

ENSINO DE FÍSICA POR MEIO DA APLICAÇÃO DE UMA UNIDADE DE APRENDIZAGEM

TEACHING PHYSICS BY MEANS OF THE IMPLEMENTATION OF A LEARNING UNIT: AN EXPERIMENT

Lucilene Baccon [lucibaccon@yahoo.com.br]
João Bernardes da Rocha Filho [jbrfilho@puocrs.br]
Regis Alexandre Lahm [lahm@puocrs.br]

Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Av. Ipiranga, 6681, prédio 10, sala 213-05, Porto Alegre, RS, CEP 91540420.

RESUMO

Este artigo relata um experimento metodológico no ensino de Física, utilizando múltiplos recursos didáticos em uma Unidade de Aprendizagem envolvendo alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola situada no interior do estado do Rio Grande do Sul, tendo com tema a força como interação. A investigação proporcionou atividades potencialmente significativas, avaliando a evolução conceitual nos alunos, e utilizou como instrumentos de coleta de dados um questionário inicial, um intermediário e outro final, bem como anotações diárias dos diálogos com os alunos em um caderno de campo. Observou-se evolução nos aspectos cognitivos relacionados à aprendizagem conceitual, além de melhoria na autonomia e autoconfiança dos alunos.

PALAVRAS-CHAVE: interação; força; aprendizagem com significado; unidade de aprendizagem; evolução conceitual.

ABSTRACT

This article reports a methodological experiment in physics education involving students from the 9th grade (about 13-17 years old) of basic education in a public school located in a country town in Rio Grande do Sul, Brazil. Multiple teaching resources were used to teach force as interaction in a Learning Unit. The research provided potentially meaningful activities which allowed assessing students' conceptual evolution. For data collection, initial, intermediate and final questionnaires together with daily notes of conversations with students were used. Progress in the cognitive aspects related to conceptual learning could be observed, as well as improvement of students' autonomy and self-confidence.

KEYWORDS: interaction; strength; meaningful learning; learning unit; conceptual evolution.

INTRODUÇÃO

A educação científica básica do cidadão deve contribuir para o desenvolvimento de indivíduos capazes de uma vida social consciente e produtiva, que vise ao bem comum, incluindo as competências de pensamento científico (QUINTANILLA et al., 2010) necessárias à compreensão de certos aspectos concretos do cotidiano. Uma parte da educação científica escolar se relaciona à Física - como conjunto de conteúdos organicamente dispostos no currículo do final do Ensino Fundamental, geralmente começando pela Mecânica. Com foco nessa etapa da Educação Básica, o conceito de força é um dos que podem ser trazidos para o âmbito das experiências pessoais dos estudantes, sendo útil no cotidiano, além de conferir caráter lúdico ao processo educativo.

Nesse contexto, a investigação descrita neste artigo propôs-se a acompanhar uma intervenção visando ao ensino do conceito de força como interação (SILVA e KRAPAS, 2007) no 9º ano do Ensino Fundamental, apoiando-se no ambiente epistêmico de uma Unidade de Aprendizagem (UA) (GALIAZZI et al., 2004), avaliando os resultados em termos do alcance de uma aprendizagem com significado (AUSUBEL et al., 1980).

Força como interação

Força é uma grandeza física que pode ser estudada pelo menos sob duas perspectivas: como ação a distância ou como efeito da intermediação de campos (SILVA e KRAPAS, 2007). Em qualquer caso a interação está presente.

Muitos físicos se mostraram refratários à noção de ação a distância, ao longo do século XX, porque essa noção contém uma fragilidade intrínseca: sendo não mediada, deve ser instantânea, e a instantaneidade contraria o princípio relativístico que estabelece a velocidade da luz como limite universal para a taxa com a qual ocorre a propagação da energia ou o transporte de massa. Essa é uma temática controversa, pois apesar da rejeição há modelos quânticos que datam de um século que afirmam a não localidade e, por consequência, a ação a distância. Esses modelos vêm sendo corroborados por evidências experimentais envolvendo fótons isolados (JACQUES et al., 2007) e átomos isolados (MANNING et al., 2015).

Embora seja complexa, essa é uma discussão que deve ser levada às classes de Física do Ensino Básico porque, ainda que os estudantes não dominem o arcabouço matemático envolvido na Física Teórica, as consequências conceituais são compreensíveis por jovens nessa etapa da escolarização. Os paradoxos da ciência, por terem um caráter filosófico de grande alcance, em vez de afastarem os alunos da Física podem atrair os estudantes para a pesquisa científica, o que provavelmente resultaria em ampliação da aprendizagem já no Ensino Básico.

Conforme o Conselho Nacional de Educação apenas 26,8% dos professores que lecionam Física nas escolas brasileiras possui formação específica na área (BRASIL, 2015, p.17), então é compreensível que muitos professores em atuação sintam certo incômodo ao abordar um tema complexo como o que propusemos nesta pesquisa, consistindo isso em mais um empecilho ao Ensino de Física. Mas, não precisa ser assim, pois mesmo sem formação inicial em Física um professor pode avançar até conteúdos que ele não domina, utilizando-se da pesquisa em sala de aula (GRILLO et al., 2006), pois esta metodologia permite que todos aprendam, inclusive o professor.

A noção de campo, porém, não é menos problemática, sendo polissêmica, podendo significar, dependendo das circunstâncias, tanto o espaço (uma região, uma alteração, uma curvatura ou algo que o preenche) quanto um vetor geométrico abstrato. Além disso, a noção de campo também é expressa, às vezes, de forma tautológica, como um modo de armazenamento e propagação de energia, ou como uma entidade que interage com partículas (ibidem).

A ciência contemporânea, porém, não pode eliminar a dúvida sobre a natureza última da força, de maneira que ao Ensino de Física resta pouco mais que descrever a manifestação desse fenômeno. Isso não significa, porém, que os físicos – tanto o cientista quanto o professor - devam abandonar a motivação filosófica da busca das causas últimas em favor do pragmatismo descritivo e tecnológico. Grande parte da atração que a física desperta nas mentes dos jovens deriva justamente da reflexão sobre o caráter fenomenológico dos eventos e suas consequências, que se ocultam nas equações escritas na linguagem hermética da matemática.

Dessa forma, uma abordagem que enfatize o aspecto interativo, intrínseco à noção de força, sendo compatível com o conhecimento científico atual e não conflitando com as interpretações de ação a distância e de campo, é válido nas classes de Física. Além disso, o ensino da força com ênfase na interação possui elevado potencial interdisciplinar, adequado ao Ensino Fundamental, favorecendo a contextualização e, por consequência, a aprendizagem.

O reconhecimento da força como manifestação de um tipo de interação também pode ser coerente com uma proposta educativa inovadora, pois facilita o desenho de situações de ensino de caráter experimental e investigativo, menos centradas na transmissão e, portanto, mais capazes de levar os estudantes à compreensão dos modelos científicos por meio da pesquisa. Além disso, estratégias desse tipo estimulam o surgimento de diálogos entre os modelos científicos e os conhecimentos cotidianos dos estudantes, de onde pode derivar uma aprendizagem com mais significado (AUSUBEL et al., 1980).

Aprendizagem com significado e o Ensino de Física

A teoria da aprendizagem, em Ausubel et al. (ibidem), tem como princípio a valorização do relacionamento entre os conhecimentos prévios dos estudantes e os conhecimentos escolares, favorecendo o surgimento de estruturas mentais intencionais que consistem na aprendizagem ou são responsáveis por ela. Segundo Moreira (2006), a estrutura cognitiva é o conteúdo total e organizado das ideias de um indivíduo, seguindo uma disposição hierárquica constituída de abstrações e representações decorrentes das interações. Para este autor (ibidem) a aprendizagem com significado ocorre quando o material aprendido é passível de incorporação à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não arbitrária e não literal.

A não arbitrariedade se refere à aderência da incorporação. O novo conhecimento precisa ligar-se estruturalmente aos conhecimentos pregressos, formando com eles um todo ordenado e compreensível, o que não pode ocorrer se os elos entre os diferentes conhecimentos não forem correspondentes em algum grau. E a não literalidade se relaciona ao caráter hermenêutico próprio do objeto conhecido, cujo significado (e não o próprio objeto) é o alvo do conhecimento. Enquanto o material se mantiver literal, seu significado nunca será conhecido, e não poderá ser incorporado à estrutura cognitiva.

Nessa linha de pensamento as experiências pregressas dos estudantes geram concepções espontâneas mais ou menos diferentes daquelas ensinadas na escola. Essas concepções são também chamadas de empíricas, prévias, intuitivas ou alternativas, e elas têm papel fundamental na aprendizagem de novos conteúdos. Em Pozo (1996), as concepções são construções pessoais e espontâneas, nascidas na interação dos sujeitos com o meio, na socialização e na instrução formal. Isso é relevante porque, segundo o modelo de Moreira e Greca (2003), a evolução dessas concepções conduz às aprendizagens. No entanto, Mortimer (1996) reconhece que as novas ideias podem conviver com as anteriores, sendo empregadas apenas em determinados contextos, mas não em outros, nos quais as concepções antigas prevalecem, apesar da educação formal.

Para os objetivos desta pesquisa pode-se supor que a aprendizagem ocorre como consequência da existência simultânea de disposição para aprender e da interação entre conteúdos ou estruturas mentais anteriores, construídas ao longo da vida do estudante, com os novos conhecimentos escolares. A disposição e as estruturas prévias são influenciadas pelo ambiente cultural e pela história do indivíduo, e a interação é principalmente determinada pelo desenho dos procedimentos de ensino e a qualidade das relações intraescolares. Em face disso, e da onipresença de forças físicas no cotidiano, a aprendizagem pode ser favorecida se forem incluídas no projeto didático situações práticas que englobem aspectos afetivos ao dia a dia dos estudantes, da forma como foi feito nesta investigação.

Mas, é preciso cuidado ao coletar elementos cotidianos de apoio ao ensino do conceito de força, pois os mesmos fatos podem dar origem a diferentes interpretações, de modo que a ciência nunca pode ser apoiada unicamente no fato em si, pois dele não é possível constituir um todo coerente e de validade universal. Sabe-se que "[...] a física antiga é muitas vezes conhecida como a física do senso comum, porque é a física em que a maior parte das pessoas acredita intuitivamente e baseia o seu raciocínio sobre a natureza." (COHEN, 1988, p.29). Para que fatos corriqueiros se transformem em experimentos que corroborem a noção científica de força como interação é necessário instruir o estudante, preparando-o para fazer determinadas abstrações. Caso contrário, os mesmos fatos podem ser interpretados como confirmações de concepções equivocadas, tornando o experimento inútil do ponto de vista da aprendizagem pretendida.

Ao professor, por sua vez, é recomendável reconhecer que o saber empírico se baseia em fatos que o estudante identifica como resultado das experiências cotidianas. Esses fatos têm múltiplas interpretações, enquanto o conhecimento científico é mais amplo, não se restringindo a situações locais (ROSSO e MENDES SOBRINHO, 1997). No entanto, as concepções espontâneas derivam da experiência cultural dos sujeitos no meio em que vivem, e podem se mostrar resistentes a mudanças, constituindo obstáculos à aprendizagem científica.

Segundo Viennot (1979) - uma das precursoras da pesquisa sobre concepções alternativas -, as ideias intuitivas ou espontâneas estão presentes tanto em crianças quanto em estudantes universitários. Mesmo aqueles que já passaram pela escolarização permanecem com concepções alternativas. Mortimer (1996) mostrou que mesmo estudantes que tiveram bom desempenho escolar na solução de problemas de Física sobre força e movimento, com os quais estavam familiarizados, reverteram ao raciocínio pré-newtoniano de que movimento requer força quando se encontram solucionando questões novas, ou do cotidiano.

Considerando o quão difícil é organizar situações por meio das quais o aluno mude suas concepções, promovendo a mudança conceitual, Mortimer (ibidem) propõe que o ensino deve capacitá-lo a utilizar os conhecimentos de acordo com o contexto. Essa proposta trata a

mudança conceitual como evolução conceitual. Nesse sentido, a aprendizagem é entendida não como substituição de ideias alternativas por ideias científicas, mas como a evolução em um perfil de concepções.

Em Driver (1986) vê-se a proposição de que as atividades de ensino que mostram a utilidade dos princípios físicos contribuem para que os educandos percebam a relevância daquilo que está sendo abordado, o que, de outro modo, poderia parecer um conjunto abstrato de regras inúteis. Tentativas, nesse sentido, vêm sendo concretizadas por pesquisadores que praticam o ensino de Física a partir dos primeiros anos do Ensino Fundamental.

Para isso, evidentemente, é preciso tornar o ensino prazeroso, útil e acessível à realidade dos alunos, de modo que eles não só tenham os primeiros contatos com a Física, como desenvolvam o gosto por ela, como propõe Carvalho (1998). Em uma linha semelhante, Schroeder (2007) defende que o Ensino de Física deve ser praticado principalmente com a intenção de promover a autoestima nas crianças, ensinando-as o prazer de aprender, e não como uma forma de preparação antecipada para o mundo profissional ou os concursos que se seguirão.

As proposições de Carvalho (1998), Schroeder (2007) e Moreira (1983) mostram que a motivação negativa que os estudantes apresentam em relação à Física deve-se, provavelmente, ao ensino que eles receberam nos primeiros contatos com a disciplina, nos quais são geralmente priorizadas operações matemáticas, e não os conceitos contextualizados. Portanto, levar a Física aos estudantes do Ensino Fundamental é coerente com as Diretrizes Curriculares Nacionais (BRASIL, 2013, p. 110), quando afirmam que já nesse estágio da educação formal os educandos têm maturidade intelectual e estabelecem relações complexas e detalhadas entre diferentes elementos em estudo, sendo capazes de análise e síntese.

Nesse âmbito, tratar força como interação pode ajudar na consolidação da aprendizagem do conceito formal, pois a interação possui grande potencial interdisciplinar e relaciona-se às vivências dos educandos. Esse conteúdo, portanto, mostra-se adequado a alunos do 9º ano, embora não deixe de ser relevante para outros níveis de escolaridade, como sugere Moreira e Lagreca (1998). Isso ocorre porque o conteúdo a ser aprendido tem potencial significado, portanto é relacionável à estrutura cognitiva do educando, e este é naturalmente propenso a aprender.

Mas, não só o cotidiano mais próximo deve ser enfatizado na busca pela aprendizagem, inclusive porque a expressão "contextualização" é polissêmica (MACEDO e SILVA, 2014) e engloba virtualmente tudo o que se relaciona à vida individual, social e profissional dos estudantes. A contextualização mais ampla - no sentido do processo de situar os conteúdos curriculares em relação à história da ciência, aos valores humanistas e às tecnologias (SANTOS, 2007) - também é decisiva para alargar o horizonte de conhecimentos dos estudantes, sendo enfatizada nas Diretrizes Curriculares Nacionais (BRASIL, 2013).

A colocação em contexto dos tópicos curriculares da educação científica alcança educar por meio do estabelecimento de vínculos entre fatos, teorias, pessoas, épocas e tecnologias, favorecendo o desenvolvimento do espírito científico crítico. Sem essa orientação a educação científica deixa de cumprir um de seus papéis, que é capacitar o indivíduo a influenciar as decisões estratégicas relacionadas à ciência, que passam a ser tomadas exclusivamente por especialistas e políticos, cujos interesses não necessariamente coincidem com aqueles dos demais cidadãos.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Participaram desta investigação 21 alunos de uma turma do 9º ano de uma escola pública do interior do Rio Grande do Sul, com faixa etária entre treze e dezessete anos. Foi aplicada uma Unidade de Aprendizagem (GALIAZZI et al., 2004) voltada ao ensino de força como interação, na disciplina de Ciências. Uma UA é alicerçada no diálogo e no trabalho coletivo (ibidem), por isso os pesquisadores estiveram atentos às dificuldades de relacionamento em aula, às resistências ao trabalho cooperativo e às dificuldades de leitura e escrita, pois elas traduzem informações valiosas para o conhecimento inicial do grupo.

A partir das informações colhidas no primeiro contato com os participantes foi promovido um diálogo que permitiu que os pesquisadores selecionassem e planejassem atividades que possibilitassem aos alunos a conscientização do vínculo entre os seus pré-conhecimentos e o que seria aprendido. Elaborando-se a UA de forma a atender a esse pressuposto essencial, foi possível estabelecer relações entre os conhecimentos anteriores e o que se pretendeu ensinar.

Para a identificação dos alunos, durante a investigação, foram atribuídos códigos a cada um (letras maiúsculas do alfabeto), preservando-se suas identidades. Como instrumentos de obtenção de dados foram utilizados questionários e um caderno de campo, sendo o desempenho em trabalhos práticos em pequenos grupos considerados na identificação dos conhecimentos anteriores. A análise de dados foi descritiva e interpretativa, em coerência com a abordagem qualitativa da pesquisa, conforme Godoy (1995). Os instrumentos foram elaborados em acordo com Harres (2006).

Em acordo com Godoy (1995), o material escrito - as respostas às perguntas dos questionários e as falas dos sujeitos de pesquisa - foi reunido e submetido a uma leitura analítica, objetivando identificar significados, que seriam os pensamentos dos sujeitos (HARRES, 2006). Em seguida, com base também na impregnação com as informações escritas e vivências da pesquisa, foi elaborada a Interpretação Essencial Sintética (IES) (MEDEIROS e ROCHA FILHO, 2014), que constitui a análise dialogada com os autores da área, consistindo esta mesma no texto final da investigação.

A IES é a parte final da Análise Fenomenológica Hermenêutica (AFH), como proposta por Medeiros e Rocha Filho (2016), que se destina à compreensão de dada situação a partir da observação e/ou da entrevista realizada por um pesquisador sênior que domine tanto a fenomenologia quanto a hermenêutica, assim como o tema investigado. A IES pode ser aplicada alternativamente a outras metodologias de análise, como por exemplo as textuais, em situações nas quais o pesquisador possui larga vivência na situação investigada, como mormente ocorre quando o professor pesquisa sua própria prática, que é o caso da investigação apresentada neste artigo.

Assim, foram propostas atividades em uma linguagem apropriada para a idade dos alunos, priorizando-se perguntas indiretas, por meio de gravuras, personagens e desenhos, buscando respostas predominantemente abertas. Foi considerado como material de análise: a) o questionário inicial de sondagem, que objetivou identificar as concepções prévias dos alunos sobre o tema; b) o questionário intermediário, que teve a finalidade de identificar as concepções dos alunos e a ocorrência de evolução no perfil de concepções referente aos conceitos abordados; c) o questionário final, que pretendeu analisar a evolução conceitual dos alunos, bem como identificar as novas representações sobre o tema abordado, e; d) o registro das observações diárias dos pesquisadores em campo, permitindo acompanhar a motivação e a interação dos participantes.

O registro diário permitiu o acompanhamento do processo de aprendizagem e auxiliou no planejamento das atividades, considerando as dificuldades, curiosidades e interesses dos alunos, identificados no desenvolvimento das aulas. Foram seis encontros semanais, descritos a seguir.

O questionário inicial foi composto de três perguntas, todas incluindo gravuras. Uma sobre a interação do Sol com pessoas numa praia, outra baseada numa competição de puxar corda, e outra sobre um chute a gol numa partida de futebol. O questionário intermediário usou o tema central de uma pessoa tentando mover uma estante que suportava um aparelho de televisão, seguido de perguntas envolvendo o local de aplicação da força, o atrito, a possibilidade de tombamento e o trabalho realizado. E o questionário final foi composto por seis perguntas, com gravuras, envolvendo freadas e cintos de segurança, queda livre, um barqueiro sem remos, freadas bruscas em ônibus, aerofólios e, por fim, um pau-de-sebo.

a) Descrição do primeiro encontro (1 hora-aula)

Nesse encontro foi aplicado o Questionário Inicial a fim de identificar as concepções alternativas dos alunos e planejar as próximas atividades da UA. Após a apresentação formal propôs-se a realização do instrumento contendo questões referentes ao tema Força como Interação. Após a realização da primeira atividade a turma foi organizada em pequenos grupos para desenvolver a atividade seguinte, que consistiu em identificar interações representadas em gravuras, as quais foram distribuídas aos grupos. Realizou-se a socialização das respostas obtidas.

b) Descrição do segundo encontro (2 horas-aula)

Nesse encontro foi proposto que o grupo identificasse interações em gravuras que representam diferentes situações cotidianas. Em seguida, foi proposto um debate envolvendo a relação entre interação e movimento, observada em uma atividade experimental realizada em sala de aula a partir do lançamento e arraste de alguns objetos. Após, foram desenvolvidas atividades experimentais de demonstração, a fim de desestabilizar a possível concepção de força impressa. Depois disso foram realizadas atividades envolvendo forças de atrito e a suas influências nos movimentos.

O segundo encontro iniciou com a retomada do Questionário Inicial, possibilitando que os alunos conhecessem as interações identificadas pelos colegas, propiciando um diálogo coletivo que permitiu a identificação de várias concepções com relação ao tema. Dessa discussão resultou a impressão de que, para a maioria dos alunos, interação permanecia como sinônimo de contato direto. As demais atividades propostas, envolvendo metais e ímãs, além de pequenos pedaços de papéis e uma caneta, objetivaram desencadear mais reflexões e fomentar discussões sobre a relação estabelecida entre interação e contato direto. Como resultado, surgiu a necessidade de propor uma atividade a fim de desestabilizar as concepções de força impressa, discutindo também as interações que se opõem aos movimentos.

Durante a socialização das respostas obtidas nessa atividade a professora e pesquisadora fez um apanhado histórico, enfatizando que a concepção de força impressa faz parte da História da Ciência. Com a realização dessa atividade aflorou a discussão sobre a influência do atrito no movimento, que resultou em uma atividade experimental extra, e na proposição de algumas situações-problema.

c) Descrição do terceiro encontro (1 hora-aula)

Nesse encontro foi desenvolvida uma atividade experimental a fim de introduzir o estudo do coeficiente de atrito. A atividade contou com a utilização de dinamômetros, discussão acerca do coeficiente de atrito estático e cinético, além da resistência de rolamento. Foram utilizados caderno, uma folha de papel, alguns lápis e um dinamômetro sensível. Após a conclusão do experimento discutiu-se com o grupo sobre o observado e também sobre a relevância de conhecer o coeficiente de atrito.

d) Descrição do quarto encontro (2 horas-aula)

Nesse encontro foi aplicado o Questionário Intermediário, identificando as concepções dos alunos e avaliando a possível evolução do perfil conceitual acerca do tema abordado. Foram realizadas, também, atividades experimentais envolvendo a resistência do ar e a representação das interações por meio de vetores.

Ao iniciar esse encontro propôs-se a realização do Questionário Intermediário. Após o término dessa atividade o grupo de alunos começou a dialogar sobre suas respostas, culminando em um debate e explanação, pelos pesquisadores, das perspectivas atuais da interação, ação à distância e ação mediada. Após a discussão sobre a representação de uma força por meio de um vetor foi apresentada aos alunos a proposta da próxima atividade, a qual teve como finalidade introduzir a 1ª Lei de Newton na compreensão das situações cotidianas dos alunos. Essa atividade, assim como as demais que envolveram experimentação, motivaram os alunos para conhecer os princípios físicos, mas principalmente fizeram-nos relacionar esse conhecimento com aspectos do dia-a-dia.

e) Descrição do quinto encontro (1 hora-aula)

Nesse encontro foram realizadas atividades com gravuras e charges envolvendo a 1ª Lei de Newton, foram resolvidas situações-problema envolvendo a 2ª Lei de Newton e foram realizadas atividades sobre a 3ª Lei de Newton.

Uma charge envolvendo o conceito de inércia foi escolhida para iniciar as atividades desse encontro. Enfatizou-se o desenvolvimento de atividades que envolvessem tiras e gravuras. Seguindo a sugestão de um aluno realizou-se uma síntese das interações abordadas em sala de aula. Com o objetivo de introduzir a 2ª Lei de Newton foram realizadas algumas demonstrações que envolviam esse conceito, porém sem mencioná-lo explicitamente. Em seguida, propôs-se a análise de uma situação envolvendo essa lei, e a partir disso introduziu-se o conceito formal a partir de um diálogo.

Durante o desenvolvimento da atividade que objetivou a compreensão da 2ª Lei de Newton propôs-se a análise da fórmula que a define, visando à compreensão e o conhecimento abrangente. Após a análise de algumas situações hipotéticas introduziu-se a definição da Lei da Ação e Reação - a 3ª Lei de Newton -, fazendo menção a fatos e contextualizações pertinentes.

f) Descrição do sexto encontro (2 horas-aula)

Nesse encontro foi realizado um debate sobre o tema da pesquisa, enfatizando aspectos como: aplicabilidade, relevância, relação com cotidiano e aprendizagem. Também foi aplicado o Questionário Final a fim de identificar as concepções dos alunos e avaliar a

possível evolução do perfil conceitual com relação ao tema "Força como Interação".

A atividade inicial do sexto encontro objetivou propiciar um ambiente favorável para a reflexão e posterior debate acerca do tema abordado nos encontros anteriores, enfatizando as atividades, questionamentos e situações que os sujeitos consideraram relevantes do ponto de vista do aprendizado.

O debate foi encerrado, tendo em vista o tempo disponível para a realização da atividade seguinte. A última atividade realizada foi a aplicação do Questionário Final envolvendo o tema abordado, o qual objetivou identificar as concepções finais dos alunos com relação ao tema da força como interação, bem como em que medida houve uma evolução no perfil das concepções dos alunos.

DISCUSSÃO E RESULTADOS (IES)

No início do desenvolvimento da UA, percebeu-se que a maioria dos alunos relacionava interação com contato físico, no sentido do senso comum (COHEN, 1988, p.29). Essa concepção tornou-se relevante na pesquisa, pois se identificou que os alunos relacionavam interação com toque, ou seja, algo estará interagindo se estiver tocando ou sendo tocado (SILVA e KRAPAS, 2007). Houve, inclusive, argumentações de sujeitos que negavam a interação entre planetas, por exemplo.

Nas discussões de aula a maioria dos alunos mencionou a relação de interação com contato direto, como, por exemplo, o Aluno B quando argumentou: "*Nos planetas não há interação, pois um está muito longe do outro.*" Outra concepção bastante presente foi a da relação entre interação e conversação, como no discurso do Aluno H: "*As pessoas interagem conversando. A professora está interagindo com os alunos nesse momento.*" No decorrer da discussão outros assuntos foram abordados, como a existência de gravidade na Lua, onde apenas dois alunos acreditavam haver gravidade. Os outros acreditavam que não havia gravidade lá, e justificaram dizendo que, por exemplo: "Na lua não há gravidade, pois está muito longe da terra e por isso os astronautas flutuam." (ALUNO U). Apesar disso o Aluno V apontou "a interação das pessoas com o sol", sendo que a maioria dos colegas não concordou com ele. Desencadeou-se uma discussão sobre isso e o Aluno A fez o seguinte questionamento: "É por isso que a pele das pessoas fica avermelhada quando exposta muito tempo ao sol?".

Durante o desenvolvimento da UA identificou-se em alguns alunos uma concepção de força coerente com a física aristotélica ou pré-newtoniana, pois esses alunos acreditavam que, para haver um movimento, o que se move e o que causa o movimento devem estar em permanente contato. Quando indagados sobre o que é necessário para manter um corpo em movimento, as respostas foram diversificadas. Surgiram ideias de que a força acompanha o objeto, e o ar é o responsável pela redução gradual da velocidade. Observou-se também a relação estabelecida pelos alunos entre força e esforço muscular e, com grande incidência, destacou-se a ideia de força como propriedade de um corpo.

Está claro que as concepções de mundo desses alunos partiram e, na maioria das vezes, limitavam-se às suas experiências próximas, no contexto de uma interpretação simplificada e não científica. Isso reforçou a necessidade de que a intervenção didática considerasse situações de seus cotidianos, pois suas concepções estavam fortemente relacionadas ao dia-a-dia.

Com a proposição de uma atividade relacionando interação e movimentos os alunos foram levados a refletir sobre o que é necessário para colocar um corpo em movimento. O Aluno C

argumentou: “[...] *se colocarmos um ímã perto de um prego ele vai puxar o prego sem que ninguém coloque a mão nele.*”. A partir dessa declaração foi realizado um experimento e foram dadas explicações para o fenômeno da atração magnética, o que levou o Aluno I a relacionar a atração com a gravidade, dizendo que “[...] *eu acho que deve ser devido à força gravitacional, mas não sei o porquê.*”.

Em muitos alunos pôde ser identificada a concepção de força impressa, ou seja, muitos sujeitos acreditavam que a força responsável pelo movimento é uma força interna e que o fim do movimento está relacionado a agentes externos. No entanto, durante a abordagem do tema tornou-se possível aferir que houve uma modificação em relação às explicações dos alunos envolvendo o conceito de força, que passou a ser entendida não necessariamente como derivada de um toque com o agente propulsor.

A ideia de interação como contato de toque mostrou-se influenciando diretamente as concepções individuais de força, mas houve uma sensível modificação nessa noção quando o atrito passou a fazer parte da descrição de mundo dos estudantes (DRIVER, 1986). No decorrer dos encontros, a interação, não necessariamente como toque, passou a ser considerada pelos alunos, assim eles passaram a identificar interações entre objetos que não estavam encostados. A partir de uma nova atividade, agora envolvendo atração eletrostática entre papel e caneta, o Aluno I (único aluno que já conhecia esta atividade) respondeu: “[...] *os papeizinhos se movem devido alguma força, mas não sei qual. Acho que deve ser gravitacional ou magnética.*”.

Retomando o problema de uma bola parar após algum tempo depois de lançada houve respostas diversificadas, como a do Aluno F, que explicou: “[...] *as coisas continuam se movimentando porque a força vai junto, e devido ao ar que faz com que diminua a velocidade e pare. E ela [a bola] desce por causa da gravidade.*”. Nos encontros seguintes foi introduzida a utilização de dinamômetros e a discussão acerca de deslizamento e rolamento, o que fez os argumentos se complexificarem gradualmente até o surgimento da ideia de atrito, o que levou à proposição do lançamento de objetos em piso seco e piso molhado.

Dessa atividade surgiram comentários como “[...] *por isso que andar numa pista que tem óleo derramado é tão perigoso.*” (ALUNO X), e também a observação de que “[...] *às vezes encontramos dizeres como 'cuidado piso molhado'*” (ALUNO M). Pode-se perceber que os alunos principiavam a relacionar os conceitos abordados em aula com as situações vivenciadas em seus cotidianos já de um modo mais científico, o que gerou outras declarações como “[...] *porque a água não contém atrito.*” (ALUNO G) e “[...] *porque a água contém menos atrito.*” (ALUNO U). Para esses alunos o atrito passava a ser uma propriedade de um corpo.

Na sequência do desenvolvimento da UA os sujeitos passaram a explicar mais fenômenos usando o conceito de interação, inclusive identificando-a em situações diversas. Esse conceito tornou-se, portanto, mais abrangente, possivelmente com um significado ampliado, fazendo mais sentido para a maioria dos alunos. Percebeu-se, ainda, que muitos alunos relacionaram interação com a manifestação de uma força, culminando com a evolução do perfil de concepção do conceito de força, apontando para uma aprendizagem com significado (AUSUBEL et al., 1980; MOREIRA, 2006; MOREIRA e GRECA, 2003). Então, muitas respostas surgiram, como a do Aluno O, que ao ser indagado se havia alguma interação numa situação hipotética envolvendo uma pessoa, uma estante e um televisor, respondeu: “*Sim, estão interagindo a mão com a estante, [...], a estante com o ar, a televisão com o ar e também com outros objetos que estão nessa sala mesmo não estando perto da pessoa.*”.

Houve evolução do perfil de concepções, de acordo com Mortimer (1996). Nesse caso, um

perfil de concepções de força. Isso não significa, porém, que as concepções prévias foram superadas, mas sim que agora convivem com essas, nos sujeitos, concepções mais adequadas aos modelos científicos contemporâneos (POZO, 1996; ROSSO e MENDES SOBRINHO, 1997), e que esses dois diferentes grupos de concepções podem emergir em determinadas situações distintas, quando forem úteis.

Com a continuidade da UA foram abordadas as perspectivas atuais de interação - ação a distância e ação mediada - com o retorno da discussão sobre a resistência do ar nos movimentos e a introdução de um novo experimento usando um skate, com a representação de forças como vetores e o reconhecimento da necessidade da manutenção de uma força externa para que o movimento se perpetue. Durante essa etapa da UA houve grande evolução conceitual no grupo, o que pode ser captado na argumentação do Aluno O quando diz que "[...] *se o carrinho do supermercado estiver cheio e você andando com pressa e der uma parada brusca, as compras irão para no chão.*", ou do Aluno I, quando afirma que "[...] *quando você está andando de bicicleta e você dá uma freada, você vai para frente (seu corpo) e pode até cair.*".

Daí foi um passo para a introdução da noção de aceleração e de ação e reação, obtida com o uso de várias etapas experimentais e de discussão. O Aluno A afirmou que "[...] *por isso que quando chutamos a bola numa parede ela volta, porque a parede deve fazer a reação ao que fizemos.*". O Aluno L manifestou-se dizendo que "[...] *quando a gente nada o braço da gente joga a água pra traz, e ela faz com a gente vá para frente.*". Apesar de serem ainda simplistas, algumas das respostas e declarações indicam uma evidente ampliação do reconhecimento da força como interação.

Durante o processo de análise evidenciou-se a contextualização dos conceitos abordados - como a concepção de interação, força e leis de Newton -, que embora nem sempre fossem explicitadas estavam subentendidas e contextualizadas. A maioria dos alunos estabeleceu relação entre conceito e aplicação, surgindo a contextualização da força de atrito, a qual foi mencionada ou identificada implicitamente nas respostas dos alunos.

Ao final, várias atividades foram apontadas pelos alunos como exemplos de atividades significativas. O aluno P, primeiro a se manifestar, disse que "*Eu gostei da atividade com o Skate, das charges [...]*". O aluno L também se manifestou dizendo que "*Eu gostei daquela atividade que nós usamos aquele instrumento [...] o dinamômetro.*". Alguns alunos citaram o aprendizado, como o aluno X: "*Acho que para mim o Atrito passou a fazer mais sentido, porque agora olho para as coisas e fico pensando no Atrito.*", e pelo o aluno A: "*Eu entendi bem a Inércia, a Lei da Inércia [...], agora sei o porquê é obrigado usar o cinto de segurança nos autos.*".

Durante o desenvolvimento da UA o conceito de atrito passou a fazer mais sentido para os alunos, que relacionaram e identificaram suas aplicações e influências no movimento, percebendo inclusive que a força de atrito é fundamental à maioria dos movimentos (VILANNI; PACCA; HOSOUME, 1985). A força de atrito foi apontada por alguns alunos como interação, demonstrando uma evolução conceitual, tendo em vista a concepção inicial equivocada da maior parte dos alunos tanto em relação ao conceito de interação quanto ao de atrito.

As respostas dos alunos obtidas tanto nos instrumentos de coleta de dados quanto oralmente, durante o desenvolvimento da UA, permitiram compreender como a maioria dos alunos passou a estabelecer relações e explicar fenômenos usando o conceito de atrito, tendo prazer com esse novo conhecimento (CARVALHO, 1998). Enfatiza-se o fato de os alunos referirem-se explícita ou implicitamente aos conceitos abordados na UA. Suas

respostas escritas e orais permitiram compreender que a maioria estabeleceu a relação entre o conceito abordado em sala de aula e o cotidiano, contextualizando o tema força como interação.

CONCLUSÕES

Esta investigação identificou as concepções alternativas dos alunos investigados, que se mostraram coerentes com as já identificadas por outros pesquisadores, como Villani et al. (1985), Lopes (2004) e Peduzzi (2001). A metodologia utilizada para a intervenção privilegiou o diálogo e foi fundamental para o alcance dos resultados, pois permitiu que os alunos se mostrassem à vontade para expor suas ideias e concepções. Mais do que isso, de determinado momento em diante a socialização do conhecimento foi assumida por eles mesmos, demonstrando aumento em suas autoconfianças (SCHROEDER, 2007). O grupo demonstrou compreender a relevância da oportunidade de conhecer as concepções dos colegas.

Observou-se, também, no início do desenvolvimento da UA, certa resistência a essa proposta de reflexão e de maior autonomia, mas essa atitude foi diminuindo à medida que os alunos sentiram-se mais autoconfiantes. Em concordância com os objetivos da investigação propuseram-se atividades potencialmente significativas, levando-se em consideração no planejamento, além das concepções dos alunos, a necessidade e a relevância de abordar situações cotidianas, propiciando a contextualização do tema abordado. Procurou-se elaborar, com os alunos, a noção de que a Ciência está em permanente construção e que muitas das concepções que eles tinham fizeram parte da história da Ciência.

Outro elemento positivo foi a priorização das contextualizações e aplicações sobre as descrições formais, por acreditar-se ser essa uma abordagem mais adequada para esse tema num curso inicial de Física no Ensino Fundamental. Isso permitiu que a investigação se detivesse em seu foco, que era avaliar a evolução conceitual desses alunos referente à noção de força como interação, sem excluir a possibilidade de que o próprio professor aprenda com o processo (GRILLO et al., 2006).

Concluiu-se que os recursos e técnicas utilizadas mostraram-se eficientes, tendo em vista os objetivos propostos, pois se percebeu, por meio da análise, a contextualização dos conceitos abordados e a evolução, na maioria dos alunos investigados, do perfil de concepções referentes ao tema.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BRASIL – CNE – Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais da educação básica**. Brasília, Conselho Nacional de Educação, 2013.
- BRASIL - CNE – Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CP Nº: 2/2015. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial e Continuada dos Profissionais do Magistério da Educação Básica**. 09 junho 2015.
- CARVALHO, A. M. **Ciências no Ensino Fundamental**. São Paulo: Scipione, 1998.
- COHEN, I. B. **O nascimento de uma nova física**. Tradução de: Maria Alice Gomes da Costa. Lisboa: Gradiva, 1988.

DRIVER, R. Psicología Cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 4, n. 1, p. 3-15, 1986.

GALIAZZI, M. C. et al. Construindo caleidoscópios: organizando unidades de aprendizagem. In: MORAES R.; MANCUSO, R. (Org.). **Educação em Ciências**: produção de currículos e formação de professores. Ijuí: Ed. Unijuí, 2004.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 2, p. 57-63, mar./abr. 1995.

GRILLO, M. C.; ENRICONE, D.; MATTEI, P.; FERREIRA, J. B. Ensino e pesquisa com pesquisa em sala de aula. **UNIrevista**. v. 1, n. 2, abril, 2006.

HARRES, J. B. **Auto-avaliação sobre como evoluem nossas concepções e práticas sobre a forma de conhecer e analisar as idéias dos alunos**. Texto trabalhado na disciplina Prática de Ensino de Física I do curso de Licenciatura em Ciências Exatas – Habilitação Integrada em Física, Matemática e Química, da UNIVATES, 2006.

JACQUES, V. et al. Experimental realization of Wheeler's delayed-choice gedanken experiment. **Science**, n. 315, 966–968, 2007.

LOPES, J. B. **Aprender e Ensinar Física**. Lisboa: FCG, 2004.

MACEDO, C. C.; SILVA, L. F. Os processos de contextualização e a formação inicial de professores de Física. **Investigações em Ensino de Ciências - IENCI**, Porto Alegre, v.19, n.1, p. 55-75, 2014.

MANNING, A. G.; KHAKIMOV, R. I.; DALL, R. G.; TRUSCOTT, A. G. Wheeler's delayed-choice gedanken experiment with a single atom. **Nature Physics**, 2015. DOI:10.1038/nphys3343.

MEDEIROS, G.; ROCHA FILHO, J. B. **Interpretação Essencial Sintética**. Manual de aula do PPG em Educação em Ciências e Matemática da PUCRS, 2014.

_____. **Olhar para o Sol: Concepção da Análise Fenomenológica Hermenêutica**. 2016. 58 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2016.

MOREIRA, M. A. **Uma abordagem cognitivista ao Ensino de Física**: a teoria da aprendizagem de David Ausubel como sistema de referência para organização do ensino de ciências. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1983.

_____. Linguagem e aprendizagem significativa. **Encontro Internacional Linguagem, Cultura E Cognição II**, 2003.

_____. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Editora Universidade de Brasília, 2006.

MOREIRA, M. A.; GRECA, I. M. Conceptual change: critical analysis and proposals in the light of the meaningful learning theory. **Ciência & Educação**. v. 9, n.2, 2003, p. 301-315.

MOREIRA, M. A.; LAGRECA, M. C. B. Representações mentais dos alunos em Mecânica Clássica: três casos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.3, n.2, p. 83-106, 1998.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, Mudança Conceitual e Ensino de Ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, abr. 1996.

PEDUZZI, S. S. Concepções Alternativas em Mecânica. In: PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de Física**: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001, p. 53-75. POZO, J. I. La Psicología Cognitiva y la educación

científica. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, ago. 1996.

SCHROEDER, C. A importância da Física nas quatro primeiras séries do Ensino Fundamental. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 91-96, mar. 2007.

SILVA, M. C.; KRAPAS, S. Controvérsia ação a distância/ação mediada: abordagens didáticas para o ensino das interações físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.29, n.3, 2007.

QUINTANILLA, M. et al. **Enseñanza de las ciencias**, Vigo, v. 28, n. 2, 2010, p.185–198.

ROSSO, A. J.; MENDES SOBRINHO, J. A. C. O senso comum, a Ciência e o Ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, set. 1997.

SANTOS, W. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. esp., 2007.

VIENNOT, L. Spontaneous reasoning in elementary dynamics. **European Journal of Science Education**, v.1, n.2, p.205-221, 1979.

VILANNI, A.; PACCA, J. L. A.; HOSOUME, Y. Concepção Espontânea sobre Movimento. **Revista de Ensino de Física**, São Paulo, v. 7, n. 1, jun. 1985



Revista
Ciências & Ideias