



O grupo de estudos e discussão como subsídio ao desenvolvimento de interações discursivas entre professores de física sobre a temática teoria da relatividade.

The group of study and discussion as a contribution to the development of discursive interactions between physics teachers about the relativity theory

João Ricardo Neves da Silva

Doutorando em Educação para a Ciência
Faculdade de Ciências/UNESP/Campus de Bauru
jricardo.fisica@gmail.com

Ana Maria Osório Araya

Professora assistente Doutora - Departamento de Física, Química e Biologia
Faculdade de Ciências e Tecnologia/UNESP/Campus de Presidente Prudente
amoa@fct.unesp.br

Moacir Pereira de Souza Filho

Professor Assistente Doutor - Departamento de Física, Química e Biologia
Faculdade de Ciências e Tecnologia/UNESP/Campus de Presidente Prudente
moacir@fct.unesp.br

Alex Lino

Doutorando em Educação para a Ciência e a Matemática
Universidade Estadual de Maringá - UEM
alexlin00@hotmail.com

Resumo

Baseados na hipótese de que a permuta dos conhecimentos pode subsidiar um processo de interações auto-organizadas dos envolvidos no processo, apresentamos os resultados de um estudo sobre como acontecem os diálogos entre professores de física envolvidos em um grupo de estudos de Física Moderna e Contemporânea. Com

apoio das proposições de Bakhtin sobre as potencialidades do discurso e nos estudos sobre as interações discursivas, identificamos regularidades interessantes na forma como se organizam as discussões entre os professores, sendo possível identificar um esquema que nos possibilita inferir sobre a eficácia no desenvolvimento dessa forma de conduzir e mediar as discussões em grupos de formação continuada de professores para os tópicos da Física, bem como, acrescentar argumentos na defesa dos grupos de discussão como estratégia de formação continuada de professores.

Palavras-chave: Interações discursivas; grupos de estudo e discussão; formação continuada de professores; teoria da relatividade restrita.

Abstract

Based on the assumption that the exchange of knowledge can support a process of self-organized interactions of the involved in the process, we present the results of a study about how happen the dialogue between physics teachers involved in a group of study of Modern and Contemporary Physics. With the support of the propositions of Bakhtin about the potential of the discourse and discursive interactions studies, we identified interesting regularities in how organize discussions among teachers, identifying a scheme that allows us to infer the effectiveness of the enforcement of this form of lead and mediate the discussions in groups of continuous formation of physics teachers to other topics, as well as adding arguments in defense of the groups of discussion as a strategy for continuing formation of teachers.

Keywords: Discursive interactions; groups of studies and discussion; continuing formation of teachers; relativity theory.

Introdução

Uma das vertentes consolidadas dentre as pesquisas em Ensino de Física é aquela que defende e investiga a possibilidade de inserção de tópicos da chamada Física Moderna e Contemporânea (FMC) na estrutura curricular dos cursos de Ensino Médio (EM).

Esta área de pesquisa se desenvolveu principalmente após a década de 1980, no qual os pesquisadores começaram a constatar a desatualização dos currículos escolares em comparação com o progresso da própria Física (TERRAZZAN, 1994). Esse panorama descontextualizado contribui para que os estudantes não conheçam a revolução que ocorreu na Física desenvolvida após o ano de 1900 e, assim, não sejam postos em contato com os parâmetros do desenvolvimento da ciência. Portanto, essa linha de pesquisa se concentra em desenvolver estratégias e metodologias para inserção desses tópicos no ensino de Física.

Sobre o desenvolvimento dessa linha de pesquisa, Sanches (2006) também apresenta um panorama histórico em que desenvolve uma pesquisa sobre a presença dos conteúdos de FMC em sala de aula:

[...] desde a década de 70, a pesquisa na área de ensino de Física vem desenvolvendo parte de sua produção voltada para as novas perspectivas curriculares. [...] Mas, foi somente a partir de meados da década de oitenta que a linha de pesquisa Física Moderna e

Contemporânea no Ensino Médio começou a questionar, com maior intensidade, os temas de Física tradicionalmente ensinados nas escolas. (SANCHES, 2006, p. 18).

Ao realizar esta revisão bibliográfica, constatamos que, após cerca de 40 anos de pesquisas nesta vertente, o que mais se encontra na literatura são trabalhos que se dedicam a propor que os conteúdos de FMC sejam transpostos ao ensino numa linguagem acessível a este nível de ensino, como em OSTERMANN (2002), e são encontrados relatos de aplicação de projetos de FMC em amostragens de alunos, visando o estudo de concepções alternativas e identificação de obstáculos para o aprendizado dos novos tópicos. (CABRAL de PAULO, 2006 e LINO, 2010). Em contrapartida, um aspecto essencial em todo o processo de inserção de FMC no EM não tem sido suficientemente investigado, a saber: a preparação – ou formação - dos professores em exercício para a prática desses tópicos em sala de aula. Neste sentido, este trabalho visa suprir esta deficiência centrando o foco da pesquisa nos educadores da área.

Um aspecto que precisa ser considerado e que necessita de atenção especial se refere aos trabalhos acadêmicos, que não consideram que dois terços dos professores que lecionam Física no Brasil não possui formação específica na área conforme aponta os dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas “Anísio Teixeira” (INEP) e isso permite, então, inferir, que esses docentes não tiveram contato com as teorias que compreendem a Física desenvolvida no século XX em seus cursos de graduação. (INEP, 2007).

Neste contexto, trabalhos que visem a formação continuada de professores para a abordagem dos conteúdos de FMC no EM devem ser estimulados. Para uma maior especificidade, pode-se dizer que os trabalhos que visem a formação de grupos de estudo neste tema são de extrema importância para os professores, seguindo a premissa apresentada e sugerida no trabalho de Carvalho e Gil-Pérez (1993).

Nesse caso, a produção de grupos recolhe, em geral, um grande número de conhecimentos que a pesquisa aponta como necessários, afastando-se assim de visões simplistas do ensino de ciências.” (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1993, p. 14).

Com intenção de subsidiar o professor a abordar os tópicos de FMC em sala de aula foi criado no ano de 2002, na Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” (FCT/UNESP – Campus de Presidente Prudente) o Grupo de Professores de Física Moderna (GPFM). A proposta do grupo é promover, em um único espaço de interação, o diálogo entre pesquisadores da universidade, professores da rede de ensino da região e alunos, tanto do curso de licenciatura em Física quanto do EM, ou seja, considerar toda bagagem de conhecimento de todos os participantes que se envolvem no processo de estudo e discussão, trazendo elementos para problematização, porém fundamentados no conhecimento científico estabelecido, como descrito por Neves da Silva (2010), no trecho a seguir:

O Grupo de Professores de Física Moderna (GPFM) foi criado no ano de 2002, numa colaboração entre professores da rede estadual e particular de ensino da região de Presidente Prudente e professores universitários da FCT-UNESP, Campus de Presidente Prudente, com o objetivo de estudar especificamente tópicos de FMC e suas formas de aplicação no EM. Os professores participantes do grupo manifestaram um interesse voluntário na formação do mesmo, pois se sentiam ainda

defasados com relação aos conhecimentos teóricos de FMC. Hoje (2010) o GPFM conta com a participação de professores de EM, professores universitários, alunos de graduação em Física e de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e alunos do EM que manifestaram interesse e foram levados pelos professores participantes. As atividades do grupo estão sendo estudadas por estes alunos de Pós-Graduação e os estudantes de graduação têm desenvolvido pesquisa em sala de aula buscando sanar os problemas postos pelos professores quando relatam suas experiências com FMC. Dentre estes trabalhos, esta atividade foi desenvolvida no intento de contribuir para uma metodologia de trabalho com grupos voltada à discussão de conteúdos de FMC (NEVES DA SILVA, 2010, p. 33).

Uma importante característica desse grupo, que se faz principalmente no argumento desta pesquisa, é seu potencial integrador e que proporciona espaços de interação mútua. O ambiente do grupo não apresenta as clássicas divisões implícitas de nível dos coordenadores para com os professores participantes nem nenhuma espécie de pré-concepção sobre os participantes. Todos os participantes são chamados a opinar e fazer parte das discussões teóricas propostas, com seus conhecimentos e suas explicações, tornando-se colaboradores na construção de um único conjunto de conhecimentos partilhado ali, de uma forma homogênea, nos permitindo dizer que o grupo, no momento da discussão trabalha como um único “organismo” que busca o esclarecimento do próprio grupo. Considerando o grupo de estudos e essa estrutura organizacional de conhecimento único construído por todos os participantes em conjunto, é que se pretende discutir os resultados da pesquisa aqui apresentada.

Com a definição da forma de agir do grupo, pôde-se teorizá-lo como um espaço favorável ao desenvolvimento de interações discursivas. A partir das proposições filosóficas sobre as possibilidades da linguagem de Bakhtin (1992) e principalmente dos trabalhos de Mortimer e Scott (2002), é possível fundamentar a situação proposta e planejar uma análise dessas interações entre os professores, podendo inclusive identificar novos elementos desse processo.

Dessa maneira, este trabalho trata da descrição da análise das formas de interação entre os professores que participaram de situações de estudo e discussão de um tópico da FMC no GPFM durante o ano de 2010. O tópico trabalhado durante a investigação foi a Teoria da Relatividade Restrita (TRR), proposta no ano de 1905 pelo físico Albert Einstein. A escolha deste tópico se deu em função da pouca importância que é dada a ele nos manuais educacionais, como é descrito a seguir:

Uma análise da abordagem da Relatividade Especial em livros didáticos, principalmente em relação à contração de Lorentz-FitzGerald e à aparência visual de objetos relativísticos, é encontrada no artigo “Relatividade Restrita no ensino médio: contração de Lorentz-Fitzgerald e a aparência visual de objetos relativísticos em livros didáticos de Física” (OSTERMANN e RICCI, 2002). Os autores comprovaram a existência de muitas imprecisões conceituais em várias obras deste tipo, capazes de induzir nos estudantes concepções alternativas e errôneas sobre o assunto. Algumas sugestões são feitas, no sentido de evitar tais erros, mas nenhum material instrucional concreto é proposto. (CASTILHO, 2005, p. 10).

Para proporcionar um primeiro contato dos integrantes com a TRR, foi realizado um trabalho com os participantes do grupo, visando a discussão de aspectos teóricos dessa teoria. No entanto, a forma de desenvolver essa discussão obedeceu a premissas de organização descritas na metodologia e que constituem o cerne metodológico deste trabalho, que se pretende ressaltar em uma análise dos resultados.

A partir do contexto exposto, os objetivos dessa pesquisa foram:

- *Desenvolver discussões sobre as premissas teóricas da TRR em um grupo de estudos e discussão com professores do EM.*
- *Analisar, a partir das premissas teóricas das interações discursivas, como acontece o processo de discussão e consenso entre os professores que discutem.*

A questão das interações discursivas e a dinâmica do discurso em grupos de estudo.

A questão teórica da dinâmica dos discursos neste trabalho se pauta em princípios bastante consolidados nas proposições de Bakhtin (2002) sobre a fala como elemento da produção de consenso e as interpretações advindas destas proposições. As bases filosóficas da teoria de Bakhtin vêm ao encontro dessa pesquisa exatamente porque fundamenta o processo que acontece neste grupo, no qual as falas de um sujeito são fonte de discussão e elaboração de novas compreensões pelos outros sujeitos.

A análise das interações discursivas considera aspectos epistemológicos e de significação, de maneira que a enunciação não é tida apenas como uma forma de comunicação, mas como fonte de análise de outras vozes e conceitos, estando estritamente envolvida em processos de pensamento e compreensão (BAKHTIN, 1992), sendo, portanto, um bom instrumento para a caracterização do discurso em diferentes dimensões analíticas. (VILELA-RIBEIRO; BENITE, 2009, p.4).

Para o autor, os diálogos são produtores de consenso e a interação entre o enunciador e o enunciatário pode se dar de forma direta ou indireta, por meio de uma dialogicidade entre os próprios discursos, como explicitado por Goulart (2009).

No dialogismo da interdiscursividade, discursos dialogam produzindo novos discursos. Neste, então, habitam muitas vozes sociais, que se completam, polemizam e respondem umas as outras. (GOULART, 2009, p.16)

A tese central de Bakhtin é a de que os discursos carregam componentes sociais, ideológicos e a interação entre falas (enunciador e enunciatário) também carrega essas componentes de modo que um consenso é atingido por meio da interação tanto do próprio conteúdo da proposição como pela de seus conteúdos implícitos. Assim, quando tomamos o grupo de estudos como um ambiente com características próprias e fundamentadas, principalmente nas proposições de professores, podemos compreender como este se torna uma “entidade” cultural com peculiaridades que permitem a interação dialógica entre os professores. O autor explicita a ideia de discurso com elementos do enunciado do outro da seguinte maneira:

O objeto do discurso de um locutor, seja ele qual for, não é objeto do discurso pela primeira vez neste enunciado, e este locutor não é o primeiro a falar dele. O objeto, por assim dizer, já foi falado, controvertido, esclarecido e julgado de diversas maneiras, e o lugar onde se cruzam, se encontram e se separam diferentes pontos de vista, visões de mundo, tendências. [...] Na realidade, como já dissemos, todo enunciado, além do objeto de seu teor, sempre responde (no sentido lato da palavra), de uma forma ou de outra, a enunciados dos outros anteriores. [...] O enunciado está voltado não só para o seu objeto, mas também para o discurso do outro acerca desse objeto. A mais leve alusão ao enunciado do outro confere à fala um aspecto dialógico que nenhum tema constituído puramente pelo objeto poderia conferir-lhe. (BAKHTIN, 1992, pp. 319-320).

Esta é uma ideia bem próxima da que se pretende defender aqui, na qual os professores em discussão se tornam membros de uma esfera maior, em que cada indivíduo compõe um processo de auto-organização dos discursos pelo grupo. A relação do referencial bakhtiniano com o processo de formação de conhecimentos constituídos em conjunto no grupo está precisamente no fato de que os enunciados ditos por um participante são objetos de discussão intensa por todos do grupo em busca de sua compreensão por todos os participantes. Devido ao fato de os enunciados carregarem componentes ideológicas e sociais, esses serão os objetos de discussão no grupo até a conclusão final sobre as teorias.

Assim, apoiados nesta ideia de discurso no qual “enunciar é argumentar” (BAKHTIN, 1992) e, assumindo que o grupo de estudos e discussão, na situação apresentada, pode ser considerado uma entidade cultural própria, que se movimenta autonomamente em busca dos consensos pelas vias das proposições dos professores para discussão, apresentaremos as interpretações encontradas nas interações discursivas surgidas nesse espaço cultural.

Sobre este tema, Mortimer e Scott (2002, p.7) teorizam da seguinte forma:

O que torna o discurso funcionalmente dialógico é o fato de que ele expressa mais de um ponto de vista, e não que ele seja produzido por um indivíduo solitário. Esse último aspecto está relacionado à segunda dimensão da abordagem comunicativa, que distingue entre o discurso interativo, aquele que ocorre com a participação de mais de uma pessoa, e o discurso não-interativo, que ocorre com a participação de uma única pessoa.

Situando a adaptação do referencial teórico, esse trabalho citado estuda as interações discursivas entre professores e alunos em sala de aula. Contudo, não foram seguidos os passos propostos pelo referencial neste caso, sendo que, a metodologia de análise de dados é descrita posteriormente. Aqui, por acreditarmos que, segundo a classificação de Mortimer e Scott (2002), os diálogos entre os professores se dão de modo *interativo/dialógico* e por não se tratar de uma situação de sala de aula com interação professor-aluno, apenas nos apropriamos do termo “interações discursivas” no intento de dar um passo além da classificação da interação, direcionando-se à descrição do processo de interação, em busca de consensos acerca do assunto conceitual da TRR, em discussão.

Nesse sentido, este grupo de estudo e discussão caracteriza-se por valorizar principalmente as opiniões coletivas a fim de propiciar um ambiente estimulador das interações discursivas citadas pelo referencial. Em resumo, as características de ambos os referenciais que nos apoiam na compreensão do processo de busca de consensos sobre elementos teóricos em grupo de discussão são os seguintes:

- *O discurso é emitido a partir da análise dos significados compreendidos dos discursos de outros emissores. (BAKHTIN, 1992, p. 319-320).*
- *Os signos dos discursos emitidos carregam componentes sociais, culturais e de vivência de cada participante, de modo que as discussões dessas componentes faz parte da compreensão da frase emitida. (BAKHTIN, 1992).*
- *O discurso interativo/dialógico expressa mais que um ponto de vista, pois é formado pela análise de discursos coletivos (MORTIMER E SCOTT, 2002)*

Com este aparato teórico resumido anteriormente, serão descritas as etapas pelas quais essas trocas de opiniões ocorreram, de modo que os próprios professores poderiam complementar o comentário feito por um colega, caminhando para uma conclusão conjunta e, como foi possível identificar o tipo de interação encontrada, neste caso, como auto-organizada.

Os encaminhamentos metodológicos da pesquisa e da análise dos dados

As atividades foram desenvolvidas durante o primeiro semestre letivo de 2010 e ocuparam cinco reuniões do GPFM. Neste caso, foram trazidos à discussão do grupo os aspectos mais relevantes sobre conceitos relacionados à TRR, como por exemplo, a noção de dilatação do tempo, contração do espaço e diferenciação da massa de repouso e relativista¹.

As discussões foram proporcionadas pela leitura de textos diferentes sobre o mesmo tema pelos participantes, exibição de vídeos sobre a temática e exposições conceituais resumidas, contendo os aspectos mais gerais da constituição desta teoria e, posteriormente, conversando sobre o que cada um entendeu e como cada um poderia explicar o tema tratado. Como o ambiente do grupo é bastante informal e descontraído – devido ao fato de o grupo já estar junto há oito anos – os professores se utilizam da lousa, levantam pra fornecerem suas explicações, que são elementos que elencamos como produtivos na discussão e que são proporcionados pelos anos de interação do grupo.

Dessa maneira, foi proposta com os professores uma discussão sobre esses parâmetros importantes à compreensão da TRR, de modo que eles pudessem expressar tudo que conheciam sobre os temas apresentados - espaço e tempo absoluto e a dilatação do tempo. Todos esses encontros foram gravados em áudio e vídeo, para posterior transcrição e análise da dinâmica dessas discussões.

¹ Sobre questões conceituais referentes à TRR apresentadas no corpo de texto e nas análises de resultados, consultar os Apêndices deste trabalho.

Para a análise das transcrições realizadas, apoiou-se nas contribuições metodológicas da Análise Textual Discursiva, proposta por Moraes e Galiazzi (2007), pois nos interessávamos pela dinâmica das “interações” nas reuniões. A pertinência desta metodologia para o desenvolvimento do trabalho é principalmente seu caráter exclusivamente qualitativo, na medida em que os textos são reconstruídos de forma a expressar as principais ideias manifestadas pelos autores do texto em análise, que neste caso, são as manifestações dos professores durante as discussões. Nas palavras dos autores:

A análise textual discursiva corresponde a uma metodologia de análise de dados e informações de natureza qualitativa com a finalidade de promover novas compreensões sobre os fenômenos e discursos. Insere-se entre os extremos da análise de conteúdo tradicional e a análise de discurso, representando um movimento interpretativo de caráter hermenêutico. (MORAES; GALIAZZI, 2007, p. 07).

Esta metodologia de análise se pauta em um conjunto de proposições bastante detalhadas e extensas. Contudo, para a compreensão do conteúdo do trabalho, nos atemos a descrever as etapas de desconstrução e reconstrução do texto, mais evidentes na análise.

O processo de desmontagem dos textos implica em colocar o foco nos detalhes e nas partes componentes, um processo de divisão que toda análise implica. Com essa fragmentação ou desconstrução dos textos, pretende-se conseguir perceber os sentidos dos textos em diferentes limites de seus pormenores, ainda que, compreendendo que um limite final e absoluto nunca é atingido. [...] Se no primeiro momento da análise textual qualitativa se processa uma separação, isolamento e fragmentação de unidades de significado, na categorização, o segundo momento da análise, o trabalho dá-se no sentido inverso: estabelecer relações, reunir semelhantes, construir categorias. O primeiro é um movimento de desorganização e desconstrução, uma análise própria-dita; já o segundo é de produção de uma nova ordem, uma nova compreensão, uma nova síntese (MORAES; GALIAZZI, 2007, p.23).

As primeiras falas dos professores sobre o assunto foram colocadas no quadro na sequência em que estas apareciam durante as conversas caminhando para um entendimento do assunto e como essas discussões eram complementadas por outras explicações e outros participantes em busca de uma conclusão conjunta. Acreditamos que esta forma de conduzir o trabalho de compreensão de um conceito que, por mais que pareça novo, permeia a compreensão de todos, deve surtir efeitos bastante significativos, uma vez que, eles podem avaliar seus erros conceituais e as compreensões conflitantes com o que foi dito pelo colega e colocar suas conclusões para os demais elementos do grupo. Exemplificando, no momento em que uma explicação surge no meio das discussões, todos analisam a expressão e fazem complementações, até que se chegue a uma conclusão geral do grupo e, dessa maneira, as discussões sobre um determinado assunto foram todas desconstruídas em seus elementos conceituais da TRR e tabeladas para um entendimento de como essas interações entre os professores podem conduzir a conclusões bastante válidas, proporcionadas pela participação nos grupos de estudo e discussão.

Para a apresentação dos resultados foram selecionadas algumas interações mais representativas para a compreensão de como foram procedidas às análises, e como se fundamentaram as conclusões finais. Não há distinção entre professores universitários, alunos de graduação e professores do ensino básico durante as análises, sendo que as contribuições de todos são consideradas de igual importância na constituição das conclusões conjuntas, preservando a principal característica do grupo. As falas de todos os seis participantes – nomeados de Prof1 a Prof6 - foram consideradas no resultado final, não sendo apresentadas aqui todas as interações registradas, por algumas serem repetições das que já foram mostradas.

Resultados e discussões

Seguindo o modelo apresentado anteriormente, apresentam-se as análises das interações dos professores sobre vários aspectos da TRR e identificam-se algumas conclusões conjuntas, além de elementos de consenso que podem ser atribuídos ao grupo de discussão como um todo. Iniciamos a exploração dos resultados com um quadro-exemplo de como as interações discursivas foram compiladas para análise.

Quadro 1: Exemplo das transcrições das falas dos professores sobre determinado assunto.

| Prof1 | Prof2 | Prof3 | Conclusão |
|---|---|--|--|
| “O que eu sei sobre relatividade é que [...] na verdade, massa pode ser transformada em energia.” | “É verdade, mas isso é assim [...], por exemplo, [...] uma quantidade de massa tem uma certa energia, mas que não pode ser obtida porque não sabemos ainda como aproveitar essa energia.” | “É [...] é da equação $E=mc^2$. Toda massa também é energia. Podemos saber quanta energia tem nessa massa pela equação, isso não quer dizer que podemos sair transformando massa em energia por aí [...], é um processo complicado, igual ao da bomba atômica.” | A equação de Einstein permite saber quanta energia tem um corpo de determinada massa m . Essa energia pode ser obtida mediante processos complicados que ainda são inacessíveis à população. |

Este quadro é apenas um exemplo da análise, sendo que muitas outras manifestações de consenso e dissenso foram registradas nos resultados.

Ressaltamos que não serão apresentadas todas as interações registradas, mas apenas as mais relevantes para a compreensão da metodologia de análise e dos resultados da pesquisa.

Essa interação discursiva entre os professores Prof2, Prof3 e Prof6 nos permite compreender como acontecem as interações discursivas em um grupo nos moldes do descrito. Podemos inferir que o grupo atingiu uma conclusão válida na interpretação da TRR na medida em que Prof3 e Prof6 complementam as explicações do Prof2, para então, concordarem e chegarem junto com o grupo à conclusão apresentada.

Quadro 2: Interação discursiva sobre o conceito de dilatação do tempo.

| Prof2 | Prof6 | Prof3 | Prof2 | Prof3 |
|--|---|---|---|--|
| “Eu acho, pelo que eu li, que a relatividade explica que é possível diminuir o passar do tempo, quando a velocidade é muito grande”. | “O que a relatividade afirma sobre isto é que, a velocidade da luz é constante, independentemente do referencial e, isto leva à consequência de que o tempo tem que passar mais devagar para que dois observadores vejam o mesmo fenômeno.” | “Espera ai... é... naquele texto que a gente leu na outra reunião, que é só aplicar a equação do $\Delta S/\Delta t$... Dai se a velocidade for constate, o tempo tem que ser diferente para os dois...” | “Entendi, mas dai a partir dessa equação vai acrescentar um monte de termos ai embaixo da equação, que vai ficar difícil pro aluno” | “Mas se a gente conseguir explicar só essa questão do tempo ter que mudar porque a velocidade é constante, pra mim já é um ótimo passo...” |

Vemos, ainda, que a discussão se inicia na elucidação de um princípio teórico, mas se conclui com uma constatação sobre a importância de se esclarecer aos alunos primeiramente aquele conceito básico, ou seja, sobre o ensino daquele conceito, o que nos remete ao referencial adotado, no qual cada participante da discussão coloca na conversa o que lhe é mais importante no momento. Enquanto para Prof2 e Prof6 contribuem para a elucidação teórica, Prof2 se remete ao aspecto do ensino do tema, sem que isso precise ser considerado um rompimento nos argumentos, mas um complemento à discussão.

Quadro 3: Interação discursiva sobre o conceito de relativo.

| Prof4 | Prof3 | Prof1 |
|---|---|---|
| “[...] Como já diria o Einstein, tudo é relativo [...]” | “Não sei muito bem se Einstein disse que tudo é relativo [...] pelo que eu assisti uma vez em um documentário, o que tem é uma interpretação da TRR que vários observadores podem ver coisas diferentes, exatamente porque a luz tem velocidade constante; não é isso?” | “É [...] porque essas frases de Einstein [...] muitas são lendas [...] Mas o que a Prof3 disse confere, eu acho [...] Porque é bem isso mesmo, o que é relativo é a observação que vários observadores fazem do mesmo fenômeno, porque eles vão ver efeitos diferentes [...] por exemplo [...] que raio caiu primeiro [...] porque a velocidade a luz é constante [...] é só uma questão de aceitar a velocidade da luz como constante, mesmo que o trem esteja se movendo para uma direção.” |

E não raras vezes surgiam elementos na discussão que poderiam ser debatidos pelos professores com opiniões diferentes.

Outra interação discursiva bastante interessante no sentido de “caminhar” para uma conclusão conjunta condizente com a teoria. No quadro 3, observamos uma interação sobre o conceito de relativo, algo que atualmente é parte do conteúdo do material do estado de São Paulo como conteúdo do primeiro ano do EM (SÃO PAULO, 2010). A conclusão do grupo sobre esse parâmetro contribui de maneira bastante efetiva para

um entendimento conceitual desse aspecto, pois, apesar de somente Prof4, Prof3 e Prof1 participarem efetivamente dessa interação, todo o grupo está partilhando da discussão e formando seus signos sobre o tema (BAKHTIN, 1992). Mais uma vez identificamos um elemento próprio do grupo neste sentido, no qual o conhecimento que é complementado por alguém, se torna parte do conhecimento do grupo que vai sendo complementado pelo próprio grupo, até que todos cheguem a um consenso. Neste ponto podemos já identificar elementos de uma auto-organização do conhecimento em discussão, uma vez que as informações se tornam parte das conclusões do grupo e o grupo se sente a vontade para analisá-las e complementá-las.

No quadro 4 encontramos também um exemplo de um elemento de dissenso potencial à discussão. Nessa interação discursiva, pode-se observar o debate conceitual de um enunciado de opinião sobre a teoria. Também uma característica do grupo, que permite os “improvisos teóricos” sem nenhum tipo de repressão, o que pode alimentar o debate e a formação de conclusões conjuntas, corroborando a hipótese de que os discursos partilhados no grupo são do tipo *interativo/dialógico*, como defendem Mortimer e Scott (2002) e, isso é um reflexo da metodologia de trabalho do grupo, que permite a troca “despretensiosa” de conhecimentos.

Quadro 4: Interação discursiva sobre a generalização da TRR.

| Prof4 | Prof1 | Prof4 | Prof1 |
|--|---|---|---|
| [...] É, é isso, é relativo porque a velocidade não é...Mas eu sei lá, eu tenho minhas dúvidas quanto a essas coisas da relatividade...Eu acho a Física Quântica mais aceitável que essas propostas... | “Mas em que sentido você acha que não é aceitável?” | “Eu acho que é tudo uma questão de opinião em relatividade, depende de onde ou de como você estiver olhando, não sei se dá pra generalizar, ou ter uma explicação única...” | “Mas eu acho que nem é o caso de ter uma opinião única...Podemos pegar mais textos, mas acho que é generalizável o fato de que cada observador observa uma coisa, entende? Por estarem em lugares diferentes, mas com a velocidade da luz constante...Discutir isso na sala do 1º colegial já seria bem interessante. |

Aqui também é possível compreender outra característica da fundamentação em Bakhtin para o estudo das origens das interações. Nesta vertente, os discursos, ou as proposições – no nosso caso, uma complementação teoria da proposição anterior – surgem do contexto formativo e social no qual esse professor se insere, “*eles surgem no contexto do mundo discursivo do professor, de seus sistemas de referencia discursivamente constituídos.*” (GOULART, 2009, p. 19). Com isso, podemos inferir que o grupo de estudos, por ter as já citadas características especiais do grupo, se constitui em um ambiente no qual o professor é capaz de argumentar com seu discurso socialmente construído no seu ambiente de trabalho e vivência (o fato de serem professores de física).

Quadro 4: Interação discursiva sobre o conceito de dilatação da massa.

| Prof5 | Prof2 |
|--|--|
| “Você disse: caso um corpo pudesse atingir a velocidade da luz [...]”. | “Sim, porque segundo a relatividade, quanto mais próximo estamos da velocidade da luz chegamos à conclusão de que maior é a massa do corpo.” |

Esse diálogo, bastante simples, mostra que alguns professores conseguem, baseados em seus conhecimentos cotidianos ou em estudos anteriores, explanar sobre a dilatação das massas na TRR de forma bastante próxima da conceitualmente proposta pela teoria. Mais uma vez ressalta-se a característica grupal do conhecimento formado e a auto-organização até o consenso.

Outras interações discursivas desse tipo foram registradas e várias conclusões foram obtidas pelos professores, de modo que as apresentamos de forma sucinta para que possamos discutir os resultados de forma mais efetiva. Dentre elas, podemos citar as seguintes conclusões válidas:

- *Interação discursiva sobre a ideia de que todos os corpos têm seu comprimento diminuído quando à velocidade da luz.*
- *Interação discursiva sobre porque é impossível um corpo de massa m atingir a velocidade da luz.*
- *Interação discursiva sobre quais conceitos poderiam ser abordados em cada ano do EM*

Com esse relato das interações, pode-se discorrer sobre o processo de constituição de um consenso acerca de um aspecto teórico discutido em grupo. Como se pode observar, as primeiras opiniões dadas são sempre menos elaboradas conceitualmente, mas são postas à discussão, se tornando um objeto de análise do grupo. A partir de então, todos os participantes se põem a analisar essas proposições, fazendo complementações e devolvendo suas ideias para a discussão.

Evidentemente nem sempre as conclusões alcançadas são totalmente coerentes com as mais aceitas cientificamente, mas nestes casos o próprio grupo se manifesta pela necessidade de buscar essas informações em outros meios e voltarem a discutir na reunião seguinte, como expresso na fala de Prof3 quando diz:

“Pessoal, aqui no departamento tem um professor que trabalha com esse tema. O que vocês acham de o chamarmos pra reunião do mês que vem?”

Ou seja, o próprio grupo desenvolveu uma capacidade de trato para com suas discussões que é muito própria do grupo e, transcende a atuação individual. Aqui cabe ressaltar as características “auto-organizativas” da formação de consensos pelo grupo como uma característica que só é possível no ambiente de grupo de discussão como este.

Esse tipo de análise dos discursos dos participantes tem uma compreensão de fala muito próxima daquela apontada por Bakhtin no sentido de considerar a fala objeto de análise de outros participantes do mesmo processo e da perspectiva de Mortimer e Scott (2002) de discurso interativo/dialógico. Mas indo mais além, podemos compreender o grupo de estudo como um espaço no qual o conjunto de argumentos “alimenta” as conclusões comuns, e a partir disso, pode-se caracterizar a dinâmica de discussões compreendida nessa pesquisa como auto-organizada, na medida em que o grupo, agindo como uma única entidade vai organizando os argumentos que provêm do próprio grupo, até que seja atingido o consenso.

Analisando mais profundamente a forma com que essas discussões têm acontecido em grupo e, principalmente, em que sentido essas conversas orientadas têm atingido os objetivos de sua proposição, criamos um esquema a fim de representar essa dinâmica

das interações auto-organizadas da maneira abordada nessa pesquisa, conforme mostrado a seguir:

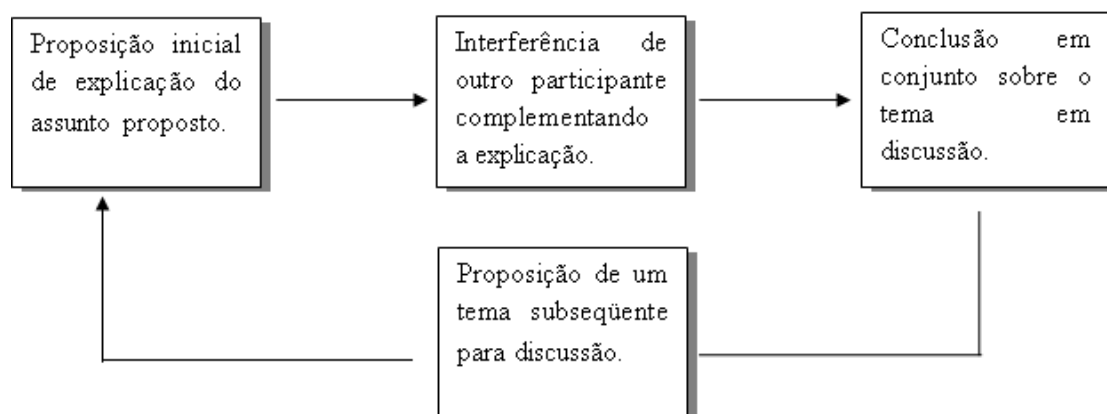


Figura 1: Esquema estrutural das interações auto-organizadas encontradas entre os professores em grupo de estudo e discussão.

Com este esquema, podemos representar como as discussões ocorrem no processo construído neste grupo. A partir de um tema proposto, uma explicação ou exemplo é apresentado a um professor e complementada pelos outros, até que eles cheguem a um acordo e não haja mais dissenso, outro tema subsequente ao anterior, é proposto para a discussão e o processo se reinicia.

Considerações finais

Com este trabalho, pudemos verificar que a hipótese da metodologia dos grupos de estudo e discussão pode surtir um efeito bastante significativo nos professores, principalmente no que concerne ao aprendizado em conjunto de tópicos de FMC, que são novos para eles e, principalmente, conhecer mais sobre os efeitos desta metodologia de discussão, esclarecer ponto a ponto as dúvidas conceituais desses professores e formar uma base sólida para um aprendizado posterior, mais aprofundado sobre esta teoria.

Evidenciando o objetivo de identificar, a partir da análise das interações discursivas sobre uma temática, aspectos favoráveis do ambiente de grupo, foi possível compreender que a progressão das discussões e da robustez dos argumentos se dá pela participação coletiva nas discussões, o que evidencia uma característica do grupo, que por ser um espaço onde os professores se encontram há um longo tempo, isso permite que as diferentes argumentações sejam realizadas sem nenhum tipo de repressão, de modo que as conclusões são do grupo, e não de apenas um participante.

Assim sendo, no que se refere aos aspectos da metodologia de trabalho do grupo, concluímos que o grupo de estudo e discussão apresenta um potencial para despertar nos professores a capacidade de argumentar com seus próprios conhecimentos e argumentarem sobre os temas em discussão, desde que o ambiente do grupo seja propício para tal, sem imposições vindas de coordenadores de grupo ou detentores de conhecimento, que não são raras em grupos de estudo proporcionados pelas

diretorias de ensino, onde há uma clara divisão hierárquica de cargos e funções (ROSA; SCHNETZLER, 2003).

Com esta experiência, foi possível esquematizar a forma como se deram essas interações e perceber que os professores, quando em um ambiente no qual suas opiniões são valorizadas, podem se complementar tornando o grupo uma “estrutura com características próprias”, uma “estrutura auto-organizacional” de construção de conhecimento que só é possível quando os professores estão em grupo. Estas interações observadas e estudadas foram de grande valia para os próprios professores que participam dos grupos, pois foram construídas por seus próprios conhecimentos e o esquema apresentado da situação pode se converter inclusive em um guia para todas as atividades do grupo.

Pôde-se entender a constituição das interações em consonância com o referencial adotado, que nos mostra que as emissões verbais dos sujeitos são postas em discussão e são debatidas as frases emitidas por cada participante, que as complementam segundo seus conhecimentos e suas “importâncias”, o que pode ser observado quando alguns professores abordam o tema discutido pelo prisma da aplicabilidade em aula e não do conceito físico, sem que isso destoe da discussão (BAKHTIN, 1992). Além disso, também é possível afirmar que as interações promovidas por esse grupo são interativo/dialógico, o que é alcançado pela intimidade e tempo de trabalho conjunto do grupo. (MORTIMER; SCOTT, 2002)

A conclusão principal deste trabalho é a compreensão que surge a partir da sistematização das interações discursivas partindo da proposição inicial até o consenso entre os professores, e a forma como, a partir de uma característica de grupo, os argumentos vão se auto-organizando até a conclusão comum do grupo, sendo o termo auto-organizado bastante cabível na situação a partir das considerações que fizemos sobre o grupo se constituir em uma única instância produtora de conhecimento e, portanto, o conhecimento apresentado por cada indivíduo se torna o conhecimento do grupo.

Esta é apenas uma situação em que este fenômeno pode ser observado, mas acreditamos que esta forma de promover formação continuada de professores de Física, ou seja, os grupos de estudo e discussão, podem se mostrar cada vez mais significativas se trabalhadas sem os imperativos bastante comuns nos que impedem que o grupo se constitua como um espaço de discussão, nas quais os professores coordenadores de grupo são considerados padrões a serem seguidos e, comumente, se tornam palestrantes em cursos de “reciclagem” de professores.

Com essas análises pudemos compreender mais profundamente como acontecem interações discursivas para a compreensão dos aspectos gerais da TRR em um grupo de discussão de FMC com características próprias. A partir da elucidação da forma própria como as discussões se desenvolvem em grupo e como os argumentos progredem teoricamente a partir de uma interação essencialmente coletiva, pode-se verificar a importância da formação de grupos de estudo por professores e recomendar que outras universidades se proponham a formar grupos nesses moldes, nos quais o estudo conjunto e sem divisões hierárquicas na estrutura do grupo sejam os únicos interesses dos sujeitos participantes.

Agradecimentos

Agradeço à CAPES, pelo apoio financeiro concedido à pesquisa, ao “Núcleo de Ensino de Física” (NEF) da FCT-UNESP/Campus de Presidente Prudente e ao Grupo de Pesquisas “Avaliação Formativa e Educação Continuada de Professores” (AVFormativa), da Pós-Graduação em Educação para a Ciência da FC-UNESP/Campus de Bauru.

Referências

- BAKHTIN, M. **Estética da criação verbal**. São Paulo: Martins Fontes, 1992.
- BRASIL. **Ministério da Educação. PCN+ Ensino Médio: Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília, 2002.
- CARVALHO, A.M.P; GIL-PEREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. São Paulo: Cortez, 1993. v.26.
- CASTILHO, M. I. **Uma introdução conceitual à relatividade especial no ensino médio**. 2005. 143 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul.
- EINSTEIN, A.; INFELD, L. **A Evolução da Física**; tradução Giasone Rebuá; Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2008.
- GOULART, C. Em busca de balizadores para a análise de interações discursivas em sala de aula com base em Bakhtin. **Revista Educação Pública**, Cuiabá, v. 18, n. 36, p. 15-31, jan./abr. 2009
- LINO, A. **Inserção de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: a ligação entre as teorias clássicas e modernas sob a perspectiva da aprendizagem significativa**. 2010. 173 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná.
- MORAES, R; GALIAZZI, M.C. **Análise textual discursiva**. Ijuí: Unijuí, 2007.
- MORTIMER, E.F.; SCOTT, P. Atividades discursivas nas salas de aula de Ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, nº 3, 2002.
- NEVES DA SILVA, J. R. **Análise da formação continuada de professores mediante participação em um grupo de estudos/discussão de física moderna e contemporânea**. 2010. 126 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná.
- OLIVEIRA, I. S. **Física Moderna: para iniciados, interessados e aficionados**, v. 1, São Paulo: Livraria da Física, 2005.
- OSTERMANN, F.; RICCI, T. Construindo uma unidade didática conceitual sobre Mecânica Quântica: um estudo na formação de professores de Física. **Ciência & Educação**. v. 11, n. 2, p. 235-258, mai. 2004.

PAULO, I.J.C. **A aprendizagem significativa crítica de conceitos de mecânica quântica segundo a interpretação de Copenhague e o problema da diversidade de propostas de inserção de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio**. 235 f. Tese (Doutorado em Enseñanza de las Ciencias) – Departamento de didáticas específicas – Universidade de Burgos, Burgos, Espanha. 2006.

PEREIRA, A.P., OSTERMANN, F. Sobre o ensino de Física Moderna e Contemporânea: uma revisão bibliográfica da produção acadêmica recente. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n° 3, p. 393-420, 2009.

ROSA, M. I. F. P.; SCHNETZLER, R. P. A Investigação-Ação na Formação Continuada de Professores de Ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 1, p. 27-39, jun. 2003.

SANCHES, M. B., **A Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: Qual sua presença em sala de aula?** 108 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná. 2006

VILELA-RIBEIRO, E.B.; BENITES, A. M. C. Concepções sobre a natureza das ciências e o ensino de ciências: um estudo das interações discursivas em um Núcleo de Pesquisas em Ensino de Ciências, **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, vol. 9, n° 1, 2009.

APÊNDICES

Apêndice A

A expressão $E=mc^2$ estabelece uma equivalência entre *massa* e *energia*, e é talvez o resultado mais revolucionário da teoria da relatividade. Ela simplesmente no diz que massa pode se convertida em energia e vice-versa. [...], esta equivalência é verificada em processos de desintegração nuclear (OLIVEIRA, 2005, p. 66).

Sabemos, com base na teoria da relatividade, que matéria representa enormes reservatórios de energia e que energia representa matéria. Não podemos desse modo, distinguir entre matéria e campo, porquanto a distinção entre massa e energia não é qualitativa. Folgadoamente, a maior parte da energia está concentrada na matéria; mas o campo que circunda a partícula também representa energia, embora em quantidade incomparavelmente menor. Poderíamos, portanto, dizer: matéria é onde a concentração de energia é grande, e campo onde a concentração de energia é pequena. Mas se esse for o caso, então a diferença entre matéria e energia é mais quantitativa do que qualitativa. Não há sentido algum em se considerar matéria e energia como duas qualidades muito diferentes uma da outra. Não podemos imaginar uma superfície definida separando distintamente campo e matéria (EINSTEIN; INFELD, 2008, p.201).

Apêndice B

Suponha que um observador meça dois eventos, que vamos chamar de evento 1 e evento 2 (como por exemplo a passagem de um avião e o espirro de uma pessoa). O nosso senso comum nos diz que se os eventos ocorrem ao mesmo tempo para um observador sentado no banco de um jardim, ou seja, se eles são simultâneos, também

o serão para alguém, por exemplo, passando em um ônibus. Acontece que simultaneidade também é um conceito relativo. Ou seja, se o observador sentado no banco observa o evento 1 e o evento 2 ocorrerem ao mesmo tempo, o observador em movimento pode chegar à conclusão, por exemplo, de que a pessoa espirrou antes de o avião passar! (OLIVEIRA, 2005, p. 59).

Apêndice C

A Teoria da Relatividade é baseada sobre dois postulados fundamentais:

- 1) Perante as leis da física, todos os sistemas inerciais são equivalentes;
- 2) A velocidade da luz é a mesma em qualquer sistema inercial.

Como consequência desses postulados, as noções de espaço e tempo absolutos introduzidas na mecânica clássica tiveram que ser abandonadas. Na relatividade, intervalos de tempo e distâncias dependem do estado de movimento dos observados. Quando um observador se encontra em movimento [próximo a velocidade da luz], o tempo para ele é dilatado em relação a um observador parado, e o espaço é encolhido na direção do movimento (OLIVEIRA, 2005, p. 70).

Apêndice D

Em relatividade existem duas massas: a de repouso e a relativística. Obviamente para $v \neq 0$, m e m' serão diferentes. É preciso ter cuidado nesse ponto: o fenômeno de aumento da massa relativista é um efeito dinâmico, e que não significa que a quantidade de matéria do objeto esteja aumentando. Trata-se de um aumento da inércia do objeto. Ou seja, quanto mais próxima da velocidade da luz for a velocidade de um objeto, mais difícil se torna aumentá-la (OLIVEIRA, 2005, p. 64-5).

Um corpo em repouso tem uma massa definida, chamada *massa de repouso*. Sabemos, da mecânica, que todo corpo resiste a uma alteração em seu movimento; a resistência será tanto maior quanto maior for a massa, e tanto menor quanto menor for a massa. Mas, na teoria da relatividade, temos algo mais. Não apenas um corpo resiste mais fortemente a uma alteração se a massa for maior, mas também se sua velocidade for maior. Os corpos com velocidades que se aproximem da velocidade da luz ofereceriam resistência muito grande a forças externas. Em mecânica clássica, a resistência de um determinado corpo era algo inalterável, caracterizado somente por sua massa. Em teoria da relatividade, depende ao mesmo tempo da massa de repouso e da velocidade. A resistência se torna infinitamente grande quando a velocidade se aproxima da velocidade da luz (EINSTEIN; INFELD, 2008, p.164).

Submetido em outubro de 2011, aceito em dezembro de 2012.