citações foram copiadas *ipsis litteris* em itálico.

A) Objetivos conceituais

Foram definidos inicialmente objetivos conceituais possíveis, relacionados aos fenômenos elétricos e magnéticos. Outros foram acrescentados, em função das concepções manifestadas pelos alunos (anexo 2).

Nem todos os obstáculos e precursores levantados (ver anexo 2) conduziram ao estabelecimento de uma gama significativa de níveis conceituais. Para os objetivos de identificação dos processos de eletrização dos corpos, de identificação de materiais ferromagnéticos, de diferenciação entre fenômenos elétricos e magnéticos e de diferenciação entre condutores e isolantes isto foi possível.

Objetivo: Identificar os processos de eletrização por atrito e contato

Nível 1: O acendimento da lâmpada de néon é atribuído à energia que está no corpo humano.

E - (...) *Por que vocês acham que a lâmpada de néon acende?*

Itamar - (...) *A energia de nosso corpo. (...) A energia que tá no corpo.*

Considerar a “energia humana” como a causa dos fenômenos elétricos sugere um obstáculo antropomórfico. Observa-se que as afirmações do aluno são destituídas de argumentação e baseadas unicamente em sua crença.

Nível 2: O aquecimento do canudo de plástico é responsável pela atração ou repulsão do pêndulo.

Daniel - *É porque com o aquecimento, (...) quando o canudo está aquecido, ele se atrai, quando vai perdendo a força do aquecimento, ele perde ... ele afasta.*

Daniel - (relatório individual) *No momento em que eu esquentei o canudo, ele atraiu a lâmina, no momento em que foi perdendo a calor a situação se reverteu, afastando.*

Nesse nível, o aluno confunde o efeito (aquecimento) com a causa do fenômeno (eletrização).

Nível 3: O fenômeno elétrico é percebido como magnético.

Aluno - *Quando o canudo é várias vezes atritado no papel, acho que o canudo se torna magnético, aí ele puxa o papel alumínio.*

O discurso do aluno sugere uma relação entre os fenômenos elétrico e magnético, estabelecida com base num efeito comum observável em ambos: a atração. O aluno busca uma explicação a partir de dados observáveis (abstração empírica).

Nível 4: O acendimento da lâmpada é atribuído ao encontro de “duas energias”, uma positiva e outra negativa.

E - (...) *Por que tu estás segurando a lâmpada e ela não está acendendo? (...).*

Itamar - *Tem que ter duas energias (...) negativa e positiva. (...) É o encontro das energias (...). O nosso corpo tem uma energia negativa, daí, com a energia positiva do eletróforo, acendeu a lâmpada.*

O aluno não se detém em aspectos observáveis do fenômeno; tenta elaborar uma explicação que remete à concepção das “correntes antagônicas”, citada por Dupin e Johsua (1989).

Nível 5: Necessidade de dois corpos para acender a lâmpada.

E - (...) *Por que tu estás segurando a lâmpada e ela não está acendendo? (...).*

Juliano - *Porque tem que ter dois corpos.*

Esta idéia parece ser precursora do conceito de diferença de potencial elétrico.

Nível 6: A energia que é “gerada” no eletróforo e no canudo é de natureza elétrica e provém do atrito.

Extrato 1

E - *O fato do pêndulo ser atraído e repellido (pelo eletróforo) tem alguma coisa a ver com a lâmpada acender? (...) Que tipo de fenômeno é esse? É calor? (...)*

Ronaldo - *Calor não tem nada a ver. (...) É uma energia.*

E - *Mas que tipo de energia?*

Ronaldo - *É a força de atrito.(...) Tem que atritar.*

E - *Então quer dizer que o atrito tem uma função aí? Por que a lâmpada acende? O que tem que acontecer para a lâmpada acender?*

Itamar - *Tem que ter eletricidade.*

E - *(...) Então como a gente pode gerar eletricidade?*

Ronaldo - *Com atrito.*

Extrato 2

Carolina - *Tipo de energia que esfregando o saco de lixo a gente... sei lá... desorganizou uma matéria e ele soltou uma energia que... mais ou menos parecida com eletricidade.*

Neste nível, o aluno fala em um só tipo de energia e atribui o piscar da lâmpada a uma descarga (*soltou*) desta energia. A idéia de que, com o atrito, a matéria se desorganiza mostra que o aluno não está mais operando meramente sobre o concreto (abstração empírica), mas começa a introduzir em seu raciocínio operações envolvendo conceitos mais abstratos (*desorganização da matéria*). É o início de uma abstração reflexiva. O aluno ainda não distingue os conceitos de carga elétrica e energia, no entanto, identifica o tipo de energia e o processo pelo qual é obtida.

Objetivo: Identificar materiais ferromagnéticos

Nível 1: Todos os metais têm propriedades ferromagnéticas; todos os metais são atraídos pelo ímã; o que não for atraído pelo ímã, não é metal.

Extrato 1

E - *De que é feita essa latinha?*

Paula - *Alumínio*

E - *Alumínio. Isto é um metal?*

Paula - *Acho que não.*

Liliane - *Acho que ele é sim, porque se não fosse metal não tava grudando e ela gruda (no ímã).*

Extrato 2

Sheila - (...) *esse aqui não deve ser um metal, não atrai. O ímã só atrai um metal, plástico, não atrai.*

Observa-se um obstáculo devido à ausência de informação conceitual quanto à natureza dos materiais, inclusive dos metais. O aluno permanece em estado de crença.

Convém salientar que alguns obstáculos conceituais provêm da ausência de outros conceitos periféricos, necessários à aquisição dos primeiros. Assim, o desconhecimento da natureza dos materiais cria, por exemplo, um obstáculo à diferenciação de materiais ferromagnéticos.

Nível 2: O ímã só atrai alguns metais, em função de certas propriedades mecânicas (dureza, maleabilidade, etc.).

Sheila - *Ele (o ímã) só atrai o metal que é mais forte. O que é mais fraco parece que não pega muito. (...) Fortes são aqueles mais duros, não dá para dobrar.*

Tentativa de extrair características comuns dos objetos (propriedades mecânicas), buscando um critério para classificar o material como ferromagnético ou não. O aluno tenta formar o conceito a partir de dados observáveis (abstração empírica).

Nível 3: Todos os metais que enferrujam são atraídos pelo ímã, logo, o ímã atrai aço.

Sheila - (...) *o prego enferruja, isso aqui enferruja, isso aqui também enferruja porque é um tipo de aço. Eu acho que o ímã só atrai aço.*

A partir de um dado observável, o aluno desenvolve um raciocínio lógico generalizando.

Objetivo: Distinguir fenômenos elétricos de magnéticos

Nível 1: Não há distinção entre eletricidade, magnetismo, calor e energia.

Paula - *Nossa energia acho que puxa a coisa. Eu acho que nos esfregando, a gente passa a nossa...*

Liliane - energia.

Daniel - É porque com o aquecimento, daí, quando o canudo está aquecido ele se atrai, quando vai perdendo a força do aquecimento, ele perde..., ele afasta.

Aluno - Quando o canudo é várias vezes atritado no papel, acho que o canudo se torna magnético, aí ele puxa o papel alumínio (pêndulo).

Nível 2: O aluno começa a estabelecer uma distinção entre os fenômenos elétrico e magnético a partir de dados observáveis.

Extrato 1

Aluno - *Foi assim: primeiro eu falei que achava que o canudo ele era magnético, né, mas se o canudo é magnético e o ímã também, por que o ímã não cola no pêndulo e o canudo sim?*

Extrato 2

Carlos - (relatório individual) *Estávamos estudando no Grupo sobre o Grampo Bailarina, se ele era ou não atraído pelo ímã, constatamos que um lado do grampo era atraído e o outro era afastado do ímã.(...) Fiz um versorium de alumínio e notei que ele não era atraído pelo ímã, mas se atritasse o canudo ele conseguia ser atraído, por isso constatei que o ímã não tem os mesmos componentes que o canudo atritado, pois eles agem diferente num mesmo objeto.*

Extrato3

E - *Como é que se chama o fenômeno... quando a lâmpada acende?*

Ronaldo - *Eletricidade (...) e aqui (no caso da atração entre o ímã e o versorium) é magnetismo (...) por isso que não acende a lâmpada(...) Porque quando acende a lâmpada é eletricidade e aqui é magnetismo.*

Nível 3: Tentativa de explicação das diferenças observadas, através do conceito de carga elétrica (*elétrons*) e/ou da lei de atração e repulsão magnética.

Extrato 1

E - *Por que vocês estão atritando o canudo?*

Itamar - *É para ele ficar com elétrons(...).*

E - *E por que vocês acham que o versorium está sendo atraído pelo canudo?*

Itamar - *Porque ele (o canudo) está cheio de elétrons.*

Extrato2

E - *Por que vocês acham que o bastão atritado “puxa” os dois “lados” (do versorium) e o ímã não?*

Aluno - *Eu acho que é porque o ímã tem um lado positivo e outro negativo e o canudo atritado não. O canudo não tem lado nenhum.*

Extrato 3

E - *Existe alguma diferença no movimento do versorium quando vocês aproximam o canudo e quando vocês aproximam o ímã?*

Aluno - *De um lado ele tava repelindo e do outro ele tava atraindo.(...)*

E - *Um lado atraiu e o outro repeliu. Os fenômenos são iguais (o efeito do canudo atritado e o do ímã sobre o versorium)?*

Aluno - *Não, porque o canudo só atrai(...)*

E - *Por que o ímã atrai um “lado” (do versorium) e repele o outro?*

Fabrizio - *Porque parece que ele tem dois pólos(...).*

E - *Quando vocês passaram o ímã no versorium o que aconteceu?*

Aluno - *Ele ficou que nem o ímã.*

E - *Ficou que nem o ímã. E por que às vezes atrai e às vezes repele?(...)*

Ronaldo - *O versorium se repele com o ímã porque os pólos são iguais, aí ele se repele; quando os pólos são opostos aí eles se atraem.*

Objetivos: Diferenciar condutores de isolantes

Identificar a função de um condutor em um circuito elétrico

Nível 1: Condutor é tudo aquilo que faz acender a lâmpada.

Cristiane - (relatório individual) *Foi feito uma lista de materiais condutores e isolantes. Observei que a maioria dos objetos feitos com plástico são isolantes, como canudo, garfo, placa e papel. Os de metal são condutores, como, arame, placa, prego, etc... O metal é condutor, ele liga o - e o +, acendendo a lâmpada.*

O aluno opera sobre dados relacionados a uma situação particular, ligados à observação imediata, sem generalizar, para identificar condutores e isolantes.

Nível 2: Condutor é o que conduz energia (eletricidade), isolante é o que não conduz.

Ronaldo - (relatório individual) *Foi feito montagens com pilhas, lâmpadas, papel, papel alumínio, ferro, plástico, etc... Deu para observar que alguns objetos não conduzem energia elétrica e outros conduzem. A única explicação é que alguns materiais são*

isolantes de energia, como o papel e o plástico, e outros são condutores como o ferro e o papel alumínio.

O objeto analisado torna-se abstrato a partir de dados observáveis de um suporte material preciso.

Nível 3: Um material pode ser condutor dependendo das condições, por exemplo, a diferença de potencial aplicada e a umidade.

Vera - (relatório individual) Foi feito várias experiências com pilhas, pregos, alumínio, arames, materiais que possam conduzir ou não eletricidade para uma lâmpada pequena ou grande. Essa última aula foi para mim uma das melhores porque eu observei que um isolante como o papel, que não conduz eletricidade, pode passar a conduzir eletricidade, isso se explica assim: se colocarmos um papel molhado em um condutor de eletricidade, não vai conduzir eletricidade, mas se colocarmos em uma tomada que tem mais watts, com certeza acenderá e dará choque.

Há maior complexidade e abstração na elaboração do conceito.

A aluna identifica os materiais condutores e isolantes a partir de dados observáveis (operações sobre objetos), chegando a um conceito abstrato, e aparece o raciocínio sobre o possível.

B) Objetivos de atitudes de investigação científica

Foram considerados as atitudes e os níveis sugeridos por Giordan (1978), com exceção da atitude de preocupação com o meio ambiente que não foi avaliada. Embora não se tenha visado intencionalmente esta última atitude, ela é de grande relevância e será considerada em trabalhos futuros. A utilização de material de baixo custo, com a perspectiva de reaproveitamento de embalagens e objetos descartáveis, é propícia a este tipo de conscientização. Essas atitudes (curiosidade, criatividade, iniciativa, comunicação, autoconfiança e atitude crítica) são descritas a seguir, assim como os níveis correspondentes.

Curiosidade

Nível 1: O aluno não se interessa por nada. Isto não significa ausência de curiosidade, mas que ela não se manifesta nestas condições.

Nível 2: Olha superficialmente, toca, boceja, passa de uma coisa para outra aleatoriamente, sem fio condutor.

Nível 3: Manifesta surpresa diante de um fato, mas não se interessa em dar prosseguimento à investigação. É dispersivo.

Nível 4: Surpreende-se diante de uma situação que coloca em dúvida ou completa seu conhecimento anterior. Propõe questões e/ou procedimentos precisos que enriqueçam a discussão, podendo levar a investigações posteriores.

Criatividade

Nível 1: O aluno repete.

Nível 2: O aluno cria, relacionando dois parâmetros presentes. Ex: O aluno resolve aumentar o número de pilhas num circuito, para ver o que ocorre com a intensidade da luz emitida pela lâmpada.

Nível 3: O aluno cria, relacionando n parâmetros, através de tentativas experimentais, dando uma explicação, expressando uma idéia original. Ex: O aluno varia o número de pilhas e observa a intensidade de luz das lâmpadas; varia o tamanho da pilha e observa a intensidade de luz da lâmpada; varia o número de pilhas e observa a intensidade de luz de várias lâmpadas associadas.

Nível 4: O aluno imagina relações múltiplas entre as coisas, independentes de seu conhecimento prévio. Inventava uma montagem ou um modelo por reagrupamento de dados, concebe várias explicações ou hipóteses.

Os alunos observados apresentam um grande potencial criativo, além de uma grande habilidade manual, evidenciados no decorrer dos trabalhos nas montagens experimentais que conceberam e realizaram.

Iniciativa

Nível 1: O aluno é passivo; não se manifesta nem quando solicitado;. comportamento apático; resistência em iniciar a experimentação ou qualquer tarefa proposta ou não. Ex: Diante da sugestão dada por alguns alunos de realizar consulta bibliográfica para confrontar as idéias do grupo com outras informações, há alunos que não realizam a tarefa.

Nível 2: O aluno faz uma investigação se for encorajado, ajudado, se lhe dermos idéias.

Nível 3: O aluno faz uma investigação por conta própria, levando em conta uma só possibilidade e desiste em caso de fracasso.

Nível 4: O aluno faz uma investigação por conta própria, manipula espontaneamente o material experimental, motivado por uma questão elaborada por ele mesmo, levando em conta as várias possibilidades de investigação, sem ser bloqueado por um possível insucesso.

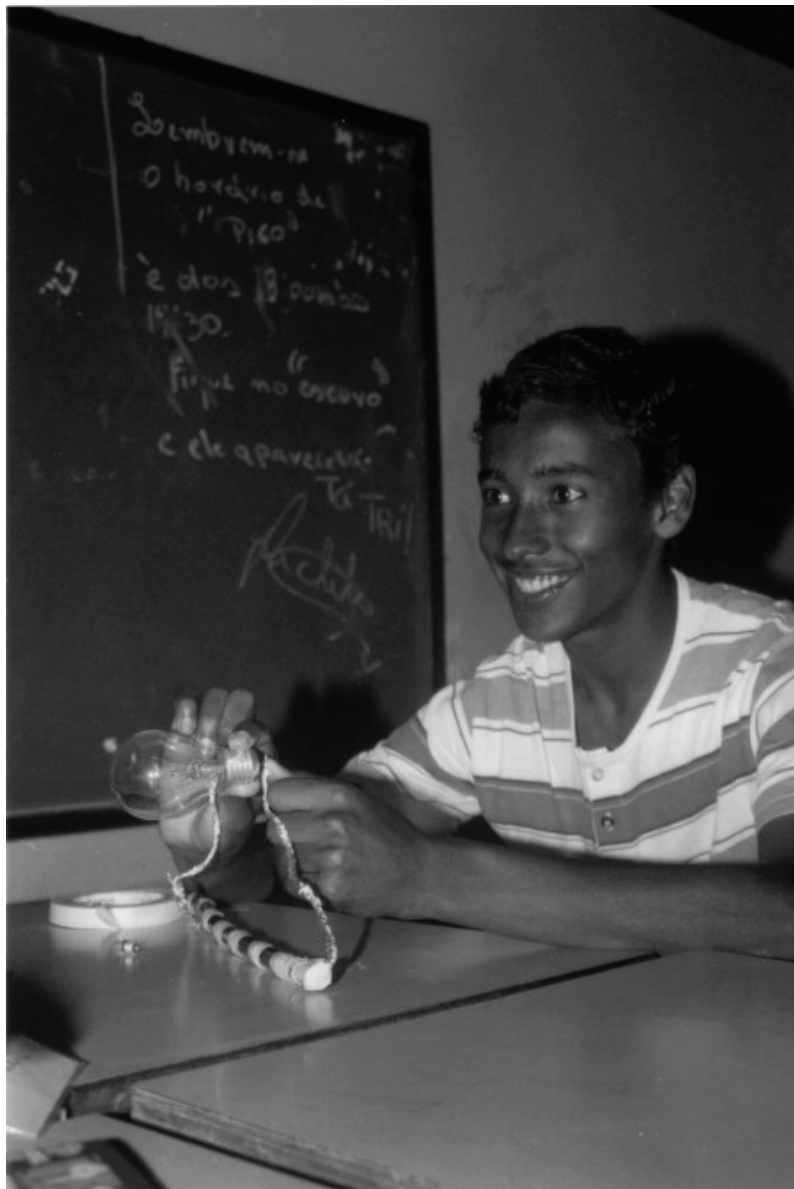


Foto1- A foto refere-se ao nível 3 de criatividade: Juliano imagina que é possível acender uma lâmpada grande com várias pilhas e cria a montagem.

Observou-se que, inicialmente, alguns alunos reagiram contra a metodologia proposta no projeto, expressando preferência pela metodologia tradicional; outros mostraram passividade frente às atividades. Em geral mostravam-se impacientes, esperavam respostas prontas e imediatas. Frente a esta reação, foi necessário interromper as atividades previstas e provocar-se uma reflexão sobre a filosofia, os objetivos e a importância do trabalho, bem como sobre os papéis desempenhados pelo aluno e pelo professor no processo de construção do conhecimento. Ocorreram, então, modificações nas atitudes do grupo que se mostrou sensivelmente mais motivado, o que foi igualmente expresso por escrito, na avaliação final do projeto.

Atitude Crítica

Nível 1: O aluno aceita tudo que se apresenta sem questionar. Considera as idéias apresentadas como verdade.

Nível 2: Quando solicitado, o aluno discute e critica o que dizem os outros. Se além mais à forma do que ao conteúdo crítico, não argumentando.

Nível 3: Por iniciativa própria, formula questões sobre o seu trabalho ou o trabalho dos outros, às vezes de forma incompleta. Considera elementos que falsificam os resultados. Critica, com argumentação.

Nível 4: Coloca em dúvida algumas idéias estabelecidas, referindo-se a sua experiência. Controla os fatos considerando todos os elementos de sua investigação.

Percebeu-se que a passividade foi sendo substituída gradualmente por um posicionamento mais crítico. Em diversos momentos, as idéias eram questionadas com base nos experimentos realizados ou em outras informações. Muitas questões levantadas foram motivadoras para a continuidade das investigações. O nível 4, referente à atitude crítica, tal como está descrito, não foi atingido pelo grupo observado.

Comunicação

Nível 1: O aluno não pensa em cooperar com seus colegas. A cooperação limita-se a obrigações impostas.

Nível 2: O aluno coopera com os outros quando lhe interessa e solicita informações esporádicas aos seus colegas ou ao professor, sem seguir um fio condutor.

Nível 3: O aluno coopera com o outro, levando em consideração as idéias e procedimentos dos colegas, auxiliando-se mutuamente para atingir um objetivo imediato.

Nível 4: O aluno coopera com os outros, dividindo tarefas de forma coordenada, em função de um projeto comum. Explica de uma forma rigorosa seu estudo argumentando ponto por ponto.

Com relação à capacidade de comunicar-se, observou-se que existiu cooperação entre os elementos do grupo, sobretudo na realização de montagens experimentais. No entanto, o nível 4, referente à comunicação, não foi em momento algum observado.

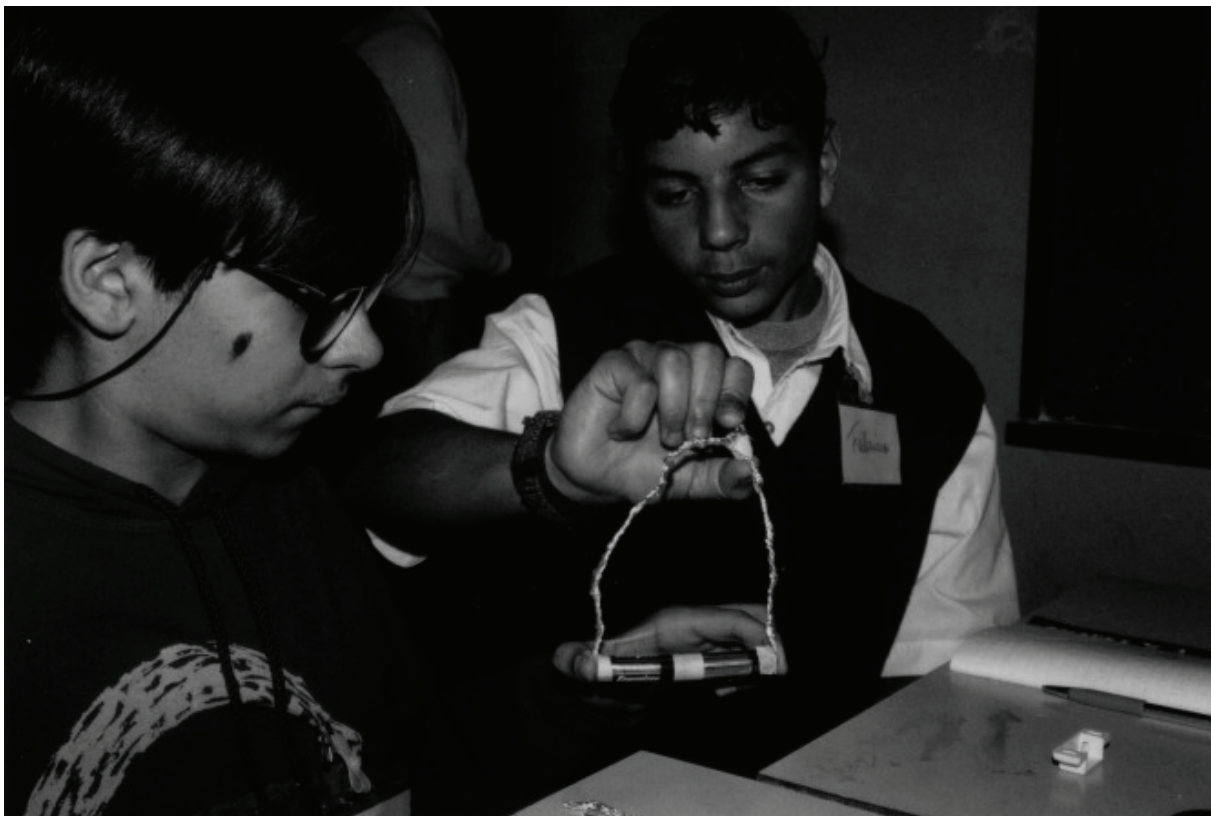


Foto 2- A foto refere-se ao nível 3 de comunicação: Fabrício e Ronaldo realizam uma montagem concebida em conjunto.

Autoconfiança

Nível 1: O aluno não pensa ou não sente necessidade de buscar uma solução por conta própria.

Nível 2: O aluno precisa ser encorajado para fazer uma atividade e remete-se constantemente à autoridade do professor, solicitando sua opinião.

Nível 3: O aluno precisa ser encorajado em caso de fracasso e ser estimulado em caso de interrupção no andamento da atividade.

Nível 4: O aluno se engaja numa atividade e persiste em caso de fracasso.

O desenvolvimento da autoconfiança do aluno tornou-se evidente graças às constantes intervenções do professor, ao incentivá-lo a expor suas idéias, opiniões e procedimentos no interior do grupo.

C) Objetivos metodológicos

Com relação aos objetivos metodológicos, foram mantidos aqueles sugeridos pelo autor (Giordan, 1978), ou seja, os de aquisição e utilização dos conceitos de “falsificação” e de “operante experimental”.

A grande dificuldade do aluno em expressar suas idéias, tanto de forma oral como escrita, suscitou a elaboração de um terceiro objetivo, contemplando tal aspecto.

Aquisição e utilização do conceito de “falsificação”

Nível 1: Cada aluno afirma seu ponto de vista, sem tentar justificar e sem tentar dissuadir o outro. Reluta em aceitar os fenômenos observados. Apresenta justificativas não relacionadas com o fenômeno observado. O aluno permanece no estado de crença.

Ex: O aluno acredita que o corpo humano é o causador dos fenômenos elétricos.

Nível 2: Procura uma causa natural, no efeito, sem justificar.

Ex: O calor, que é um efeito, é considerado a causa do fenômeno elétrico de atração e repulsão entre corpos eletrizados.

Nível 3: O aluno procura a causa do acontecimento tentando analisá-lo e justificá-lo por meio de fatos.

Ex: Justifica o aumento da intensidade de luz da lâmpada pelo aumento do número de pilhas associadas em série.

Nível 4: Procura a causa do acontecimento e é capaz de inferir, propondo justificativas que vêm de observações e de análises de informações, uma metodologia experimental.

Ex: Um aluno afirma que o tamanho da pilha afeta a intensidade de luz da lâmpada. Outro contesta, argumentando que a “voltagem das pilhas é a mesma” e que o tamanho da pilha, portanto, não interfere na intensidade de luz da lâmpada. O aluno, neste caso, analisa informações disponíveis (por exemplo, a ddp assinalada na pilha) para justificar.

A falsificação foi facilitada por processos de metacognição, desencadeados, por vezes, pela confrontação entre o que o aluno pensa e os resultados experimentais, havendo conscientização do erro no raciocínio.

Aluno - *Quando o canudo é várias vezes atritado no papel, acho que o canudo se torna magnético, aí ele puxa o papel alumínio. (...)*

Aluno - (...) *Ah! tá errado. Eu estou pensando errado (...) o ímã é magnético e não tem efeito sobre o papel alumínio porque... o canudo, se ele se torna magnético, como é que ele tem efeito sobre o papel alumínio e o ímã não?(...)*

E - *E o que tu tinhas dito antes?*

Aluno - *Eu achava que o canudo ficava magnetizado com o papel.*

Os debates favoreceram o exercício do espírito crítico, a reflexão, a auto-avaliação, a conscientização das próprias limitações e da limitação das idéias expressas nas conclusões dos grupos.

O aluno relaciona com frequência a experiência atual com outras situações ou informações adquiridas anteriormente (programas de televisão, leitura de livros), o que aparece em situações de confrontação entre concepções diferentes ou entre estas concepções e observações experimentais.

Carol - *Ah! O calor para acender uma lâmpada é meio difícil, né? (...) Eu acho que o calor não ia acender uma lâmpada, senão os postes da rua, com um sol intenso, iriam acender toda hora.*

Observou-se que, apesar de ter havido, dentro dos pequenos grupos, tal tipo de confrontação e de ter-se chegado, aparentemente, a um consenso, alguns alunos, em situações posteriores, valem-se de antigas concepções para explicar determinados fenômenos. Outros alunos, no entanto, apoiam-se em suas observações experimentais para falsear tais concepções.

Discussão em pequeno grupo:

Fabrcio - *O calor não faz o pêndulo ficar longe?*

E - *Tu achas que o calor faz o pêndulo ficar longe?*

Fabrcio - *Pode ser, né, professora, porque o canudo fica quente.*

(...)

E - *Como a gente poderia testar isto? Será que é o calor que produz este fenômeno? Vamos esquentar para ver?*

(O canudo foi aproximado da chama de um isqueiro)

Agora aproxima (do pêndulo). Vamos ver. O que vocês acham?

Ronaldo - *Não é o calor.*

(...)

E - *Então vocês acham que esta hipótese é boa? Que é o calor que produz o afastamento?*

Ronaldo - *Acho que não, porque com o calor ele ficou parado.*

Discussão em grande grupo:

Itamar - *A gente atritou o canudo e daí, quando o canudo estava quente, quando encostava no pêndulo, ele se encostava e se afastava.*

E - *Vocês têm alguma idéia? Por que encosta e afasta? Alguma explicação?*

Itamar - *Deve ser o calor.*

Ronaldo - *Não, não é o calor, porque a gente botou o isqueiro nele e ele nem se mexeu.*

Aquisição e utilização do conceito de “operante experimental”

Nível 1: O aluno não tateia, se o faz é por acaso.

Nível 2: Tateia por contigüidade: coloca em relação dois parâmetros obtidos através da observação direta. Opera sobre os objetos ao acaso, raciocina sobre o concreto, compara fatos por comparar.



Foto 3-A foto refere-se ao nível 2, relativo à aquisição e utilização do conceito de “operante experimental”: Alessandro experimenta diferentes meios, colocando-os entre ímãs ou entre um ímã e material ferromagnético e comparando os resultados.

No extrato abaixo, o aluno supõe que, ao interpor determinado material entre dois ímãs, é a espessura do mesmo que interfere na interação magnética e não a distância entre os ímãs.

Aluno - Aqui tem o papel, aqui tem um ímã, aqui tem outro,(...) se botar uma barreira maior não dá. Na rolha já não dá.(...) É que os dois ímãs têm o mesmo magnetismo e daí através de uma barreira maior eles não podem se comunicar, daí não tem como (...) agora se botar uma barreira menor que nem papel daí eles podem até conseguir ficar junto ali.

O obstáculo epistemológico referente à dificuldade de dissociação sistemática de fatores em uma investigação científica (Giordan, 1978) surge quando a influência destes sobre o fenômeno estudado não é evidente.

Nível 3: Tateia para resolver um problema, seguindo um fio condutor. Relaciona alguns parâmetros. O aluno começa a se libertar progressivamente do concreto, começando a operar sobre operações concretas. Tateia de forma sistemática, raciocinando sobre o possível (aparecimento das hipóteses). As diferentes possibilidades não são concebidas *a priori*, mas através das discussões e do tateamento. As deduções são feitas através de cadeias curtas estando intimamente ligadas a situações concretas.

Ex: O aluno relaciona diferença de potencial elétrico com energia emitida pela lâmpada, a partir da relação número de pilhas-luz emitida.

Nível 4: O aluno realiza uma combinatória sistemática antes de experimentar, o tateamento sendo acessório. Opera sobre operações abstratas. Estabelece relações múltiplas, visando a maioria das possibilidades. Formula hipóteses, baseando-se em observações fundamentadas em uma teoria ou sistema de pensamento. Raciocina através de cadeias dedutivas longas e ramificadas e sobre situações representadas. Inicia a construção de modelos.

Nos dois grupos de alunos observados não se evidenciou que tal nível tivesse sido atingido. A experimentação envolveu sobretudo o processo de abstração empírica, no qual o aluno opera por tateamento a partir de um suporte material real para construir os conceitos.

Expressão oral e escrita

Nível 1: O aluno não expressa as suas idéias de forma oral ou escrita, mesmo quando solicitado. O aluno não registra suas observações e conclusões.

Nível 2: O aluno expressa suas idéias de forma incompleta e assistemática. A deficiência de linguagem se manifesta também por dificuldades gramaticais de sintaxe, pelo vocabulário utilizado que difere da terminologia científica e pela falta de estrutura lógica na apresentação das idéias. Substitui, às vezes, a expressão escrita por desenhos.

Constata-se que o aluno utiliza com freqüência termos advindos de sua linguagem diária e que muitos destes termos são de natureza antropomórfica.

Aluno - *Ele fica com uma força que puxa todos (...) Este lado ele empurra (...) aí ele vira e gruda (...) Aqui não pega, ó.*

Elisandra - *ele pulou, não pegou.*

Aluno - *Se o positivo de um chega perto do negativo do outro, daí não aceita, se desaproxima (...) agora ele vai embora (...) agora ele não quer vir, (...) quando vai ser atritado, o ponteiro fica nervoso.*

Janaína - *Não é, não combina, não tem magnetismo.*

Fabrcício - *O calor faz também o pêndulo ficar longe?(...) Porque o canudo fica quente(...) porque o calor solta um bafo quente.*

Nível 3: O aluno expressa de forma lógica suas idéias, mas ainda de forma assistemática e incompleta. Percebe-se neste nível alternância entre o vocabulário próprio do aluno e a terminologia científica. Os desenhos são usados para complementar a explicação escrita.

Fabrcício - *De vez em quando ele repele, de vez em quando ele gruda, (...) Quando ele tá longe, ele repele. (...) Ele é atraído e repelido, (...) ele encostou e saiu.*

Ronaldo – *Subiu, (...) parece que tá fugindo(...) antes ele tava repelindo.*

O vocabulário científico, utilizado alternadamente com estes termos pelo entrevistador, permitiu uma evolução, levando a sua substituição gradativa.

Nível 4: O aluno expressa de forma lógica, completa e sistemática suas idéias. Percebe-se neste nível uma preocupação com a adequação do vocabulário utilizado e a maior correção gramatical. Os desenhos são acompanhados de legendas e explicações.

A dificuldade de linguagem oral e escrita foi sendo em parte superada, o que pode ser observado nesta seqüência de dois relatórios, escritos por um mesmo aluno. O nível 4, entretanto, não foi alcançado pelo grupo observado.

<p>PROJETO DE PESQUISA "PROPOSTA DE OBJETIVOS INSTRUIONAIS VERSUS ATIVIDADES DIDÁTICO-PEDAGÓGICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS DE 1º GRAU: LEVANTAMENTO DE PRECURSORES"</p> <p>ESCOLA ESTADUAL MARINA MARTINS DE SOUZA</p> <p>NOME: <u>Juliano Da S.</u> IDADE: <u>15 anos</u> GRUPO: <u>3</u> DATA: <u>19/8/97</u></p> <p>Podemos que você faça um pequeno relatório da experiência que você realizou. Faça desenhos se necessário.</p> <p>O que foi feito? <u>um pêndulo</u></p> <p>O que aconteceu?</p> <p>Como você explica?</p>	<p>Escola Estadual Marina Martins de Souza</p> <p>Nome: <u>Juliana da Silva Santos</u> Grupo: <u>03</u> Data: <u>14/10/97</u></p> <p>RELATÓRIO</p> <p>Sintetize suas observações e conclusões a respeito dos experimentos realizados com pilhas, lâmpadas, papel alumínio, etc.</p> <p>O que foi feito? O que você observou? Como você explica?</p> <p><u>Eu fiz uma montagem com uma lâmpada e depois fiz uma montagem com sete pilhas. Eu observei que com uma a lâmpada acendeu bem fraquinho e depois com sete ela ficou acesa e forte. Eu explico que com uma tem muito poucos Watts e com sete tem 10,5 de Watts por isso ficou forte.</u></p>
<p><i>Um pêndulo</i></p>	<p><i>Eu fiz uma montagem com uma a lâmpada depois Uma montagem com sete pilhas, eu observei que com uma a lâmpada acendeu bem fraquinho e depois com sete ela ficou acesa e forte. Eu explico que com uma tem muito poucos Watts e com sete tem 10,5 de Watts por isso ficou forte.</i></p>

Exemplo de evolução na expressão escrita - No relatório realizado em 19-08, Juliano limitou-se a responder o item "O que foi feito" (nível 1). Posteriormente, constata-se no relatório do dia 14-10 que o aluno não só descreve a montagem feita, mas também descreve suas observações e tenta explicá-las (nível 3).

IV. Conclusão

Denota-se a importância de se considerar as concepções, atitudes e métodos adotados pelos alunos para elaborar objetivos instrucionais e atividades didático-pedagógicas. Para cada objetivo estabelecido pode-se identificar níveis que pressupõem uma possível evolução no modo de pensar e proceder do aluno. Embora tenham sido detectados níveis referentes a objetivos de atitudes e metodologia experimental, conforme os estabelecidos por Giordan (1978), encontrou-se dificuldade em definir critérios que fundamentassem a hierarquização das formulações identificadas no campo dos objetivos conceituais. Os aspectos conceituais, metodológicos e de atitudes estão

intimamente imbricados, o que pode ser percebido nos próprios critérios, por vezes comuns, adotados para estabelecer os níveis referentes a cada um destes aspectos. A distinção dos níveis nos diferentes campos, no entanto, é fundamental para que a intervenção do professor possa ser mais eficaz e situar-se num nível imediatamente superior àquele em que o aluno se encontra.

É importante salientar, também, como o próprio Giordan (1978) o faz, que a evolução do aluno não ocorre de forma linear (havendo constantemente avanços e retrocessos) e tampouco se restringe aos níveis apresentados neste trabalho. Além disto, o nível de desenvolvimento do aluno, assim como sua evolução, são dependentes das próprias questões de estudo abordadas e dos próprios experimentos propostos.

A distinção de níveis para cada objetivo é fundamental para que se possa desenvolver um certo distanciamento em relação ao processo de apropriação do conhecimento científico. O professor demonstrará certamente maior tolerância em relação ao desempenho do aluno e esta tolerância refletir-se-á em sua ação pedagógica. Desprovido de um excesso de rigor, este passará a intervir em níveis intermediários, compatíveis com o pensamento do aluno, mesmo que este modo de pensar não corresponda ainda ao ponto de vista da ciência atual. Suas intervenções viriam então no sentido de estimular o aluno a questionar e experimentar, visando acelerar seu progresso para níveis mais elevados.

Libertar-se da linearidade dos programas, escolher e organizar situações-problemas adequadas, ter consciência da complexidade do processo de apropriação do conhecimento e das diferenças individuais é condição essencial para que a metodologia proposta nesta pesquisa possa ser aplicada.

V. Referências Bibliográficas

ASTOLFI, J.-P., Develay, M. *A didática das ciências*. (2^a ed) Campinas: Papyrus, 1991.

COELHO, S.M. Referências bibliográficas organizadas em didática das ciências. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 1991, 8(3), 181-192.

COELHO, S.M. *Contribution à l'étude didactique du mesurage en Physique dans l'enseignement secondaire. Description et analyse de l'activité intellectuelle et pratique des élèves et des enseignants* Thèse de Doctorat. Paris 7, 1993.

COELHO, S.M. & SÉRÉ, M.-G. Pupils' Reasoning and Practice during Hands-on Activities in the Measurement Phase, *Research in Science & Technological Education*, 1998, 16(1), 79-95.

- CORROYER, D. & MATHIEU, J. Sur quelles connaissances s'appuyer pour introduire les statistiques descriptives: comparaison de séries de données par des enfants et adultes. In: *Actes Journées d'Enseignement Scientifique*. Chamonix, A.Giordan et J-L Martinand, 1987.p.403-408.
- CLOSSET, J.-L. *Le raisonnement séquentiel en electrocinétique*. Thèse de doctorat. Paris 7, 1983.
- GIORDAN, A. & VECCHI, G. *Les origines du savoir*. Paris:Delachaux & Niestlé, 1987. [*As origens do saber*, Porto Alegre: Artes Médicas, 1996]
- GIORDAN, A. *Une pédagogie pour les sciences expérimentales*. Paris: Centurion, 1978.
- GHIGLIONE, R. & MATALON, B. *Les enquêtes sociologiques. Théories et pratiques*. Paris:Armand Colin,1978.
- HALBWACHS, F. La physique du maître entre la physique de l'élève et la physique du physicien. *Revue Française de Pédagogie*, 1975, 33, 19-29.
- LEMEIGNAN, G. & WEIL-BARAIS, A. *Apprentissage de la modélisation à propos de l'enseignement de la mécanique au Lycée*. Paris: LIREST, 1987.
- MARTINAND, J.-L. *Connaître et transformer la matière*. Berne: Peter Lang, 1986.
- OSBORNE, J. Beyond Constructivism, *Science Education*, 1996, 80, 53-82.

VI. Agradecimentos

Nossos agradecimentos ao CNPq e a FAPERGS pelo apoio financeiro recebido, à direção e aos alunos da Escola Estadual de 1^o grau Prof.^a Marina Martins de Souza pela receptividade ao trabalho e à aluna Márcia Z.C. Evangelista que participou como bolsista da CAPES nas atividades do projeto

ANEXO 1: RELAÇÃO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

Primeira etapa

- Observação da interação entre ímãs e entre ímãs e materiais diversos.
- Construção individual de um pêndulo elétrico a partir de um modelo fornecido.
- Observação dos fenômenos de atração e repulsão elétricas após eletrização de diversos materiais por atrito e contato e sua interação com o pêndulo.
- Construção de um versorium a partir de um modelo fornecido.
- Verificação do funcionamento do versorium e sua interação com diversos materiais.
- Utilização de outros materiais na construção do versorium.
- Observação de uma bússola e de sua interação com ímãs e com o versorium.

Segunda etapa

- Construção individual de um pêndulo elétrico a partir de um modelo fornecido aos alunos.
- Observação dos fenômenos de atração e repulsão elétricas após eletrização de diversos materiais por atrito e contato e sua interação com o pêndulo.
- Construção e utilização do eletróforo de Volta para eletrizar objetos e para provocar descargas elétricas em lâmpadas de néon e fluorescente.
- Construção de um circuito elétrico.
- Classificação de materiais condutores e isolantes elétricos.
- Observação da interação entre ímãs e entre ímãs e materiais diversos.
- Construção de um versorium a partir de um modelo fornecido aos alunos.
- Verificação do funcionamento do versorium e sua interação com diversos materiais.
- Utilização de outros materiais na construção do versorium.
- Observação de uma bússola e de sua interação com ímãs e com o versorium.

ANEXO 2: Exemplos de objetivos conceituais e de obstáculos e precursores			
CONTEÚDO	OBJETIVOS CONCEITUAIS	OBSTÁCULOS	PRECURSORES
Fenômenos elétricos e magnéticos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Perceber que um ímã exerce atração à distância sobre determinados materiais. 2. Identificar materiais ferromagnéticos. 3. Evidenciar a existência de dois tipos de efeitos na interação entre ímãs: atração e repulsão. 4. Evidenciar a existência de dois pólos diferentes num ímã. 5. <i>Explicar como ocorre a imantação de um corpo.</i> 6. <i>Estabelecer experimentalmente a lei de atração e repulsão magnética.</i> 7. Identificar dois processos de eletrização: atrito e contato. 	<ol style="list-style-type: none"> 1.1 - Pré-concepção de “isolante magnético”: a natureza do meio material e/ou sua espesura interferiria na interação entre ímãs/ímãs - materiais ferromagnéticos. Quanto maior a barreira, maior a dificuldade na interação. 2.1 - Dificuldade para identificar a natureza dos materiais, inclusive os metais. 2.2 - A noção de metal é vinculada a certas propriedades, como fragilidade, dureza, resistência e maleabilidade. 2.3.- Tendência a atribuir a todos os metais propriedades ferromagnéticas. 2.4 - Conceção de que todos os materiais têm “carga de magnetismo”, sendo em alguns mais fraca. 	<ol style="list-style-type: none"> 2.1- Diferenciação da natureza das substâncias, a partir de sua interação com o ímã e da observação da cor. 6.1 - Estabelecimento da lei dos pólos experimentalmente, através da identificação dos pólos N e S com o auxílio da bússola. 11.1 Distinção entre eletricidade e magnetismo, através da identificação das propriedades do ímã. 11.2 Estabelecimento de diferença entre fenômenos elétricos e magnéticos pela identificação da existência ou não de pólos (o ímã tem pólos e o canudo atritado não).

CONTEÚDO	OBJETIVOS CONCEITUAIS	OBSTÁCULOS	PRECURSORES
Fenômenos elétricos e magnéticos	<p>8. Identificar dois tipos de efeitos na interação elétrica: atração e repulsão.</p> <p>9. <i>Estabelecer experimentalmente a lei das interações elétricas.</i></p> <p>10. Explicar a eletrização de um corpo como resultado da transferência de elétrons de um corpo para outro.</p> <p>11. Distinguir fenômenos elétricos de magnéticos.</p>	<p>5.1 - Conceção de magnetismo como “algo material” que pode ser transportado de um corpo para outro ou barrado. A imantação se dá porque o ímã “passa” magnetismo, “gastando-se” e transferindo-o ao corpo mais próximo, este para o seguinte e assim por diante. A utilização de termos tais como “passar para, o magnetismo foi para o prego”, “deve ter terminado” é um dos indicadores deste tipo de concepção.</p> <p>5.2 - Admissão da possibilidade de imantação de materiais não ferromagnéticos, bastando para tanto colocá-los entre dois ímãs.</p> <p>6.1 - Idéia de que pólos iguais se atraem e diferentes se repelem.</p> <p>6.2 - A atração e repulsão magnéticas são atribuídas à “quantidade de magnetismo” presente nos pólos.</p> <p>8.1- A atração e repulsão elétricas são atribuídas, respectivamente, ao atrito mais vigoroso ou mais fraco.</p> <p>8.2- A atração e repulsão elétricas são atribuídas, respectivamente, ao aquecimento decorrente do atrito ou ao resfriamento.</p> <p>11.1- Confusão entre eletricidade, magnetismo, calor e energia.</p>	