

Potencialidades da perspectiva do ensino por investigação para a aprendizagem de conhecimento científico escolar ao longo do tempo

Potentialities of inquiry-based teaching for learning scientific knowledge over time

Marta Maximo Pereira

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ),
Unidade de Ensino Descentralizada de Nova Iguaçu
martamaximo@yahoo.com

Maria Lucia Vital dos Santos Abib

Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo (USP)
mlabib@usp.br

Resumo

A perspectiva do ensino por investigação tem sido apontada como uma abordagem que pode possibilitar a aprendizagem *de* ciência e *sobre* ciência. Diante disso, o objetivo deste trabalho é estudar como a perspectiva do ensino por investigação se relaciona às retomadas de conhecimento científico escolar, feitas por estudantes de Ensino Médio, em momentos posteriores de sua escolarização. Para tanto, analisamos textos escritos por grupos de alunos de uma instituição federal de ensino sobre o que retomavam do que foi trabalhado nas aulas de Física do ano anterior e estabelecemos relações entre a retomada de um assunto específico e a perspectiva do ensino por investigação, utilizada na apresentação do mesmo. Como resultado, obtivemos que características do ensino por investigação presentes na prática do professor da turma investigada podem ter colaborado para a reelaboração de ideias e para a retomada de conhecimento científico escolar por parte dos alunos.

Palavras chave: ensino por investigação, Física, Ensino Médio.

Abstract

Inquiry-based teaching has been identified as an approach that can enable science learning and learning about science. The aim of this work is to study how inquiry-based teaching is related to the recall of scientific knowledge made by high school students, in later moments of their schooling. Therefore, we analyzed texts written by groups of students from a federal educational institution, on which they recall what was worked in the previous year during Physics classes. We established relationships between the recall of a specific subject and the inquiry-based teaching, used to present this subject. As a result, we found that characteristics of inquiry-based teaching present in the practice of the teacher of the investigated group may have contributed to the students re-elaborate their ideas and recall scientific knowledge.

Key words: inquiry-based teaching, Physics, high school.

Introdução

A aprendizagem de ciências é considerada como um elemento fundamental para a formação integral do cidadão. Entendemos que aprender é um processo influenciado por múltiplos fatores, o qual ocorre ao longo do tempo e consiste na apropriação, pelos indivíduos, dos conhecimentos historicamente acumulados pela humanidade.

Em especial, consideramos que aquilo que se ensina nas aulas de ciências precisa ser aprendido de modo duradouro e com possibilidades de que seja utilizado e ressignificado em novas situações, pois concordamos com Finkel (2008, p. 37) em que “a educação deveria buscar aprendizagens relevantes, de longa duração, que alterassem para sempre nossa apreciação do mundo, aprofundando-a, ampliando-a, generalizando-a, agudizando-a”. No entanto, enquanto docente em salas de aula de Física do Ensino Médio, percebemos que, frequentemente, é grande a dificuldade da maioria dos alunos em retomar conhecimentos com os quais já tiveram contato anteriormente.

Consideramos que o processo de aprendizagem de Física está intimamente relacionado ao modo como se dá o ensino dessa disciplina e que há concepções de ensino e aprendizagem, práticas pedagógicas e formas de intervenção do professor para abordar conteúdos, habilidades e procedimentos em sala de aula que, de acordo com a literatura da área de educação e de ensino de ciências, tendem a favorecer a aprendizagem dos estudantes. Destacamos a perspectiva do ensino por investigação, que tem sido apontada como uma abordagem que pode possibilitar a aprendizagem *de* ciência e *sobre* ciência, a realização de trabalho colaborativo, o desenvolvimento do poder de argumentação dos estudantes e a utilização de conhecimento científico escolar em contextos e situações diferentes dos apresentados aos alunos inicialmente (AZEVEDO, 2004; CARVALHO, 2011; MAXIMO-PEREIRA, 2014a).

Diante desses pressupostos, o objetivo deste trabalho é estudar como a perspectiva do ensino por investigação, utilizada na abordagem de temas de Física Térmica, se relaciona às retomadas de conhecimento científico escolar, feitas por grupos de estudantes, em momentos posteriores de sua escolarização. A pesquisa aqui relatada é um pequeno recorte de uma investigação mais ampla, feita no âmbito de uma tese de Doutorado em Ensino de Ciências.

Fundamentação Teórica

Consideramos características da perspectiva do ensino por investigação para dar conta de nosso objetivo de pesquisa. De acordo com Sandoval (2005, p. 636), o termo investigação:

[...] geralmente se refere ao processo de fazer perguntas, gerar e buscar estratégias para investigar essas questões por intermédio da geração de dados, análise e interpretação dos mesmos e a partir deles tirar conclusões, comunicando-as e aplicando-as de volta à questão original e talvez a novas questões que surjam. [...] De uma perspectiva epistemológica, investigação é simplesmente o processo de fazer ciência. De uma perspectiva instrucional, investigação é uma forma de organizar as atividades em sala de aula. (SANDOVAL, 2005, p. 636, tradução nossa)

Considerando a perspectiva do ensino por investigação como uma forma de organizar as atividades em sala de aula, os estudantes devem, durante uma atividade investigativa, não somente observar fenômenos e manipular informações ou experimentos, mas também formular hipóteses, refletir e discutir em grupo, coletar dados, explicar os argumentos utilizados e relatar suas conclusões para a resolução do problema, ou seja, participar de etapas

características de uma investigação científica (AZEVEDO, 2004). Nesse contexto, o professor, mais do que um mero “fornecedor” de respostas prontas, atua como mediador, devendo propor questionamentos e reflexões, identificar inconsistências e estimular a participação de todos (PEREIRA e AGUIAR, 2006).

Em nossa tese de Doutorado (MAXIMO-PEREIRA, 2014a), identificamos, após um tempo relativamente longo (cerca de um ano), indícios de aprendizagem de conhecimento científico escolar e de mobilização de habilidades por parte de estudantes que tiveram contato com a perspectiva do ensino por investigação. Também observamos, nesse mesmo contexto, uma grande menção dos estudantes aos experimentos propostos pelo docente na perspectiva do ensino por investigação, o que associamos a aspectos afetivo-vivenciais (MAXIMO-PEREIRA, 2014a), os quais defendemos que permeiam e influenciam fortemente os processos de ensino e aprendizagem.

Sá, Lima e Aguiar (2011) apontam que já se pode perceber um interesse crescente pela temática do ensino por investigação entre pesquisadores e educadores da área de ciências, mesmo com um pequeno número de artigos publicados especificamente sobre o tema. Os mesmos autores afirmam que o termo *ensino por investigação* é polissêmico na literatura e identificam alguns consensos, entre os quais, que

a atividade investigativa é uma estratégia de ensino, entre outras, que o professor pode utilizar para diversificar sua prática no cotidiano escolar. Essa estratégia pode englobar quaisquer atividades (experimentais ou não), desde que elas sejam centradas no aluno, propiciando o desenvolvimento de sua autonomia e de sua capacidade de tomar decisões, avaliar e resolver problemas, ao se apropriar de conceitos e teorias das ciências da natureza. (SÁ, LIMA e AGUIAR, 2011, p. 99)

Ademais, ainda que afirmem que não existe um exemplo por excelência que dê conta de abranger todos os elementos envolvidos em uma atividade investigativa, Sá, Lima e Aguiar (2011) apontam algumas de suas características no ambiente escolar: construir um problema; aplicar e avaliar teorias científicas; propiciar a obtenção e a avaliação de evidências; valorizar o debate e argumentação; permitir múltiplas interpretações.

Metodologia

No âmbito de uma pesquisa mais ampla, de Doutorado em Ensino de Ciências, realizamos observação participante em uma turma de 23 alunos de Ensino Médio, de uma instituição federal de ensino, durante aulas de Física, por seis meses em 2012 e por duas semanas em 2013. O conteúdo trabalhado com a turma em 2012 e retomado em 2013 era relativo à Física Térmica.

Nos dois momentos, as aulas foram ministradas por um docente cuja prática pedagógica era caracterizada por muitos elementos da perspectiva do ensino por investigação, como, por exemplo: a colocação de perguntas para reflexão por parte dos estudantes; a valorização e o acolhimento de suas questões e dúvidas; a abertura ao diálogo; o acolhimento das hipóteses dos alunos, mesmo que inicialmente distanciadas do conhecimento científico escolar; a preocupação com a formação de conceitos científicos e com a compreensão dos fenômenos físicos, muito mais do que com a matematização desvinculada de situações concretas. Tais características da prática do professor nos permitiram concluir que o ambiente de ensino e aprendizagem que ele configurou em sua sala de aula possibilitou que a perspectiva do ensino por investigação permeasse ou estivesse subjacente às atividades por ele propostas.

Para este trabalho, foi feita uma pesquisa de caráter qualitativo (MOREIRA e CALEFFE, 2008), com base em um estudo de caso (YIN, 2001), que tinha por objetivo estabelecer relações entre dois dos registros que foram coletados: textos escritos por grupos de estudantes em 2013 e anotações em caderno de campo, feitas pela pesquisadora (primeira autora deste trabalho), em 2012.

Os textos foram escritos pelos grupos de alunos como síntese de uma atividade cujo objetivo era sensibilizá-los para os assuntos trabalhados no ano letivo anterior. Tal atividade foi descrita em Maximo-Pereira (2014b). Ela consistiu basicamente em um *brainstorm* de ideias sobre o que foi estudado e vivenciado em 2012, junto a toda a turma. A discussão geral foi sistematizada na discussão em pequenos grupos, momento em que esses escreveram suas sínteses do que conseguiram retomar.

Como procedimento analítico, lemos os registros escritos e observamos a recorrência de uma temática específica mencionada por dois grupos. Isso nos levou a buscar registros que nos permitissem compreender o papel do ensino por investigação nessas retomadas feitas pelos estudantes. Para dar conta desse objetivo, construímos dados de nosso caderno de campo e procedemos à análise dos mesmos, relacionando-os às retomadas.

Análise de dados

Nos textos de dois dos cinco grupos analisados em nossa tese de Doutorado (MAXIMO-PEREIRA, 2014a), identificamos duas retomadas relativas à questão do isolamento térmico (Quadro 1).

Quadro 1. Menções escritas por grupos de estudantes em 03 de junho de 2013 sobre o que conseguiam retomar das aulas ministradas no primeiro semestre de 2012.

Temática mencionada	Grupos e seus integrantes	Dados (em itálico)
Isolamento térmico	Grupo 4 (Aluna 12, Aluno 15, Aluna 17, Aluna 22)	<i>Isolantes: Isopor, o ar, madeira</i>
		<i>O casaco de lã esquenta porque tem "espaço" pro ar, que é um bom isolante térmico.</i>
	Grupo 5 (Aluna 6, Aluna 7, Aluno 14 e Aluna 18)	<i>O casaco de moletom do Mikey da Aluna 18 retém mais calor do que um casaco jeans.</i>
		<i>A lã é um bom isolante térmico pois em seus "buracos" possui ar que retém mais calor</i>

Os grupos 4 e 5 citaram o fato de a lã ser um bom isolante térmico e que, por isso, ela é utilizada para fazer casacos. Eles mencionaram também o porquê de a lã ter essa característica: a presença de ar entre os espaçamentos existentes em um tecido de lã. Essa é uma explicação cientificamente apropriada e bem específica, a qual, em geral, não pertenceria ao conhecimento espontâneo dos estudantes. Além disso, ela foi fornecida como resultado da discussão no interior desses grupos em 03 de junho de 2013, praticamente um ano após as aulas ministradas aos alunos sobre Física Térmica.

Essas características desses dados nos levam a questionar: de onde veio a retomada desse conhecimento? O que pode ter contribuído para a sua ocorrência após um tempo relativamente longo?

Consultando nossas fontes de registros, identificamos nas anotações de nosso caderno de campo que a explicação sobre isolamento térmico foi dada pelo professor no dia 14 de maio de 2012, quando introduziu a temática da propagação de calor, em especial, da condução térmica. Apresentamos os dados (em itálico) que construímos (página 25 do caderno de campo), os quais ilustram a forma como o professor trabalhou a temática.

O professor escreve no quadro - Propagação de calor; pergunta sobre a temperatura ambiente e por que usamos casaco quando está frio.

Aluna 10: O casaco impede a troca de calor com o ambiente;

Aluna 7: A jaqueta jeans pega o "frio" todo da gente, eu fico com mais frio;

Aluna 1: Tem a ver com o coeficiente de condutividade térmica;

Aluno 19: O casaco não esquentava;

O professor diz que essa frase é verdadeira. Professor diz que o casaco de lã isola melhor do que o casaco jeans - cita as falas das Alunas 10 e 7;

Aluna 23 diz que com casaco não sente calor no verão;

Professor sintetiza: casaco isola; jeans é mau isolante; lã é bom isolante - tem ar dentro dela.

É interessante notar a forma como a explicação sobre o isolamento térmico foi conduzida pelo docente. Ele colocou uma pergunta aberta (*Por que usamos casacos quando está frio?*), cujo conteúdo era próximo ao cotidiano dos alunos, e deixou que os estudantes se expressassem livremente sobre ela, colocando suas hipóteses de resposta ao questionamento. Algumas delas estão mais próximas do conhecimento científico (Alunos 10, 1, 19 e 23); outras, mais distantes (Aluna 7). No entanto, o professor não rechaçou diretamente nenhuma delas, considerando todas as falas, mas encaminhou a discussão em direção ao conhecimento científico escolar utilizando as hipóteses das Alunas 7 e 10 para afirmar que o casaco de lã isola mais que o casaco jeans.

A dinâmica implementada pelo professor nas interações sociais estabelecidas com os alunos no trecho analisado é bastante característica da perspectiva do ensino por investigação, pois se iniciou com um problema aberto, houve a colocação de hipóteses pelos estudantes, o professor promoveu o debate e mediou a discussão em direção ao conhecimento científico. A participação intensa dos estudantes na construção de uma explicação cientificamente apropriada e o fato de suas falas serem consideradas pelo docente são indícios de uma explicação centrada no aluno. Ademais, o professor sintetizou as discussões ao final (*Professor sintetiza: casaco isola; jeans é mau isolante; lã é bom isolante - tem ar dentro dela.*), sendo esse momento de sistematização extremamente importante na perspectiva investigativa.

Uma evidência de que perspectiva do ensino por investigação pode ter favorecido a aprendizagem foi o fato de o grupo 5 ter afirmado, na coleta de 2013, que o *casaco de moletom do Mikey da Aluna 18 retém mais calor do que um casaco jeans*. Fazemos essa inferência porque essa afirmação se opõe à concepção inicial não-científica de 2012 da Aluna 7, integrante do grupo 5: *A jaqueta jeans pega o "frio" todo da gente, eu fico com mais frio*. O termo “frio”, que sabemos que não tem sentido enquanto entidade física, foi utilizado pela aluna em sua hipótese inicial sobre a sensação que tinha de o casaco jeans “esquentar” menos que o de moletom. A explicação adequada do ponto de vista científico, feita em 2012 na perspectiva investigativa, foi retomada em 2013 pelo grupo 5, no qual estava a mesma Aluna 7. Assim, entendemos que essa aluna, na interação com os colegas, pode ter explicitado uma reelaboração de sua explicação inicial não-científica.

Considerações finais

Neste trabalho, investigamos um caso em que foi possível associar retomadas de conhecimento científico escolar por parte de grupos de estudantes à forma de trabalho do docente com esse conhecimento, na perspectiva do ensino por investigação. As retomadas adequadas do ponto de vista da ciência ocorreram aproximadamente um ano após as explicações iniciais do professor.

Ao longo do tempo e da vida escolar dos estudantes, há (e é bastante recomendável que haja) outras interações com um determinado conteúdo após ele ter sido trabalhado inicialmente de acordo com uma dada abordagem, em nosso caso, o ensino por investigação. Desse modo, o estudo que realizamos não tem por objetivo isolar essa variável para avaliar diretamente suas consequências para as retomadas feitas pelos estudantes, mas sim pretende estudar os efeitos que o ensino por investigação pode desencadear no aluno e em seu processo de aprendizagem como um todo, ao longo do tempo.

Em outras palavras, nunca saberemos com total certeza se um aluno conseguiu retomar determinado conceito ou lei da Física (trabalhado inicialmente na perspectiva do ensino por investigação) somente devido a elementos e características dessa abordagem e da forma como ela foi conduzida em sala de aula; muito provavelmente, pelas próprias características intrínsecas ao processo de aprendizagem, algo é aprendido com base nas múltiplas relações que o indivíduo realiza em diferentes situações de contato com esse conhecimento, o que não nos permite apontar um único fator como causa da aprendizagem.

Contudo, algumas das características do ensino por investigação podem estar associadas às retomadas identificadas, como a colocação de um problema aberto; o levantamento de hipóteses pelos estudantes; a promoção de debates; a mediação do professor em direção ao conhecimento científico escolar; o ensino centrado no aluno. Por exemplo, a etapa de levantamento de hipóteses, durante a apresentação do assunto, em 2012, mostrou-se essencial para que o professor orientasse a sua explicação considerando o que pensavam os estudantes naquele momento. Em 2013, dois grupos de estudantes parecem ter se apropriado dessa explicação cientificamente adequada, em um contexto elaborado por eles e bastante similar ao inicialmente utilizado na questão.

Por tudo isso, este trabalho nos permite afirmar que o ensino por investigação pode colaborar para a retomada de conhecimento científico escolar em momentos posteriores da escolarização, o que fortalece e amplia as considerações da literatura da área de ensino de ciências sobre essa perspectiva de ensino (AZEVEDO, 2004; CARVALHO, 2011; SÁ, LIMA e AGUIAR, 2011).

Referências

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org). *Ensino de Ciências*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, p. 19–33, 2004.

CARVALHO, A. M. P. Ensino e aprendizagem de ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativo (SEI). In: Longhini, M. D. (org). *O uno e o diverso na educação*. Uberlândia, MG: EDUFU, 2011.

FINKEL, D. *Dar clase con la boca cerrada*. Valencia: Publications de la Universitat de Valencia, 2008. 292 p.

MAXIMO-PEREIRA, M. **Memória mediada na aprendizagem de física: problematizando**

a afirmação "Não me lembro de nada das aulas do ano passado!". 2014. Tese (Doutorado em Ensino de Física) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014a.

MAXIMO-PEREIRA, M. Atividades coletivas para a retomada de conhecimentos científicos em longo prazo. *Latin American Journal of Science Education*, v. 1, p. 22003-1-22003-12, 2014b.

MOREIRA, H.; CALEFFE, L. G. *Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador*. 2. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2008. 245 p.

PEREIRA, D. R. O.; AGUIAR, O. Ensino de Física no nível médio: tópicos de Física Moderna e experimentação. *Revista Ponto de Vista*, Viçosa, v. 3, n. 1, p. 65–81, dez. 2006.

SÁ, E. F.; LIMA, M. E. C. C.; AGUIAR, O. A construção de sentidos para o termo ensino por investigação no contexto de um curso de formação. *Investigações em Ensino de Ciências*. v. 16, p. 79-102, 2011.

SANDOVAL, W. A. Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. *Science Education*, v. 89, n. 4, p. 634– 656. 2005.

YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 2. ed.. Tradução de Daniel Grassi. Porto Alegre: Bookman, 2001, 205 p.