

INTEGRANDO FÍSICA E EDUCAÇÃO FÍSICA EM UMA ATIVIDADE INVESTIGATIVA NA PERSPECTIVA DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Integrating Physics and Physical Education in an inquiry-based activity on meaningful learning theory perspective

Rachel Saraiva Belmont [rachelsbelmont@gmail.com]

Universidade Salgado de Oliveira (UNIVERSO). Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências da Atividade Física. Rua Marechal Deodoro 217, Centro. Niterói/RJ, Brasil.

Marta Maximo-Pereira [martamaximo@yahoo.com]

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ) UnED Nova Iguaçu. Estrada de Adrianópolis 1.317, Santa Rita. Nova Iguaçu/RJ, Brasil.

Evelyse dos Santos Lemos [evelyse@ioc.fiocruz.br]

Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ). Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino em Biociências e Saúde. Av. Brasil 4365, Manguinhos. Rio de Janeiro/RJ, Brasil.

Resumo

O objetivo deste estudo foi identificar como uma atividade investigativa influencia a aprendizagem significativa de conceitos comuns à Física e à Educação Física em um contexto interdisciplinar. Trata-se de uma pesquisa do tipo intervenção pedagógica com abordagem qualitativa na qual participaram 30 estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública do estado do Rio de Janeiro, Brasil. A Teoria da Aprendizagem Significativa foi o principal referencial teórico e os registros obtidos foram notas de campo, gravações em áudio e relatórios elaborados pelos estudantes. Os resultados sugerem que a atividade investigativa, da forma 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, promoveu motivação, favoreceu a negociação de significados, oportunizando os alunos a pensarem com e sobre o conhecimento, formulando perguntas, hipóteses e argumentando com conceitos científicos na tentativa de interpretar o fenômeno observado, além de fornecer constante *feedback* a professora e alunos.

Palavras-chave: ensino por investigação, interdisciplinaridade, negociação de significados, ensino de ciências, estratégias de ensino

Abstract

The aim of this study was to identify how an inquiry-based activity influences meaningful learning of concepts common to physics and physical education in an interdisciplinary context. This is a pedagogical intervention research in which 30 second year students from a High School class at a public school in Rio de Janeiro, Brazil participated. Meaningful learning theory was the major theoretical framework used and records were researcher's field notes, audio recordings of class and reports prepared by the students. The findings suggest that inquiry-based activity, as it was conducted, has the potential to foster meaningful learning, because it was planned considering the students' prior knowledge, was characterized as a new situation, promoted motivation, encouraged the negotiation of meanings, provided opportunities for students to think with and about knowledge, formulating questions, hypotheses and arguing with scientific concepts to attempt to interpret the observed phenomenon and provide constant feedback to teacher and students.

Key-words: inquiry-based activity, interdisciplinarity, negotiation of meanings, teaching science, teaching strategies

Introdução

É função do processo educativo, especialmente o da Educação Básica, oportunizar aos alunos a aprendizagem, com significado, de conhecimentos que lhes sirvam como referência nas decisões que envolvam suas vidas cotidianas, tanto na fase escolar como posteriormente a ela. As práticas educativas, embora sendo foco de inúmeras investigações, cujos resultados apontam para o caráter complexo da aprendizagem e da formação, ainda seguem o modelo educacional tradicional, no qual o conhecimento é apresentado de forma fragmentada em disciplinas estanques, sem qualquer conexão aparente. Esse fato faz com que o aluno, em geral, não consiga estabelecer as relações conceituais existentes no escopo de um campo disciplinar e tampouco entre as diferentes disciplinas cursadas. A interdisciplinaridade no contexto educativo, ao favorecer a abordagem dos fenômenos a partir de diferentes perspectivas, tem sido apontada como uma prática que favorece a aquisição de uma visão global do conhecimento, pois “[...] está sempre situada no campo onde se pensa a possibilidade de superar a fragmentação das ciências e dos conhecimentos por elas produzido [...]” (Thiesen, 2007, p. 91). Dessa forma, o ensino planejado e desenvolvido em contextos interdisciplinares “[...] 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” (Santomé, 1998, p. 73).

Dentre as várias estratégias de ensino empregadas para favorecer uma visão mais integrada do conhecimento, alguns autores mencionam as potencialidades das atividades investigativas para a promoção da 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.

Considerando o potencial das atividades investigativas e que a aprendizagem é um processo que requer a construção do conhecimento com significado, a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) foi assumida como marco teórico deste trabalho por seu potencial para subsidiar o ensino e a pesquisa sobre o ensino (Lemos, 2011b). Nessa perspectiva e considerando que a aprendizagem significativa, diferente da mera memorização, corresponde a um processo pessoal e intencional de (re)construção do conhecimento, o objetivo deste estudo foi identificar como uma atividade investigativa influencia a aprendizagem significativa de conceitos comuns à Física e à Educação Física em um contexto interdisciplinar.

Marco teórico

A aprendizagem significativa, segundo Ausubel (2003), ocorre quando o indivíduo associa, de forma não arbitrária (não-aleatória) e substantiva (não-literal), novas informações às ideias relevantes que já possui em sua estrutura cognitiva. Por isso, Ausubel et al. (1980) defendem que, “[...] o fator singular mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece” (p.137). Segundo os referidos autores, existem duas condições simultâneas para a ocorrência da aprendizagem significativa: o material de ensino deve ser potencialmente significativo, sendo compatível com a estrutura cognitiva dos alunos, e o aprendiz deve apresentar disposição para aprender de forma significativa, ou seja, agir intencionalmente para relacionar os novos conceitos ao previamente aprendidos.

Além da elaboração do material de ensino considerando os conhecimentos prévios e aqueles 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 (2003) esclarece que para se obter evidências de aprendizagem significativa, os problemas e questões propostos devem se caracterizar por situações novas e serem elaborados de forma que sua resolução exija mais do que a mera apresentação literal de conteúdos memorizados. Em decorrência, considerando os conhecimentos prévios dos alunos, cabe ao professor propor atividades novas, passíveis de serem solucionadas pelos alunos nas interações sociais em sala de aula. Tais atividades devem suscitar o pensar com e sobre o conhecimento, fundamental no processo da aprendizagem significativa, 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 aberto, os aprendizes são levados a formular hipóteses, observar fenômenos, refletir e discutir em grupo, a fim de elaborarem uma solução ao problema (Carvalho, 2011). 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”. Na sequência, 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, contemplando argumentos cientificamente válidos que a justifique. 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).

Metodologia

Para realizar a presente investigação, com abordagem qualitativa e do tipo pesquisa intervenção pedagógica (Damiani et al, 2013), assumimos o ensino por investigação (Cappechi, 2004; Cappechi & Carvalho, 2006) como estratégia facilitadora para a aprendizagem significativa de conceitos e a Teoria da Aprendizagem Significativa (Ausubel et al, 1980; Ausubel, 2003; Gowin, 1981) como principal marco teórico.

A atividade investigativa foi planejada em parceria por duas professoras, uma de Física e outra de Educação Física, sendo a primeira responsável por ministrar a disciplina de Física à turma investigada, na instituição *locus* da pesquisa. Participaram da investigação 30 alunos, 20 mulheres e 10 homens, do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública da cidade de Nova Iguaçu, Rio de Janeiro.

A intervenção é aqui assumida como uma ação voltada para o favorecimento da aprendizagem significativa dos conceitos inerentes à Física e à Educação Física. Os registros obtidos foram: notas de campo, gravações em áudio e textos oriundos de relatório elaborado por grupos de alunos.

Embora a intervenção tenha sido feita com os estudantes em um único encontro, de uma hora e quarenta minutos, seu planejamento considerou o conteúdo discutido anteriormente com a turma e os conceitos a serem nela ensinados. Seu desenvolvimento englobou dois momentos: implementação da atividade investigativa e realização do relatório sobre o experimento, pelos alunos. No primeiro focamos na interação entre os alunos e deles com a professora e, na análise do relatório, buscamos identificar se os alunos sistematizaram as ideias discutidas durante a experiência e se confirmaram a hipótese elaborada para o problema levantado.

Pela natureza descritiva desta investigação, a discussão será apresentada por meio de um relato interpretativo, centrada nos dois momentos da intervenção e considerando episódios de negociação de significados entre os alunos e deles com a professora. Dessa forma, as atitudes dos estudantes para a aprendizagem e da docente para fomentá-la serão priorizadas. Além disso, será considerada a coerência dos textos apresentados nos relatórios em relação ao conhecimento científico escolar. Dessa forma, também teremos indicadores sobre a potencialidade da atividade para suscitar a aprendizagem significativa.

Para garantir o anonimato dos participantes, optamos pela numeração aleatória, de 01 a 30, precedida da letra “A”, para representar cada aluno.

Apresentação e discussão dos dados

A atividade investigativa realizada visou explicitar a relação existente entre as disciplinas de Física e Educação Física na aprendizagem, ou seja, sobre a potencialidade da interação disciplinar no cotidiano escolar. Dessa forma, o objetivo do ensino foi promover, 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. Com este propósito, foi apresentado um problema novo, próximo da realidade dos alunos, a fim de que pudessem utilizar os conteúdos trabalhados anteriormente nas aulas de Física¹ para compreender conceitos do Futebol, conteúdo da Educação Física.

Segundo Vergnaud (2009), são as situações que dão sentido aos conceitos, pois uma situação (problema) não pode ser resolvida ou analisada utilizando apenas um conceito, mas vários. Para o referido autor, quanto maior for a variedade de situações vivenciadas pelos alunos, mais interações conceituais serão possíveis, pois, mesmo que envolvam os mesmos conceitos, os caminhos para solucionar os problemas não são necessariamente os mesmos. Apesar de apresentarmos neste texto uma atividade centrada em apenas um problema, a natureza do mesmo, aberta, requereu que os alunos relacionassem vários conceitos e procedimentos. O problema proposto foi: “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?”.

Em um primeiro momento o problema foi discutido, oralmente, pelo grande grupo e, nas hipóteses levantadas, os alunos acreditavam haver diferença nas duas velocidades e que a bola adquire maior velocidade quando o chute é realizado com a corrida. O exemplo a seguir mostra o diálogo entre a professora e dois alunos, no qual tentam justificar suas hipóteses utilizando os conceitos de velocidade, força e impulso.

[...]

A16: *Quando ele corre para chutar ele consegue botar mais força, entendeu? Quando ele chuta parado, ele não consegue botar a mesma força de quando ele está em movimento.*

A (juntos): inaudível.

P: *Quem acha que sim, levanta a mão (todas as mãos levantadas). Quem acha que não? (Nenhuma mão levantada). Que diferença é essa? Levanta a mão e fala.*

A30: *Com o impulso a bola pega mais velocidade.*

P: *Mas com o impulso, de que maneira?*

A30: *Da corrida. Quando ele vem correndo ele chuta com mais impulso.*

P: *Mas o que isso tem a ver com a bola?*

A30: *Mais velocidade.*

P: *Quando ele está correndo o que acontece com a bola?*

A30: *A bola ganha mais velocidade quando ele chuta.*

¹ Deslocamento, trajetória, velocidade média, instrumentos e técnicas para medição do tempo.

[...].

No diálogo apresentado, a professora conduziu a discussão levando os alunos a pensarem sobre suas hipóteses explicativas para a questão, de forma que eles apresentassem argumentos, embora de forma incipiente, mas consistentes do ponto de vista conceitual. Como mencionado por A30, o impulso está relacionado com a variação da velocidade que a bola adquire, porém, o aluno não conseguiu apresentar uma resposta mais detalhada sobre a relação entre impulso e variação da velocidade linear. Os conceitos de impulso, resistência do ar, força, peso e energia cinética foram mencionados, ainda que de forma incipiente e/ou errônea, nas hipóteses iniciais elaboradas pelos alunos, embora não tivessem sido trabalhados formalmente com a turma até aquele momento.

A partir das hipóteses, uma segunda questão, complementar ao problema inicial, foi colocada: “Se existir, como você poderia verificar experimentalmente, com a melhor precisão possível, essa diferença?”

Na sequência, para fomentar a interação social, os alunos foram organizados em cinco grupos, de seis alunos, definidos por eles mesmos, com o desafio de elaborarem um experimento que lhes permitissem resolver o problema.

Com essas ações, a expectativa era que eles, mobilizando conhecimentos já aprendidos no contexto da disciplina Física, utilizassem tanto os conceitos de deslocamento e velocidade média como uma técnica de medição de tempo (Maximo-Pereira & Aguiar, 2012) também previamente discutida em aula, a qual fornece ótima precisão e elimina a interferência do experimentador na medida.

Durante as discussões, os grupos, de forma geral, chegaram a conclusões semelhantes sobre como elaborar o experimento. Os integrantes do Grupo 1, por exemplo, argumentaram com as ideias de deslocamento, variação do tempo, velocidade, além de discutirem sobre os instrumentos que poderiam conferir maior precisão às medidas.

[...]

A8: *Podemos fazer o teste, a pessoa chuta, a gente tem que verificar o tamanho do lugar...*

A29: *Mas tem que ser a mesma pessoa.*

A8: *É, a mesma pessoa para ter a mesma força. Aí ela chuta correndo e chuta parado. Para a gente poder ver a velocidade dela, a gente tem que, tipo, ver quanto que a bola andou, em quantos metros a bola anda e, em quanto tempo. A gente poderia usar a quadra, a medida e um cronômetro para resolver esse problema.*

A3: *A gente poderia fazer também não só uma vez, o mesmo movimento, mas várias vezes para ver se todas as vezes...*

A20: *Para ter maior precisão.*

A3: *É, para ter maior precisão.*

A20: *A gente pode fazer uma vez parado e uma vez correndo, com a mesma pessoa para ver se, realmente, tem essa diferença de velocidade.*

A29: *Não é só com uma pessoa que vai dar essa diferença, todo mundo tem que fazer para fazer comparação.*

A8: *Acho que essa ideia é boa, porque a única maneira de fazer é usando o cronômetro, a gente não tem como medir a força que a pessoa vai aplicar na bola [...].*

A29: *A gente tem que usar alguma coisa para medir o tempo certinho. Senão, fica igual a A21 na aula passada, cada um usou o seu (cronômetro), mas ficou com o tempo diferente. A gente podia usar aquele programa.*

A15: *Mas como? [...] porque ele media pelo som.*

A29: *Com o barulho do chute.*

[...].

Como neste exemplo de negociação de significados entre os alunos, os outros grupos também discutiram sobre a técnica mais adequada para determinar a velocidade da bola. Todos levantaram a possibilidade do uso do cronômetro e, exceto o Grupo 2, todos mencionaram a técnica de medida de tempo pelo som. Embora a maioria soubesse que o cronômetro era pouco preciso para este caso, como mencionado por A29, ainda não estava claro como utilizar o computador e o microfone, juntamente com o *software* livre *Audacity*², para medir o tempo de deslocamento da bola. Apesar disso, como exemplifica o diálogo acima, apresentado pelo Grupo 1, apareceu a ideia de que o barulho oriundo do contato do pé com a bola poderia ser usado como referência para a captura do som.

Os Grupos 2 e 4, diferentemente dos demais, sugeriram filmar o movimento para a obtenção de maior precisão no momento do chute até a chegada da bola ao solo. Esses grupos também discutiram como a trajetória da bola, que é definida pelo ângulo, altura e velocidade com que é chutada, poderia influenciar no cálculo de sua velocidade. Após esse breve período de discussão, a professora da disciplina chamou a atenção para o conteúdo já estudado e disponibilizou os seguintes materiais para auxiliar os grupos no planejamento do experimento: bola de futebol, trena, computadores com microfone e com os *softwares Audacity*[®] e *Microsoft Office Excel*[®] instalados.

Os materiais direcionaram a discussão dos grupos, no entanto, o Grupo 2 manteve sua posição em fazer a filmagem. Este Grupo usaria, para realizar o experimento, uma câmera, uma trena para medir o deslocamento da bola, a bola e o campo de futebol. O Grupo 3, reafirmou o que havia sido discutido na fase anterior, no entanto, apresentou dificuldades em propor uma estratégia para a captura do som por meio do *software Audacity*[®]. Percebendo a dificuldade, a professora indagou o grupo sobre como realizar o experimento com o foco na técnica de medida de intervalo de tempo baseada na gravação de sons.

[...]

A5: Professora, a gente pensou em pegar a bola, aí a gente vai representar as duas situações: chutar a bola parado e correndo. Vamos usar a trena para poder medir e vamos usar o *Audacity* para poder ver o tempo da bola [...].

A1: Eu pensei assim professora, vamos determinar um pedaço, assim, cinco metros. Aí a gente vai botar a bola aqui. Aí, a gente vai ver quanto tempo a bola demora para percorrer esse espaço. Assim, a gente vai poder fazer a conta para achar a velocidade média.

P: Ok, mas como você faria para determinar o tempo pelo *Audacity*?

A1: Aí, a gente vai ter que fazer um barulho, né?

P: Que barulho seria esse?

A1; A5: Palma, grito...

P: Como assim?

A1: Vai! Por exemplo, quando for chutar a bola: vai! Ela vai indo e quando ela estiver chegando num determinado local que a gente quer que ela pare, a gente fala outro: parou!

P: Você acha que falar “vai” e “parou” é o mais preciso que você consegue com o *Audacity*?

A1: Olha só, quando a gente chuta a bola ela faz barulho e quando ela cai, faz barulho também.

[...].

Neste exemplo de negociação de significados entre os alunos e a professora, percebemos que, a partir das indagações desta, os estudantes conseguiram chegar à conclusão sobre como utilizar o *software* para a realização do experimento. Ao responder às perguntas dos alunos com novas perguntas, a docente permitiu-lhes pensar sobre e com aquelas ideias o que lhes permitiu reelaboração do plano inicial. Essa ação é corroborada por Moreira (2006), quando argumenta que o ensino com

² O *Audacity*[®] é um *software* livre que possui recursos de fácil utilização e foi apresentado aos alunos, em aulas anteriores, como ferramenta que permite captura e edição de som. Disponível em <http://www.audacityteam.org/>.

foco na aprendizagem significativa deve, durante a negociação de significados, dar ênfase à constante troca de perguntas ao invés de respostas.

As respostas construídas nos pequenos grupos foram apresentadas por um representante dos mesmos e a turma, agora como grande grupo novamente, discutiu a solução do problema. As soluções dos cinco grupos foram, de um modo geral, coincidentes. Foi consenso entre todos que dois tipos de chute deveriam ser realizados por uma mesma pessoa: um sem e outro com a corrida. 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. Apenas um deles propôs duas soluções, uma com os materiais disponibilizados e outra com o recurso da filmagem. Ainda que esta técnica já tenha sido proposta na literatura da área de ensino de ciências (Dias et al., 2009), sua utilização demandaria *softwares* específicos e uma série de procedimentos aos quais os alunos não haviam sido apresentados. Por isso, a professora mencionou sua opção por não utilizá-la, mas reconheceu 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 explicativos diferentes serem adequados para o estudo de um mesmo fenômeno.

Neste momento, de acordo com os objetivos do experimento, alguns aspectos sobre sua realização foram problematizados pela docente. As principais questões colocadas, conforme a sequência do debate demandava, foram as seguintes: a que distância da parede devemos 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 podemos 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? Essas perguntas geraram intenso debate entre os alunos e foram solucionadas no grande grupo, com a mediação da professora.

Por fim, a turma chegou ao consenso sobre a realização da 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 seu deslocamento, seria feita com a trena. A bola seria chutada contra a parede para a obtenção de 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 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 iria adquirir nas duas situações, com e sem corrida, e poderiam compará-las para resolver o problema.

A experiência ocorreu no pátio da escola, no qual foram vivenciados os procedimentos e as dificuldades de realizar um experimento na prática. Dessa forma, os alunos se revezaram nas funções para organizar o ambiente, realizar os chutes e coletar os dados. Não é nosso objetivo discutir o grau de motivação dos estudantes nesta atividade, embora possa ser uma proposta para futuros estudos, porém foi perceptível que a maioria estava empenhada em resolver o problema, conhecer os resultados e compreender o porquê deles. Segundo Ausubel et al (1980) a motivação positiva pode favorecer a aprendizagem significativa, porém não é considerada um fator indispensável para sua ocorrência. Para o referido autor, os conceitos motivação e disposição para aprender podem estar relacionados, mas apresentam significados distintos. A natureza da fala dos alunos, situações de negociações de significados, hábitos de estudo e contato extraclasse com o professor para tirar dúvidas, são alguns possíveis indicadores de disposição para a aprendizagem relacionados a aspectos motivacionais (Belmont & Lemos, 2012). Dentre esses indicadores, somente a negociação de significados foi contemplada neste estudo. No entanto, alunos motivados, além de se envolverem mais nas atividades propostas, tendem a se esforçar para atingir os objetivos da tarefa, tentando

estabelecer relações conceituais para chegar à compreensão do conteúdo, fundamental para a aprendizagem significativa. Segundo Echeverría e Pozo (1998), a solução de problemas requer situações que sejam concebidas como problemas pelos alunos, exige um processo de reflexão, uso de estratégias e tomada de decisões. Dessa forma, segundo nossas observações no campo, consideramos as atitudes dos alunos satisfatórias durante a intervenção, pois a maioria agiu intencionalmente para solucionar o problema tomando como referência os conceitos da Física e da Educação Física.

Para finalizar a intervenção, cada grupo elaborou um relatório sobre a experiência realizada, contendo os dados obtidos e os argumentos utilizados. Segundo Richard e Straw (2000), o discurso escrito é mais convergente, focado e requer maior demanda cognitiva quando comparado ao discurso oral, normalmente mais divergente e flexível. Dessa forma, o uso da escrita pode favorecer a aprendizagem por auxiliar na construção pessoal do conhecimento (Carvalho, 2011).

A estrutura do relatório foi explicada aos alunos pela professora, previamente à sua elaboração, e deveria conter as seguintes partes: introdução, objetivo, modelo teórico, procedimento experimental, análise dos dados e conclusão. Com essas seis partes, o objetivo do relatório foi auxiliar os alunos na sistematização das ideias discutidas anteriormente e durante a experiência, além de incentivá-los a verificar as hipóteses levantadas pela turma na fase de discussão em sala.

Considerando esses elementos, na construção dos relatórios os cinco grupos cumpriram as seis etapas pré-determinadas. Nelas, todos os grupos descreveram o passo a passo da atividade realizada, assim como utilizaram os conceitos da Mecânica estudados no item “modelo teórico”. Quatro grupos utilizaram estatística descritiva, percentuais, para apresentar os resultados e analisá-los na etapa “análise dos dados”. Um grupo preferiu trabalhar com valores absolutos, porém apresentando as mesmas conclusões dos demais. Todos os grupos apresentaram tabelas, representação gráfica dos dados e confirmaram a hipótese de que a bola adquire maior velocidade quando o chute é antecedido pela corrida. Os resultados encontrados pelos grupos, agrupados em nossa análise, foram: quando comparadas as duas situações de chutes, em 66% dos casos, houve aumento da velocidade, em 27% a velocidade foi menor e não houve alteração da velocidade em 7%. Embora 34% das ocorrências não tenham confirmado a hipótese inicial elaborada pela turma, não constaram nos relatórios possíveis explicações para esse resultado, ou seja, sobre que variáveis/situações poderiam ter influenciado a experiência. Caso houvesse possibilidade de um novo encontro sobre a mesma atividade, discutir as causas dos resultados encontrados no experimento, seria um ótimo eixo para que os alunos revistassem o fenômeno sob novas perspectivas. O resultado da avaliação dos relatórios foi considerado entre bom e ótimo, pois todos os grupos cumpriram os critérios mínimos estabelecidos para cada etapa pré-definida.

Durante cada etapa da atividade investigativa proposta, percebemos a negociação e o compartilhamento de significados dos conceitos e procedimentos entre os estudantes e deles com a professora. Na perspectiva de Gowin (1981), essa interação deve ser estimulada no processo de ensino, no entanto, cabe somente ao aluno estabelecer, em sua estrutura cognitiva, as relações conceituais que se configuram em aprendizagem significativa. Por isso, o referido autor acredita que alunos e professores têm responsabilidades compartilhadas no processo de ensino e de aprendizagem. Ou seja, quando os alunos assumiram a atividade investigativa como um problema real, se empenhando para resolvê-lo, estudando, discutindo-o com os colegas e com a professora, assumiram também suas responsabilidades no contexto educativo. Nessa perspectiva, mesmo sem apresentarmos uma avaliação individual sistematizada dos estudantes, observamos que suas atitudes para a aprendizagem eram positivas.

Ainda com o foco na avaliação processual, como preconiza a TAS, a dinâmica da negociação de significados, no contexto da atividade, forneceu constante *feedback* para a professora, que teve indícios de como pensavam seus alunos, e, assim, pôde auxiliá-los no processo de aprendizagem.

Igualmente os alunos tiveram, nos direcionamentos dados pela professora, elementos que indicaram se eles estavam ou não apreendendo e utilizando e relacionando os conceitos científicos de forma adequada. Pozo e Crespo (1998) acreditam que a avaliação pautada na solução de problemas “[...] deve estar mais orientada para o processo de resolução seguido pelo aluno do que para o resultado obtido” (p. 76).

Nessa dinâmica, conforme os exemplos de diálogos apresentados, todas as etapas da atividade proposta estimularam os alunos a formular perguntas, criar hipóteses e elaborar respostas a partir de seus conhecimentos prévios e com significados compartilhados pelos grupos. Ao falar da importância da interação social no processo de ensino e de aprendizagem, Moreira (2006, p. 91) argumenta que “[...] quando o aluno formula uma pergunta relevante, apropriada e substantiva, ele utiliza seu conhecimento prévio de maneira não-arbitrária e não-literal, e isso é evidência de aprendizagem significativa”. Para o autor, aprender a fazer perguntas bem elaboradas é fundamental para a ocorrência da aprendizagem significativa crítica (Moreira, 2006).

Possíveis aproximações entre a TAS e o ensino por investigação foram descritas por Zompero e Laburú (2010). Para os autores, alguns aspectos mostram a relação entre ambos: engajamento dos alunos, mobilização de conhecimento para solucionar problemas, elaboração de hipóteses com indicadores de conhecimentos prévios e possível reorganização da estrutura cognitiva quando os alunos entram em contato com novas referências. De fato, foi possível identificar a ocorrência desses indicadores, exceto a reorganização da estrutura cognitiva. Embora acreditemos que os alunos, em alguma medida, relacionaram seus conhecimentos prévios aos novos, não podemos afirmar que suas estruturas cognitivas se modificaram, ou seja, que houve a aprendizagem significativa. Por ter se tratado de uma intervenção curta e reconhecendo que a aprendizagem significativa é um fenômeno pessoal, intencional e que requer tempo, acreditamos que os alunos alcançaram a etapa da captação de significados, prévia a da aprendizagem significativa (Gowin, 1981; Lemos, 2011a).

Novak (1981) afirma que a aprendizagem escolar nunca ocorre de maneira absolutamente mecânica, sendo que o problema está no grau de significação da nova aprendizagem. Sob esse aspecto, uma atividade, que demandou explicação de fundamentos do Futebol utilizando conhecimentos da Física, faria sentido para o aluno por ser inerente à sua própria cultura do movimento. Ou seja, esta atividade investigativa tem potencial para favorecer a aprendizagem conceitual e procedimental com significado. Apesar disso, para verificar se houve avanço em direção à aprendizagem significativa, seria necessário avaliar o desempenho dos alunos em outras situações, com diferentes níveis de complexidade, que envolvessem os mesmos e novos conceitos.

Embora não tenhamos avaliado se os significados dos conceitos envolvidos nas etapas da experiência foram assimilados, assumimos que a atividade investigativa desenvolvida contribuiu para o processo de aprendizagem significativa. Apesar disso, como já mencionamos, seriam necessárias novas situações de ensino para consolidar as relações conceituais que tenham sido realizadas pelos alunos.

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 mais 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.

Considerando os dados provenientes da intervenção e tendo como principais indicadores a interação social e as atitudes dos alunos e da professora no evento educativo, identificamos que há coerência entre a atividade investigativa proposta e as estratégias de ensino subsidiadas pela TAS. Isso se justifica porque a atividade foi planejada a partir dos conhecimentos prévios dos alunos e caracterizou-se como uma situação nova e que fazia sentido pelo tema abordado. Além disso, a intervenção favoreceu a negociação de significados, em diferentes momentos, entre os alunos e deles com a professora. As negociações, que culminaram no compartilhamento de ideias, oportunizaram os alunos a pensarem com e sobre o conhecimento, formulando perguntas, hipóteses e argumentando com conceitos científicos na tentativa de interpretar o fenômeno observado. Durante a intervenção, a professora não apresentava respostas diretas às perguntas dos alunos e, contrariamente, os respondia com novas questões. Essa atitude, coerente com a TAS, ajudou-os na construção de ideias importantes para a resolução do problema. Nesse processo de interação social, a avaliação foi processual, com constante *feedback* para os alunos e para a professora, que teve indicadores sobre o avanço do conhecimento dos estudantes e sobre a qualidade/nível da atividade proposta. Por fim, notou-se que a atividade suscitou a motivação e o engajamento dos alunos para resolver o problema.

Diante dos argumentos expostos, a atividade investigativa, da forma como foi conduzida no contexto apresentado, tem potencial para favorecer a aprendizagem significativa. Como se tratou de apenas uma experiência realizada com os alunos durante o ano letivo, não pudemos identificar como se deu o avanço da aprendizagem conceitual dos alunos. Novos estudos que tratem da relação entre aprendizagem significativa e ensino por investigação devem ser desenvolvidos considerando também outras estratégias de ensino e ações pedagógicas que, utilizadas no decorrer da disciplina junto com as atividades investigativas, contribuam para a aprendizagem com significado.

Referências

- Ausubel, D. P. (2003). *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1980). *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana.
- Bachelard, G. (2001). *O novo espírito científico*. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro.
- Belmont, R. S., & Lemos, E. S. (2012). A intencionalidade para a aprendizagem significativa da biomecânica: reflexões sobre possíveis evidências em um contexto de formação inicial de professores de educação física. *Ciência & Educação*, 18(1), 123-141.
- Borges, A. T. (2002). Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 19(3), 291-313.
- Capecchi, M. C. V. M. (2004). *Aspectos da Cultura Científica em Atividades de Experimentação nas Aulas de Física*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Capecchi, M. C. V. M., & Carvalho, A. M. P. (2006). Atividade de laboratório como instrumento para a abordagem de aspectos da cultura científica em sala de aula. *Revista Pro-Posições*, 17(49), 137-153.
- Carvalho, A. M. P. (2011). Ensino e aprendizagem de ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas. In M. D. Longhini, (Ed.), *O uno e o diverso da Educação* (pp. 253-266). Uberlândia: EDUFU.

- Daminani, M. F., Rochefort, R. S., Castro, R. F., Dariz, M. R., & Pinheiro, S. S. (2013). Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. *Cadernos de Educação*, (45), 57-67.
- Dias, M. A., Amorim, H. S., & Barros, S. S. (2009). Produção de fotografia estroboscópicas sem lâmpada estroboscópica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 26(3), 492-513.
- Echeverría, M. P. P., & Pozo, J. I. (1998). Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In J. I. Pozo (Ed.), *A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para a aprender* (pp. 13-42). Porto Alegre: Artmed.
- Gowin, D. B. (1981). *Educating*. New York: Cornell University Press.
- Jimenez-Aleixandre, M. P. (2010). *10 Ideas Claves: competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.
- Jimenez-Aleixandre, M. P., Reigosa Castro, C., & Díaz De Bustamente, J. (2003). Discourse in the laboratory: quality in argumentative and epistemic operations. In D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselves, E. Hatzikraniotis, G. Fassoulopoulos, & M. Kallery (Eds.) *Science Education Research in the Knowledge-Based Society* (pp. 249-258). London: Kluwer Academic Publishers.
- Lemos, E. S. (2011a). A aprendizagem significativa: estratégias facilitadoras e avaliação. *Aprendizagem Significativa em Revista*, 1(1), 25-35.
- Lemos, E. S. (2011b). A teoria da aprendizagem significativa e sua relação com o ensino e com a pesquisa sobre o ensino. *Aprendizagem Significativa em Revista*, 1(3), 47-52.
- Maximo-Pereira, M., & Aguiar, C. E. M. (2012). O computador como cronômetro. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 34(3), 3303.1-3303.6.
- Maximo-Pereira, M., Soares, V., & Andrade, V. A. (2011). Escrita como ferramenta indicativa das possíveis contribuições de uma atividade investigativa sobre temperatura para a aprendizagem. *Experiências em Ensino de Ciências*, 6(3), 118-132.
- Moreira, M. A. (2006). Aprendizagem significativa subversiva. *Periódico do Mestrado em Educação da UCDB*, (21), 15-32.
- Novak, J. D. (1981). *Uma teoria de educação*. São Paulo: Pioneira.
- Pozo, J. I., & Crespo, M. A. G. (1998). A solução de problemas nas ciências da Natureza. In J. I. Pozo (Ed.), *A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para a aprender* (pp. 68-102). Porto Alegre: Artmed.
- Rivard, L. P., & Straw, S. B. (2000). The effect of talk and writing on learning science: an exploratory study. *Science Education*, 84(5), 566–593.
- Santomé, J. T. (1998). *Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado*. Porto Alegre: Artmed.
- Thiesen, J. S. (2007). A interdisciplinaridade como um movimento de articulação no processo de ensino-aprendizagem. *PerCursos*, 8(1), 87-102.
- Vergnaud, G. (2009). The theory of Conceptual Fields. *Human Development*, 52(2), 83-94.

Zompero, A. F., & Laburú, C. E. (2010). As atividades de investigação no Ensino de Ciências na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 5(2),12-19.