

**INTEGRANDO FÍSICA E EDUCAÇÃO FÍSICA EM UMA ATIVIDADE
INVESTIGATIVA**

**INTEGRATING PHYSICS AND PHYSICAL EDUCATION IN AN INQUIRY-
BASED ACTIVITY**

Rachel Saraiva Belmont¹, Marta Maximo-Pereira², Evelyse dos Santos Lemos³

¹Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ)/ Instituto Oswaldo Cruz/ Laboratório de Educação em Ambiente e Saúde e Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino em Biociências e Saúde, Rio de Janeiro, Brasil, rachelbelmont@gmail.com

²Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ – UnED Nova Iguaçu) / Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, martamaximo@yahoo.com

³Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ)/ Instituto Oswaldo Cruz/ Laboratório de Educação em Ambiente e Saúde e Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino em Biociências e Saúde, Rio de Janeiro, Brasil, evelyse@ioc.fiocruz.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi propor uma atividade investigativa interdisciplinar que congrega conteúdos da Física e da Educação Física. Trata-se de uma atividade de ensino por investigação interpretada a partir da Teoria da Aprendizagem Significativa. Na intervenção, realizada com 30 estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública do Estado do Rio de Janeiro, nossa intenção foi que os alunos compreendessem, a partir dos fenômenos físicos discutidos na disciplina de Física, como a velocidade da bola pode ser influenciada pela forma como ela é chutada. A observação da aula nos indica que essa atividade investigativa, do modo como foi conduzida, tem potencial para favorecer a aprendizagem significativa, pois foi planejada a partir dos conhecimentos prévios dos alunos, caracterizou-se como uma situação nova e favoreceu a negociação de significados, em diferentes momentos, entre os alunos e deles com a professora.

Palavras-chave: ensino por investigação, aprendizagem significativa, interdisciplinaridade, Física, Educação Física.

ABSTRACT

The aim of this study was to propose an interdisciplinary inquiry-based activity that brings together contents of Physics and Physical Education. Such activity was interpreted by the Meaningful Learning Theory. In the intervention, carried out with 30 students of a 2nd year High School class at a state school in Rio de Janeiro, our goal was that students understood, from the physical phenomena discussed in Physics classes, that the speed of a ball can be influenced by the way it is kicked. The observation indicates that the inquiry-based activity, as it was conducted, has the potential to promote meaningful learning, because it was planned considering the students' previous knowledge, was characterized as a new situation and encouraged the negotiation of meanings, at different times, among the students and between the teacher and them.

Key words: inquiry-based teaching, meaningful learning, interdisciplinarity, Physics, Physical Education.

Introdução

O currículo e as práticas escolares, embora sendo foco de inúmeras investigações, cujos resultados apontam para o caráter complexo do conhecimento e da formação, ainda seguem o modelo educacional tradicional, no qual o conhecimento é apresentado de forma fragmentada em disciplinas estanques, sem nenhuma conexão aparente. Esse fato faz com que o aluno, em geral, não consiga estabelecer as relações conceituais existentes entre as diferentes disciplinas cursadas.

A interdisciplinaridade no contexto educativo, ao abordar os fenômenos a partir de diferentes perspectivas, tem sido apontada como uma prática que favorece a aquisição de uma visão global do conhecimento. Segundo Santomé (1998, p. 73) o ensino fundamentado na interdisciplinaridade “[...] tem o grande poder estruturador, pois os conceitos, contextos teóricos, procedimentos, etc. enfrentados pelos alunos encontram-se organizados em torno de unidades mais globais de estruturas conceituais e metodológicas compartilhadas por várias disciplinas”.

Nessa perspectiva e considerando que a aprendizagem significativa, que é diferente da mera memorização, corresponde a um processo pessoal e intencional de (re)construção do conhecimento, realizamos uma atividade investigativa, de caráter interdisciplinar, congregando conhecimentos de Física e Educação Física. Ela foi planejada em parceria por duas professoras, uma de cada disciplina, e aplicada em uma turma com 30 alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública da cidade de Nova Iguaçu, Rio de Janeiro. Trata-se, portanto, de uma atividade de ensino por investigação desenvolvida à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa.

Muitos trabalhos mencionam as potencialidades das atividades investigativas para a aprendizagem de conceitos científicos, em especial para o estabelecimento de relações de causa e efeito, para a realização de trabalho colaborativo e o desenvolvimento da argumentação dos estudantes, além do favorecimento de uma visão mais adequada do que é fazer ciência (CAPPECHI, 2004; CAPPECHI; CARVALHO, 2006; MAXIMO-PEREIRA; SOARES; ANDRADE, 2011). De acordo com Borges (2002, p. 11):

Uma alternativa que temos defendido há mais de uma década, e mais recentemente temos investigado e utilizado com nossos alunos, consiste em estruturar as atividades de laboratório como investigações ou problemas práticos mais abertos, que os alunos devem resolver sem a direção imposta por um roteiro fortemente estruturado ou por instruções verbais do professor.

Por outro lado, a escolha da Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980; GOWIN, 1981) como marco teórico deste trabalho

pautou-se no seu potencial para subsidiar o ensino e a pesquisa em ensino de ciências.

Segundo Lemos (2007, p.111):

[...] a prática educativa e a da investigação educativa têm como objetivo comum favorecer a aprendizagem significativa do aluno, e os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa constituem conhecimento de base comum para professores, pesquisadores sobre ensino e para formadores de professores.

Sua utilização neste trabalho justifica-se também pelas relações entre essa teoria e o ensino por investigação (ZOMPERO; LABURÚ, 2010), ainda pouco exploradas tanto nas pesquisas na área de ensino em geral como na de ensino de ciências em particular.

Fundamentação teórica da atividade

A aprendizagem significativa, segundo Ausubel *et al.* (1980), ocorre quando o indivíduo associa, de forma não arbitrária (não-aleatória) e substantiva (não-litera), novas informações às ideias relevantes que já possui na sua estrutura cognitiva. Por isso, Ausubel *et al.* (1980, p.137) defendem que, “[...] o fator singular mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece”. Segundo os referidos autores, existem duas condições simultâneas para a ocorrência da aprendizagem significativa: o material de ensino deve ser potencialmente significativo e o aprendiz deve apresentar disposição para aprender de forma significativa.

Além da elaboração do material de ensino com foco nos conhecimentos prévios e naqueles que o aluno deve aprender, Gowin (1981) propõe que os significados dos conteúdos/conceitos contidos no referido material sejam negociados entre os alunos e com o professor, estabelecendo, assim, uma relação triádica com vistas ao compartilhamento dos significados. Além disso, Ausubel *et al.* (1980) sugerem que os problemas e questões propostos devem se caracterizar por situações novas e ser elaborados de forma que a sua resolução pelo aluno exija mais do que a mera apresentação literal de conteúdos memorizados. Em decorrência disso, considerando os conhecimentos prévios dos alunos, cabe ao professor propor atividades novas, capazes de promover interações em sala de aula. Tais atividades devem suscitar o pensar com e sobre o conhecimento, o que também é preconizado pelo ensino por investigação.

No ensino por investigação, parte-se sempre de um problema aberto que faça sentido para o aluno, pois, como ressalta Bachelard (2001, p. 166), “[...] todo

conhecimento é resposta a uma questão”. Partindo de um problema aberto¹, os aprendizes são levados a formular hipóteses, observar fenômenos, refletir e discutir em grupo, a fim de elaborarem uma solução ao problema (CARVALHO, 2011). As ideias levantadas e resoluções propostas são negociadas entre os colegas de classe, inicialmente em pequenos grupos, e, posteriormente, entre todos os alunos e o professor, a fim de se chegar a uma solução coletiva, com argumentos científicos que a justifiquem. Desse modo, a argumentação é fundamental no processo de (re)construção de novas ideias, pois consiste em “[...] avaliar os enunciados com base em evidências, reconhecer que as conclusões e os enunciados científicos devem estar justificados, ou seja, sustentados por evidências” (JIMENEZ-ALEIXANDRE, 2010, p. 23). A dinâmica da negociação de significados, nesse contexto, fornece constante *feedback* para o professor, que tem indícios do que pensam seus alunos, e, assim, pode auxiliá-los em sua aprendizagem. Igualmente os alunos têm, nos direcionamentos dados pelo professor, elementos que indicam se eles estão ou não apreendendo e utilizando os conhecimentos científicos de forma adequada e se compreendem ou não a natureza da construção desse conhecimento.

Relato da proposta e de sua aplicação

A atividade investigativa realizada visou explicitar a relação existente entre Física e Educação Física na aprendizagem escolar. Esta atividade teve por objetivo favorecer, nos alunos, a percepção de que a velocidade que uma bola adquire ao ser chutada depende, entre outros fatores, da forma como o movimento é realizado por quem a chuta.

Com este propósito, a professora apresentou um problema novo para os estudantes, mas bastante próximo de sua realidade, a fim de que pudessem utilizar os conteúdos trabalhados anteriormente nas aulas de Física para a compreensão de situações de seu cotidiano a partir de conhecimentos científicos.

O problema aberto proposto foi o seguinte: “Existe diferença na velocidade que a bola adquire quando um jogador de futebol corre em direção a ela para chutá-la e quando ele efetua o chute sem a corrida?” Corroborando nossa hipótese, os alunos, justificando ou não suas respostas, responderam que havia diferença nas duas velocidades. Assim, um segundo problema, complementar ao inicial, foi colocado: “Se

¹ De acordo com Jiménez-Aleixandre *et al.* (2003, p. 249), um problema aberto “[...] nem sempre significa uma variedade de soluções, mas ter que decidir (e justificar) cada passo dado para resolver o problema.”

existir, como você poderia verificar experimentalmente, com a melhor precisão possível, essa diferença?”

Os estudantes formularam várias hipóteses para responder à pergunta, começando a envolver-se com a atividade. Na sequência, para propiciar discussões entre os alunos e o teste de hipóteses, eles foram organizados em pequenos grupos, de cinco a seis alunos, definidos por eles mesmos, com o objetivo de elaborarem um experimento que lhes permitissem resolver o problema utilizando conceitos e princípios da Física e da Educação Física. Após a discussão no interior dos grupos e o aparecimento de algumas ideias iniciais, a professora pediu que eles utilizassem os conteúdos de Física que haviam aprendido na escola até aquele momento para elaborar a experiência. Além de chamar a atenção dos mesmos para os conteúdos por eles já estudados, a professora disponibilizou alguns materiais ² para a realização do experimento.

Com essas ações, nossa expectativa era que eles, mobilizando conhecimentos já trabalhados na disciplina Física, ministrada por uma das docentes responsável por este estudo, utilizassem tanto os conceitos de deslocamento e velocidade média como uma técnica de medição de tempo (MAXIMO-PEREIRA; AGUIAR, 2011) também previamente apresentada, a qual fornece ótima precisão e elimina a interferência do experimentador na medida.

Os materiais disponibilizados direcionaram a discussão dos grupos e o desenvolvimento da proposta de solução ao problema. As respostas construídas nos pequenos grupos foram apresentadas por um representante dos mesmos e a turma, agora como grande grupo, discutiu a questão, sempre com o auxílio e os direcionamentos da professora.

As soluções dos cinco grupos foram, de um modo geral, coincidentes. Por exemplo, quatro grupos citaram a realização de um chute diante de uma parede para que os dois ruídos (colisão do pé com a bola e desta com a parede) pudessem ser captados pelo microfone e, com o uso do *software Audacity*, eles conseguissem determinar o intervalo de tempo com o computador. Também foi consenso entre todos os grupos que dois tipos de chute deveriam ser realizados por uma mesma pessoa: um sem a corrida e outro com a corrida.

Apenas um deles propôs duas soluções, uma com os materiais disponibilizados e outra com um recurso que não tinha sido mencionado anteriormente pela professora

² Os materiais disponibilizados foram bola de futebol, trena e computadores com microfone e com os seguintes *softwares* instalados: *Audacity* e *Microsoft Office Excel*.

(filmagem do movimento da bola com uma câmera associada a um computador). Ainda que essa técnica já tenha sido proposta na literatura da área de ensino de ciências (DIAS *et al.*, 2009), sendo até mesmo usada por uma das autoras deste estudo em trabalhos anteriores (SENA; MAXIMO-PEREIRA, 2011), sua utilização demandaria *softwares* específicos e uma série de procedimentos aos quais os alunos não haviam sido apresentados, a fim de se determinar a velocidade da bola. Por isso, a professora mencionou que iria optar por não utilizar esta técnica, mas reconheceu diante de toda a turma a viabilidade da proposta do grupo, que demonstrou, a nosso ver, uma concepção de ciência bastante adequada, visto que explicitou a possibilidade de dois modelos diferentes serem possíveis para o estudo de um fenômeno físico.

Durante a discussão coletiva, com a mediação da professora, foram apontados por ela inconsistências (por exemplo, na determinação da distância entre a bola e a parede) e pontos positivos (realizar o experimento com todos os alunos chutados duas vezes, e não apenas um aluno) nas propostas dos grupos. Também os próprios alunos identificaram pequenos problemas em algumas das ideias de seus colegas (por exemplo, a inexistência do ruído ao final do movimento da bola, presente na proposta de um dos grupos).

Por fim, a turma chegou a um consenso sobre como deveria ser realizada a experiência: um mesmo aluno deveria chutar uma bola, colocada diante de uma parede, primeiramente correndo e depois sem a corrida. A medição da distância da bola à parede, que corresponde ao deslocamento da bola, seria feita com a trena. A bola deveria ser chutada contra a parede para que houvesse dois barulhos, o inicial (colisão do pé com a bola) e o final (colisão da bola com a parede), que seriam captados pelo microfone do computador e identificados pelo *Audacity* como picos num gráfico de amplitude em função do tempo. O intervalo de tempo seria, portanto, calculado pela diferença entre os instantes de tempo em que ocorreram os picos final e inicial. Com a definição matemática do conceito de velocidade média, os alunos calculariam a velocidade que a bola adquire nas duas situações, com e sem corrida, e poderiam compará-las para resolver o problema.

Diante dessa solução coletiva, elaborada pela turma com o auxílio da professora, e levando em consideração os objetivos do experimento, alguns aspectos sobre sua realização foram problematizados por ela. As principais questões colocadas, sequencialmente conforme o debate demandava, foram as seguintes: a que distância da parede colocar a bola para que sua velocidade, no instante em que é chutada, coincida,

aproximadamente, com sua velocidade média durante o movimento? A partir de onde medir a distância da bola até a parede? Que trajetória a bola deve seguir ao se efetuar o chute para que se tenha a máxima velocidade possível? Somente uma pessoa deve efetuar os dois chutes ou todos os alunos poderiam realizá-lo? Como isso influencia na resposta ao problema colocado?

Essas perguntas geraram intenso debate entre os alunos e foram solucionadas no grande grupo, com a mediação da professora, o que permitiu que a realização da experiência, no pátio da escola, contemplasse o que haviam acordado previamente sob a orientação da professora.

Para responder ao problema, os grupos determinaram a velocidade da bola, com e sem corrida inicial, de todos os alunos e analisaram esses dados para elaborar uma solução. Tais conclusões, assim como os dados que lhes deram origem e os argumentos utilizados, foram escritos em um relatório elaborado por cada grupo, no qual deveriam constar também o objetivo da experiência e o procedimento experimental utilizado. Estes dados e sua análise, importantes para caracterizar a natureza da aprendizagem dos alunos, serão apresentados em trabalhos futuros. A Figura 1 ilustra alguns momentos da realização da atividade investigativa interdisciplinar que aqui apresentamos.



Figura 1: Momentos da atividade proposta

Considerações finais

A atividade interdisciplinar aqui relatada relacionou conteúdos de Física e Educação Física. Entendemos que, em nossa proposta, elementos de ambas as áreas do conhecimento enriqueceram-se mutuamente, permitindo uma compreensão ampla e cientificamente coerente de uma prática esportiva bem próxima da realidade dos alunos. Nossa intenção foi que os alunos compreendessem, a partir dos fenômenos e conceitos discutidos na disciplina de Física, como a velocidade da bola pode ser influenciada pela forma como ela é chutada. Desse modo, o aluno teve a oportunidade de pensar sobre uma situação real/cotidiana, característica da disciplina de Educação Física, a partir da Física e, igualmente, pensar os movimentos realizados para a realização dos chutes a partir dos conceitos físicos, mesmo que de forma incipiente.

Por isso, ainda que não tenhamos analisado sistematicamente os dados provenientes dessa intervenção, uma primeira impressão da observação da aula nos indica que essa atividade, da forma como foi conduzida, tem potencial para favorecer a aprendizagem significativa. Isso se justifica porque ela foi planejada a partir dos conhecimentos prévios dos alunos, caracterizou-se como uma situação nova e favoreceu a negociação de significados, em diferentes momentos, entre os alunos e deles com a professora.

Referências

- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BACHELARD, G. *O novo espírito científico*. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 2001.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- CAPECCHI, M. C. V. M. *Aspectos da Cultura Científica em Atividades de Experimentação nas Aulas de Física*. São Paulo, 2004. 264f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- CAPECCHI, M. C. V. M.; CARVALHO, A. M. P. Atividade de laboratório como instrumento para a abordagem de aspectos da cultura científica em sala de aula. *Revista Pro-Posições*, v. 17, n.1(49), p. 137–153, 2006.
- CARVALHO, A. M. P. Ensino e aprendizagem de ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas. In: LONGHINI, M. D. (Org.) *O uno e o diverso da Educação*. Uberlândia: EDUFU, 2011, p. 253-266.
- DIAS, M. A.; AMORIM, H. S.; BARROS, S. S. Produção de fotografia estroboscópicas sem lâmpada estroboscópica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 26, n. 3, p. 492-513, 2009.

GOWIN, D. B. *Educating*. New York: Cornell University Press, 1981.

JIMENEZ-ALEIXANDRE, M. P. *10 Ideas Claves: competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó, 2010.

JIMENEZ-ALEIXANDRE, M. P.; REIGOSA CASTRO, C.; DÍAZ DE BUSTAMANTE, J. Discourse in the laboratory: quality in argumentative and epistemic operations. In: PSILLOS, D.; KARIOTOGLOU, P.; TSELFES, V.; HATZIKRANIOTIS, E.; FASSOULOPOULOS, G.; KALLERY, M. (Orgs.) *Science Education Research in the Knowledge-Based Society*. London: Kluwer Academic Publishers, 2003, p. 249-258.

LEMOS, E. S. A teoria da aprendizagem significativa e sua relação com o ensino e com a pesquisa sobre o ensino. *Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación*, monografia VIII, p. 111-118, 2007.

MAXIMO-PEREIRA, M.; AGUIAR, C. E. M. O computador como cronômetro. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), 19., 2011, Manaus. *Anais...* Manaus: Sociedade Brasileira de Física, 2011, p.1-8.

MAXIMO-PEREIRA, M.; SOARES, V.; ANDRADE, V. A. Escrita como ferramenta indicativa das possíveis contribuições de uma atividade investigativa sobre temperatura para a aprendizagem. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 6, n. 3, p. 118-132, 2011.

SANTOMÉ, J. T. *Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SENA, B. S. L.; MAXIMO-PEREIRA, M. Construindo e estudando foguetes (e aprendendo Física!). In: Seminário de Iniciação Tecnológica do CEFET/RJ, 5., 2011, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: Coordenadoria de Pesquisa e Estudos Tecnológicos – COPET do CEFET/RJ, 2011, p. 1.

ZOMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. As atividades de investigação no Ensino de Ciências na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, v. 5, n. 2, p. 12-19, 2010.