

Interações discursivas em aulas de Física Moderna e Contemporânea

Discursive interactions in Modern and Contemporary Physics classes

Daiane Terezinha Pereira Mafra
Universidade do Estado de Santa Catarina
daiaprofisica@gmail.com

Júlia Karnopp
Universidade do Estado de Santa Catarina
julia_karnopp@outlook.com

Alex Bellucco
Universidade do Estado de Santa Catarina
alexbellucco@gmail.com

Mario Heleno Calegari
E.E.B Geovani Pasqualini Faraco
dri.mario@hotmail.com

Resumo

Este trabalho apresenta a análise de um episódio de uma aula de Física, na qual foram priorizadas as interações discursivas entre professor e estudantes. O objetivo é verificar como elas influenciam o processo de aprendizagem. Essa aula faz parte de uma proposta didática sobre Física Moderna e Contemporânea. A proposta foi desenvolvida e ministrada por bolsistas do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), do subprojeto Física, juntamente com o professor orientador e o supervisor do projeto. O episódio selecionado ocorreu em uma aula, na qual foi abordado o conteúdo sobre o caráter dual da luz. Para isso, foram utilizados os critérios de análise de interações discursivas que compõem a ferramenta analítica de Mortimer e Scott (2002). Foi possível perceber que um discurso interativo dialógico e a utilização da tríade I-R-F podem propiciar que estudantes participem de discussões durante as aulas, tornando-os ativos no processo ensino-aprendizagem.

Palavras chave: Física moderna e contemporânea, interações discursivas, intervenções, abordagem comunicativa, padrões de interação.

Abstract

This work presents the analysis of a Physics class episode, where the discursive interactions between teacher and students were prioritized. The objective is to check how the discursive interactions influence in the learning process. This class is a part of a didactic proposal on

Modern and Contemporary Physics. The proposal was developed and taught/ministerede by scholarship students of the Institutional Scholarship Program of Initiation to Teaching (ISPIT) of the Physical subproject, with the guiding teacher and the supervisor of the project. The selected episode occurred in a class, where the content about the dual character of the light was approached. For this, was used the criteria of analysis of discursive interactions that make up the analytical tool of Mortimer and Scott (2002). It was possible to perceive that an interactive dialogic discourse and the use of the I-R-F triad can allow students to participate in discussions during the lessons and can make the students be active in the teaching-learning process.

Key words: Modern and contemporary physics, discursive interactions, interventions, communicative approach, patterns of interaction.

Introdução

Com o avanço da tecnologia e das constantes divulgações de inovações científicas na mídia, torna-se imprescindível que professores insiram em seus currículos conteúdos referentes à Física Moderna e Contemporânea (FMC). Dessa forma, os estudantes poderão reconhecer os conceitos ensinados em sala de aula na tecnologia presente no dia a dia. (BRASIL, 2006).

De acordo com a Base Comum Curricular, que ainda está em construção, porém já apresenta algumas recomendações de como o professor deve refletir ao elaborar o currículo de ensino:

O currículo deve envolver práticas investigativas e aplicação de modelos explicativos, levando os/as estudantes a formular questões, identificar e investigar problemas, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar e comunicar conclusões, a partir de dados e informações e buscar a resolução de problemas práticos que envolvam conhecimentos das Ciências da Natureza (BRASIL, 2016, pg. 141).

Portanto, é importante que o professor utilize diversos recursos de ensino em sua prática docente e que essas propiciem a interação entre os estudantes. Favoreçam e estimulem a investigação de temas relacionados aos conteúdos apresentados. Há uma variedade de recursos de ensino que podem ser utilizadas para a construção de conceitos científicos, tendo como objetivo tornar essas aulas mais dinâmicas e promover o engajamento dos estudantes nas atividades escolares, como, por exemplo, simulações, modelização, atividades experimentais e entre outras. Porém, para cada tipo de recurso utilizado em sala de aula, é necessário identificar que tipo de discurso o professor irá adotar, de modo que favoreça os estudantes serem ativos no processo de construção de significados (SILVA, 2015).

A maneira como o professor desenvolve o seu discurso, a partir das interações entre ele e os estudantes, poderá contribuir para que ocorra uma maior participação deles nas discussões, propiciando a criação de hipóteses, a argumentação e aplicação dos conhecimentos adquiridos por eles (GUEDES e BATISTA, 2011). O professor, ao estruturar sua aula, deve ter claro quais objetivos deseja alcançar e suas intenções com a atividade que pretende realizar. Ainda é necessário refletir sobre quais serão suas ações, e em como poderá conduzir as interações entre ele e os estudantes. Para que ao longo das discussões, suas intervenções consigam estimular os estudantes a darem suas opiniões, exporem suas ideias e participarem do processo de ensino aprendizagem, assim como afirmam Monteiro e Teixeira (2004):

Estimular a observação, dar contornos mais precisos a ideias que começam a ser construídas pelos alunos, sugerir uma melhor organização das atividades

em sala de aula, estimular a participação de todos, garantir a livre manifestação de pensamentos, evitando polarizações de opiniões, são algumas das muitas atitudes do professor que devem estar asseguradas para que os alunos possam construir argumentos segundo as características sociais da cultura científica (MONTEIRO e TEIXEIRA, 2004, pg. 20).

Corroborando com as reflexões acima, foi elaborada e aplicada por bolsistas do Subprojeto de Física do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), uma proposta didática composta por cinco aulas para abordar assuntos de FMC. Os conteúdos abordados foram: os modelos atômicos, modelos explicativos para a natureza da luz propostos por Newton e por Huygens, o efeito fotoelétrico e o caráter dual da Luz.

Nesse trabalho, apresentaremos a análise de um trecho do diálogo entre a professora em formação (bolsista), e estudantes de uma turma da 2ª série do Ensino Médio (EM). Esse episódio ocorreu na última aula da proposta didática. O objetivo é perceber como as interações discursivas favorecem a construção de significados dos conceitos científicos pelos estudantes, ou seja, como influenciam no processo de aprendizagem. Para isso, utilizaremos a ferramenta metodológica de Mortimer e Scott (2002), a qual permite analisar como professores interagem com os estudantes.

As interações discursivas

As aulas, nas quais são priorizadas as interações discursivas, permitem ao estudante desempenhar um papel ativo nas atividades realizadas - suas falas, hipóteses e conclusões devem estar sempre em foco. O professor deve deixar o papel de mero transmissor de conhecimentos, tornando-se um mediador no processo de ensino-aprendizagem. Para isso, ele pode desenvolver seu discurso de modo que incentive e permita o envolvimento e a participação dos estudantes nas atividades propostas. De acordo com Souza e Sasseron (2012, p.594) “É por meio da estruturação da linguagem que se concebe um significado, e por meio das articulações desses significados que a aprendizagem se dá em relação ao mundo”. Além disso, Coll e Edwards (1998) afirmam que:

Se quisermos compreender como o discurso contribui para a construção do conhecimento em aula, é necessário observar, integrar e inter-relacionar a atividade discursiva dos participantes com as formas de organização que a atividade conjunta adota no transcurso dos processos de ensino-aprendizagem (COLL e EDWARDS 1998, p. 11).

Com objetivo similar, Mortimer e Scott (2002), apresentam uma ferramenta metodológica, que permite analisar como ocorrem as interações discursivas entre professor e estudantes em sala de aula. A ferramenta é fundamentada em cinco aspectos inter-relacionados, e são agrupados de acordo com **Foco do ensino**, que compreendem as intenções do professor com a atividade planejada e como ele utilizará o conhecimento prévio dos estudantes. E ainda, o conteúdo do discurso (explicativo, argumentativo, descritivo, etc).

A **Abordagem** do professor fornece informações para a análise: como o professor trabalha as intenções e o conteúdo do ensino por meio das diferentes intervenções pedagógicas. Essas são apresentadas em quatro classes de abordagem comunicativa: discurso dialógico ou de autoridade, discurso interativo ou não-interativo. No discurso dialógico, o professor considera o que o estudante tem a dizer do ponto de vista do próprio estudante. No discurso de autoridade, o professor considera o que o estudante tem a dizer apenas do ponto de vista do discurso científico. Porém, esse tipo de comunicação pode ocorrer aos pares, como por exemplo, interativo e dialógico: professor e estudantes discutem e trocam ideias, sempre há

uma troca de conhecimento. E também, interativo e de autoridade: o professor geralmente conduz os estudantes utilizando uma sequência de perguntas, com a finalidade de chegar logo à explicação do conhecimento científico que está sendo abordado.

E, por último, as **Ações** do professor apresentam que padrões de interações o professor utiliza no desenvolvimento da aula. É conhecido como padrão discursivo IRF ou IRA, no qual o professor elabora uma iniciação (I), os estudantes dão uma resposta (R) e o professor realiza a avaliação da resposta (A) ou um *feedback* (F). O padrão discursivo é muito importante, principalmente o *feedback*, pois o professor precisa dar um retorno aos estudantes quando eles fornecem uma resposta. Porém, não apenas dizendo se está certa ou errada, mas sim indicando onde está o erro, ou melhor, elaborando outra pergunta. E que essa, proporcione ao estudante refletir sobre sua resposta, para que ele mesmo seja responsável pela construção de significado sobre o conceito em estudo.

Ainda na classe das ações do professor está à intervenção do professor, que abrange desde como ele apresenta o novo conteúdo e explora as ideias dos estudantes, (dando forma aos significados), a maneira como ele utiliza as tríades IRF ou IRA (marcando significados chave). Também, quando solicita a um estudante que explique melhor sua ideia e verifica se toda a classe está acompanhando as discussões, construindo significados (checando o entendimento dos estudantes), entre outros. Enfim, como o professor encaminha a construção do novo conhecimento científico com o intuito de potencializar a aprendizagem científica.

Metodologia e aplicação da proposta

Essa proposta didática foi aplicada em uma turma com 25 estudantes da 2ª série do Ensino Médio (EM), de uma escola pública estadual da cidade de Joinville-SC. A proposta era composta por cinco aulas, e foi elaborada pelos bolsistas PIBID da UDESC juntamente com o professor orientador e o professor supervisor. Nesta seção será apresentada resumidamente como foi a implementação desta em sala de aula, e como foi realizada a coleta de dados para futura análise.

A primeira e a segunda aula foram destinadas a uma atividade de modelização, que tinha por objetivo apresentar a ideia de como ocorre à utilização de modelos na ciência. Foi solicitado aos estudantes elaborarem um modelo explicativo para o funcionamento da caixa preta, material semelhante ao elaborado pelo Núcleo de Pesquisas em Inovações Curriculares (NUPIC)¹. Após essa atividade, foi discutido com os estudantes como ocorreu a evolução dos modelos atômicos.

Na terceira aula foram apresentados os modelos explicativos para a natureza luz, o corpuscular proposto por Newton e o ondulatório de Huygens. Esses foram apresentados a partir de interpretações para os fenômenos ópticos (reflexão, refração, difração e interferência), evidenciando sempre as características de cada modelo e falhas na explicação desses fenômenos. Durante a aula, também foi utilizado um experimento semelhante ao Ligando a Lâmpada (atividade também proposta pelo NUPIC), como forma de exemplificar que podem existir duas maneiras diferentes de explicar o mesmo fenômeno. Porém, nesse momento ainda não foi afirmada a existência da dualidade onda-partícula da luz, deixando em aberto esta discussão para estimular os estudantes a pensarem sobre qual modelo é o mais adequado.

¹ Atividade disponível em: < <http://www.nupic.fe.usp.br/Projetos%20e%20Materiais/material-curso-de-linhas-espectrais>>. Acesso em 16 out. 2016.

Como continuação da proposta, a quarta aula foi destinada ao estudo do efeito fotoelétrico. Utilizou-se para ilustrar e discutir esse fenômeno uma simulação do PHET² (Physics Education Technology). A partir de todos os conceitos apresentados até o momento, foi então sistematizado o caráter dual da luz na quinta aula. Para isso, usaram-se como recurso de ensino alguns experimentos, tais como: Clorofila sob a luz branca³, com o objetivo de ilustrar o conceito de emissão e absorção de energia por um átomo (luz com comportamento de onda). Com o experimento é possível observar que a solução (Clorofila e álcool), emite fluorescência vermelha. Isso ocorre, pois a luz absorvida faz com que os elétrons saltem para níveis mais externos de energia, na sequência, esses elétrons retornam para níveis mais internos e liberam energia na forma de luz vermelha.

Também foi utilizado um Radiômetro, para ilustrar que o fóton possui momento linear (luz com comportamento de partícula). Os experimentos serviram para a realização de uma problematização, e por meio deles os estudantes conseguiram perceber que a luz se comporta como onda eletromagnética ou partícula, dependendo do fenômeno analisado. Para encerrar a sequência de aulas, foram apresentados vários exemplos da utilização do conhecimento sobre o caráter dual da luz no cotidiano, como iluminação pública (célula fotoelétrica), controle automático de portas de elevadores, esteiras de supermercados, lasers e lâmpada fluorescente.

A coleta de dados foi realizada por meio de gravações de áudio e anotações das interações discursivas, que ocorreram entre os bolsistas que ministraram as aulas e os estudantes. Em todas as aulas um bolsista e o professor supervisor ficavam responsáveis por obter os dados para futura análise, por meio de notas de campo. Neste trabalho, apresentamos um diálogo entre uma bolsista e estudantes que ocorreu na última aula desta proposta. Selecionamos esse episódio, pois nesta aula foi realizada a formalização de todos os conceitos apresentados até o momento.

Para a análise utilizaremos a ferramenta proposta por Mortimer e Scott (2002). Porém, restringiremos a análise somente à abordagem comunicativa (Abordagem) e os padrões de interação e intervenções do professor (Ações), pois são os aspectos mais relevantes para atingir o objetivo desse trabalho. Portanto, não serão analisados o conteúdo do discurso do professor e suas intenções (Foco do ensino).

Discussões e resultados

O episódio analisado a seguir ocorreu na última aula da proposta didática, na qual se abordou o conteúdo sobre o caráter dual da luz. O diálogo apresentado no Quadro 1, ocorreu logo após a revisão dos conceitos que foram discutidos em aulas anteriores como, por exemplo, as características de uma partícula e de uma onda, a diferença entre o modelo ondulatório e o corpuscular para a luz, e o efeito fotoelétrico.

² Simulação disponível em: < <https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/photoelectric>>. Acesso em 19 de dezembro de 2016.

³ Roteiro do experimento disponível em: < http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/modules/links/uploads/21/12139449sem_clorofila.pdf>. Acesso em 20 de outubro de 2016.

Transcrição ⁴	Intervenções	Abordagem comunicativa	Padrões de interação
Bolsista: Sabendo agora que a difração e a interferência da luz são explicadas somente pelo caráter ondulatório da luz, e que o efeito fotoelétrico é explicado pelo caráter corpuscular, então a luz é onda ou partícula?	Reverendo o progresso da história científica	Interativo e dialógico	Iniciação
Estudante A: Eu acho que é uma onda eletro...?			Resposta
Bolsista: Onda eletromagnética?			
Estudante A: Sim, isso!			
Bolsista: Mas ela (a luz) sendo uma onda eletromagnética, consegue explicar o efeito fotoelétrico? Pessoal o que vocês acham?			<i>Feedback</i>
Estudante B: Não. Mas...Ela não pode ser as duas coisas?			Resposta
Bolsista: Ter comportamento ondulatório e corpuscular? Será? Como pode ocorrer isso?	Checando o entendimento dos estudantes		<i>Feedback</i>
Estudante C: Sim. Como naquele experimento do cd a luz ali era uma onda, mas no efeito fotoelétrico era uma partícula.			Resposta
Bolsista: Mas quem diz pra luz como ela deve se comportar?			<i>Feedback</i>
Estudante B: Ai professora, não sei, depende do experimento, eu acho né?			Resposta
Bolsista: Pessoal, alguém tem outra opinião?			
Estudantes: Não (Acenando com a cabeça).			

Quadro 1: Diálogo ocorrido entre a bolsista e estudantes.

Nota-se pela primeira pergunta da bolsista, uma retomada de conteúdos já trabalhados. Ao apresentar a diferença entre dois significados, ou seja, os fenômenos que só são explicados pelo modelo corpuscular ou só pelo ondulatório da luz, ela demonstra sua preocupação em retomar e organizar as informações necessárias para a discussão e o entendimento da natureza dual da luz. Portanto, a intervenção dela nesse momento da aula é rever o progresso da história científica.

Quando os estudantes questionam sobre a possibilidade da luz se comportar como onda e também como partícula, a bolsista solicita que os estudantes melhorem suas ideias. Isso é feito com o objetivo de perceber se realmente eles compreenderam o fato que a luz tem comportamento dual e, ainda se são capazes de justificar suas conclusões. Nesse momento, a intervenção da bolsista é para checar o entendimento dos estudantes.

Em relação ao tipo de abordagem, a maneira na qual a bolsista interage com os estudantes,

⁴ Diálogo na íntegra dos participantes.

utilizando-se de *feedbacks* como em “*Mas ela (a luz) sendo uma onda eletromagnética, consegue explicar o efeito fotoelétrico? Pessoal o que vocês acham?*” e, também, “*Mas quem diz pra luz como ela deve se comportar?*”, é caracterizada como uma abordagem interativa e dialógica. Isso se justifica, pois em nenhum momento ela avaliou as respostas fornecidas pelos estudantes, sempre explorando ainda mais o fenômeno e utilizando o raciocínio deles, fazendo-os argumentarem. Esse tipo de abordagem comunicativa favorece que o aluno seja o agente ativo no processo ensino-aprendizagem, não sendo apenas um receptor de informações. Por meio das discussões que ocorreram e a maneira como elas foram conduzidas pela bolsista, houve subsídios que contribuíram ainda mais para a compreensão em conjunto do fenômeno físico em estudo (MORTIMER e SCOTT, 2002).

Analisando os padrões de interações nesse episódio, constatou-se a ocorrência das interações discursivas que não ficaram restritas apenas a tríade I-R-F, havendo diferentes padrões de interação. Pois, a cada resposta fornecida pelos estudantes, era elaborada outra pergunta pela bolsista. O objetivo era estimular toda a classe refletir e acompanhar a discussão sobre o comportamento dual da luz. Quando a bolsista utilizou-se de um *feedback* em forma de pergunta, sobre a possibilidade da luz ter comportamento dual, e por meio da resposta do estudante: “*Sim. Como naquele experimento do cd a luz ali era uma onda, mas no efeito fotoelétrico era uma partícula.*”, percebe-se que o *feedback* possibilitou esse aluno refletir sobre o que ele já sabe e, utilizar esse conhecimento para tentar explicar a sua ideia.

Conforme Monteiro e Teixeira (2004), a capacidade do estudante em descrever suas ações e construir justificativas plausíveis, se mostra dependente da postura discursiva do professor. Por isso, a grande importância de utilizar a tríade. Como resultado, os estudantes são estimulados a argumentarem e a justificarem suas ideias. O professor deixa de ser um mero transmissor de conhecimentos, tornando-se o mediador do processo ensino-aprendizagem. Assim, a partir das concepções dos estudantes e dos questionamentos elaborados ao longo dos diálogos propostos, o conhecimento científico pode ser então construído.

Conclusão

Esta proposta didática sobre FMC foi aplicada priorizando a utilização de interações dialógicas entre professor e estudantes. Devido aos conteúdos serem base de aparatos tecnológicos tão presente no cotidiano dos estudantes. E ainda, a utilização de vários recursos de ensino durante a aplicação da proposta, como simulação computacional, atividades experimentais, analogias e modelização, as aulas tornaram-se mais dinâmicas, o que promoveu o interesse dos estudantes em participar das atividades.

As interações discursivas fazem parte do desenvolvimento de uma aula. A maneira como o professor interage com os estudantes, possui grande importância no processo de ensino-aprendizagem. O discurso interativo pode ser dialógico, com os estudantes expondo suas ideias, ou de autoridade, no qual o professor conduz a discussão para um ponto de vista específico visando o conhecimento científico. Neste trabalho, o episódio analisado com base na ferramenta de Mortimer e Scott (2002), possui caráter interativo e dialógico. Durante as atividades os estudantes expuseram suas ideias, tentaram explicar sozinhos alguns fenômenos, argumentaram sobre suas ideias e avaliaram diferentes visões para um mesmo problema. Com isso, foi possível perceber que um discurso interativo e dialógico pode favorecer os estudantes a participarem das discussões durante as aulas.

A bolsista que lecionou a aula procurou considerar as concepções dos estudantes ao longo da atividade de ensino, favorecendo a participação ativa no processo de construção de significados. Desse modo, a forma como se desenvolveram as interações I-R-F, priorizando o

discurso dialógico, estimulou os estudantes a pensassem sobre as respostas dadas e a argumentarem e justificarem suas ideias, assim, participando ativamente da construção de significados.

Por fim, percebemos que a ferramenta analítica de Mortimer e Scott (2002), permite que o professor analise como são suas ações dentro da sala de aula. Podendo auxiliá-lo a estruturar sua aula e o conteúdo a partir de suas intenções. Assim, a partir de um planejamento que utilize como base a ferramenta para o discurso que será realizado em aula, o professor terá subsídios para conduzir seu discurso de modo a fazer com que os estudantes participem das discussões tornando-os ativos no processo de ensino-aprendizagem.

Agradecimentos e apoios

Agradecimentos ao PIBID subprojeto Física pela oportunidade de realizar esta atividade, aos demais bolsistas pelas contribuições ao trabalho desenvolvido e a CAPES pelo apoio financeiro.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2015. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/documentos/BNCC-APRESENTACAO.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEB, 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2016.

COLL, C.; EDWARDS, D. **Ensino, Aprendizagem e Discurso em Sala de Aula: Aproximações ao Estudo do Discurso Educacional**. Traduzido por Beatriz Affonso Neves. Porto Alegre: Artmed, 1998.

GUEDES, S. S., BAPTISTA, J.A. Experimentação no ensino de ciências: atividades problematizadas e interações dialógicas. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8, 2011, Campinas. **Atas...**Campinas, 2011.

MONTEIRO, M. A. A.; TEIXEIRA, O. P. B. Uma análise das interações dialógicas em aulas de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**. V. 3, p.243-263, 2004.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**. V. 7, p.283-306, 2002.

SILVA, A. C. A. **A dialogia no ensino de ciências**: um estudo do desenvolvimento do discurso em sala de aula. 2015. 300 f. Tese (Doutorado) - Curso de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

SOUZA, V. F. M.; SASSERON, L. H. As interações discursivas no ensino de física: a promoção da discussão pelo professor e a alfabetização científica dos alunos. **Ciência & Educação**. V. 18, n. 3, p.593-611, 2012