

Tópicos de Cosmologia no Ensino Médio: uma abordagem a partir de atividades investigativas

Cosmology of topics in high school: an approach from investigative activities

Ádila Motta Leite Seferin

CEUNES/UFES e IFES – Nova Venécia
adila.mottaleite@gmail.com

Flávio Gimenes Alvarenga

CEUNES/UFES
flavio.alvarenga@ufes.br

Rosa Maria Ambrózio

Colégio Estadual/ SEDU
rosa.fisica@gmail.com

Resumo

O trabalho teve como objetivo investigar como uma intervenção educacional organizada em três atividades investigativas sobre tópicos de Cosmologia pode favorecer a asserção de conhecimento acerca da Física Moderna e Contemporânea pelos estudantes. A abordagem adotada nas aulas baseou-se na perspectiva do ensino por investigação, buscando colocar o aluno como protagonista em seu processo de aprendizagem. A partir da observação dos dados produzidos ao longo da intervenção, foi possível constatar de forma geral que houve maior envolvimento dos estudantes e uma evolução na qualidade das respostas, no que se refere à dimensão conceitual.

Palavras chave: ensino por investigação, cosmologia, física moderna.

Abstract

The study aimed to investigate how an educational intervention organized into three investigative activities about Cosmology topics may favor the assertion of knowledge of modern and contemporary physics by the students. The approach adopted in class was based on the teaching perspective for investigation, seeking to place the student as the protagonist in the learning process. From the observation of the data produced during the intervention, it was possible established that there was generally greater involvement of students and an evolution in the quality of responses, with regard to the conceptual dimension.

Key words: cosmology, teaching by investigation, modern physics.

Introdução

Com os avanços científicos e tecnológicos desencadeados até os dias atuais, a Física Moderna e Contemporânea (FMC) tem despertado cada vez mais a curiosidade dos jovens da atualidade e segundo Kantor et al. (2010), os conhecimentos acerca desse assunto são fundamentais para a compreensão e melhoramento da sociedade em que vivem. A Cosmologia, por discutir a estrutura, evolução e composição do Universo e enfatizar em seus estudos as teorias da FMC, traz de forma unificadora um cenário ideal para a discussão do micro ao macro cosmos, do início – se houver um – ao fim de todo o mundo físico, envolvendo conceitos associados à radiação, física de partículas, espectroscopia e relatividade.

As Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+), ao abordar o currículo de Física, afirma ser indispensável uma compreensão de natureza cosmológica, que permita ao jovem refletir sobre sua presença e seu “lugar” na história do universo, tanto no tempo como no espaço, do ponto de vista da ciência. Prevê ainda a necessidade de se conhecer as teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, além das formas atuais para sua investigação e os limites de seus resultados, no sentido de ampliar sua visão de mundo (BRASIL, 2002). Contudo, mesmo sendo previsto nos PCN+, o ensino destes conteúdos no Ensino Médio não tem acompanhado esse desenvolvimento de forma satisfatória, sendo muitas vezes ignorados no discurso e prática do professor.

O ensino de Física, assim como o de todos os outros componentes curriculares da educação básica, deve ser conduzido de forma que remeta o estudante a uma reflexão acerca dos acontecimentos de seu cotidiano. Para tanto, a perspectiva do ensino por investigação propõe uma mediação de qualidade, que potencializa uma postura menos passiva do aluno nas aulas, diferente do que costuma ser observado em aulas meramente expositivas e o torna também responsável pelo processo de aprendizagem, uma vez que ele terá que analisar situações, discutir, explicar fatos sobre as hipóteses envolvidas na solução de um problema, que pode ou não estar associado a um experimento, simulação computacional ou uma simples questão de lápis e papel. (AZEVEDO, 2004)

As atividades investigativas partem da proposição de questões problematizadoras, com o objetivo de abrir para os estudantes a possibilidade de reflexão e debate em torno de suas ideias relacionadas ao objeto de estudo, oportunizando ao estudante a proximidade com os embates das diferentes experiências e possibilidades sobre o assunto. Neste processo, o professor assume o importante papel de mediador entre os conhecimentos prévios e o conhecimento científico escolar, com o objetivo de promover um novo significado para esses conhecimentos por meio da colaboração nos debates e de intervenções para que a coerência das ideias dos seus alunos seja mantida. (AZEVEDO, 2004)

Nesse sentido, considerando a necessidade de maior inserção da discussão de tópicos da FMC no ensino médio, bem como a busca por novas perspectivas de ensino para uma prática docente que conduza os estudantes a uma aprendizagem mais eficiente, a presente pesquisa se baseia no entendimento de como uma intervenção educacional para inserção de tópicos de Cosmologia no Ensino Médio, sustentada por uma organização metodológica com foco nas atividades investigativas em sala de aula, pode favorecer a asserção de conhecimento pelos estudantes.

Metodologia

Neste trabalho optou-se pela pesquisa qualitativa de caráter colaborativo, no sentido de que, mais do que descrever o processo e a cultura escolar, cabe ao pesquisador colaborativo inserir-se no processo de construção dessa cultura, aproximando-se de pessoas, situações, locais e eventos típicos do local de pesquisa (LIBERALI, 2004). A perspectiva inicial é de que através de uma sequência didática com enfoque nas atividades investigativas, tópicos de Cosmologia sejam inseridos no currículo de física do Ensino médio como prevê os PCN+, uma vez que tal discussão não ocorre, considerando o currículo de física praticado na maioria das escolas.

A intervenção foi realizada em uma escola da rede estadual do município de Vitória e envolveu cinco turmas da segunda série do Ensino Médio do turno vespertino, tendo como participantes a professora destas turmas e um total de 134 alunos. As aulas da sequência didática foram propostas pela pesquisadora, discutidas e construídas em parceria com a professora regente das turmas, considerando as características e peculiaridades de cada turma e da escola. O desenvolvimento das atividades investigativas se deu de forma coletiva com a divisão dos alunos de cada turma em cinco grupos de cinco ou seis integrantes.

Considerando que a efetividade de uma estratégia de ensino apenas é confirmada se os sujeitos envolvidos no processo forem submetidos a alguma forma de avaliação e tendo consciência que a proposta do ensino por investigação trás a necessidade da utilização de diferentes formas de avaliação que se ajustem às particularidades desta perspectiva de ensino, em conformidade com Azevedo (2004) e Pozo e Gómez Crespo (2009), optamos por adotar o uso dos planos de investigação produzidos na atividade de laboratório aberto e as respostas apresentadas pelos estudantes aos problemas abertos e às questões abertas propostos como condutos para tal avaliação. As atividades investigativas propostas na intervenção foram concebidas ao longo do processo e dentre as diferentes possibilidades optamos por algumas atividades que envolvessem experimentos reais e outras que exigiam interpretação de textos.

Na primeira atividade investigativa, de laboratório aberto, os alunos receberam o problema e deveriam elaborar um plano de investigação, estabelecendo primariamente os objetivos e levantando as hipóteses para solucioná-lo. Em uma aula seguinte, receberam os materiais e executaram o plano elaborado, no intuito de verificar as hipóteses e estabelecer a conclusão da atividade. Nas segunda e terceira atividades investigativas, de problema aberto e questão aberta, respectivamente, os alunos deveriam analisar o problema calmamente, debater entre os integrantes do grupo e registrar as hipóteses, argumentos e possíveis soluções construídas.

Análise das Atividades Investigativas

Considerando o caráter qualitativo deste trabalho, a apresentação dos dados produzidos e a análise dos mesmos serão feitas tomando como alicerce a qualidade e a organização das respostas às atividades investigativas citadas anteriormente. Tais atividades serão tomadas como variáveis qualitativas ordinais, que segundo Triola (2008), representam dados que podem ser separados em diferentes categorias que se distinguem por alguma característica não numérica e o nível ordinal que engloba os dados pode ser organizado em alguma ordem. Neste caso existem diferenças relativas entre os valores dos dados, contudo não sabemos mensurar as magnitudes das diferenças.

Tomando como referência alguns critérios propostos por Ambrózio (2014), os planos de investigação produzidos pelos estudantes foram analisados através de uma categorização que objetivou aferir a qualidade da produção dos mesmos, bem como domínio conceitual apresentando pelos alunos de cada grupo ao executar cada uma das tarefas. Desta forma, os planos de investigação de cada grupo de alunos foram categorizados como:

- **Plano Incipiente (I)** – planos que se apresentaram de forma coerente à redação de um trabalho escolar, mas não tinham definidos claramente os objetivos da atividade e atendiam parcialmente aos requisitos do da atividade;
- **Plano Satisfatório (S)** – planos que se apresentaram de forma coerente à redação de um trabalho escolar, tinham os objetivos da atividade especificados, as hipóteses apresentadas, manipulação do experimento descrita, avaliação dos resultados obtidos e apresentação das conclusões, mas atendiam parcialmente aos requisitos do da atividade;
- **Plano Bom (B)** - planos que se apresentaram com as características do Plano Satisfatório e, além disso, indicaram as possíveis mudanças no plano inicial referentes à reformulação das hipóteses, atendendo aos requisitos propostos na atividade;

Ainda considerando a categorização proposta por Ambrózio (2014), no que tange a aprendizagem de conceitos, em todas as três atividades investigativas a análise foi feita considerando se a resposta elaborada pelos alunos para resolução das proposições estava de acordo com os conceitos físicos aceitos na comunidade acadêmica. Para essa classificação usamos três tipos de categorias para as respostas:

- **Correta (C)** – Resposta para o problema com Conceitos Físicos apresentados corretamente, mesmo que de maneira informal;
- **Parcialmente correta (P)** – Resposta para o problema com Conceitos Físicos apresentados de forma incompleta ou em partes incorreta;
- **Incorreta (I)** – Respostas para o problema apresentadas com Conceitos Físicos completamente equivocados.

Considerando tais categorias foi possível avaliar a qualidade dos planos construídos e a quantidade de grupos de alunos que se aproximaram da resposta correta considerando os conceitos científicos corretos, do ponto de vista escolar. Este trabalho se restringirá apenas à organização e apresentação dos dados obtidos, se caracterizando em primeiro momento, de acordo com Crespo (2002), por uma estatística descritiva.

Apresentação e Análise dos Resultados

Na primeira atividade investigativa de laboratório aberto, denominado “Universo Balão”, os estudantes deveriam responder a uma questão referente à representação da expansão do Universo usando materiais simples, apresentados previamente. Cada grupo desenvolveu um plano de investigação que foi analisado segundo os critérios de categorização estabelecidos anteriormente. Na tabela 1, é possível observar, de acordo com a categorização via qualidade dos planos, o desempenho dos grupos por turma.

Qualidade dos Planos de Investigação: Atividade de Laboratório Aberto - “Universo Balão”

Turmas	2V1				2V2					2V3					2V4					2V5				
Grupos	G101	G102	G103	G104	G201	G202	G203	G204	G205	G301	G302	G303	G304	G305	G401	G402	G403	G404	G405	G501	G502	G503	G504	G505
Categoria	S	I	S	I	S	B	B	B	S	S	S	S	S	I	S	B	S	B	I	I	S	S	S	S

Tabela 1 – Apresentação de qualidade dos planos de investigação da Atividade de laboratório aberto por turma

Entre os 24 grupos participantes, apenas 4 apresentaram desempenho classificado como incipiente, enquanto 14 apresentaram desempenho classificado como satisfatório e 6 apresentaram um bom desempenho. De uma forma geral, ao analisar dados exibidos na tabela 2, é possível notar que os grupos apresentaram um resultado razoável em seu desempenho, apresentando aproximadamente 58% das classificações como satisfatório.

CATEGORIA	NÚMERO DE GRUPOS	%
Incipiente	04	17
Satisfatório	14	58
Bom	06	25
TOTAL	24	100

Tabela 2 - Qualidade dos planos de investigação de Atividade de laboratório aberto “Universo Balão”

Ainda considerando a atividade de laboratório aberto, analisamos os planos dos grupos de acordo com a categorização para a dimensão conceitual, avaliando se os alunos apresentaram a solução para o problema utilizando corretamente os conceitos científicos, do ponto de vista escolar. Foram consideradas respostas corretas aquelas em que os estudantes apresentaram argumentos que evidenciaram o entendimento da necessidade de haver proporcionalidade direta entre a distância inicial dos pontos que representassem as galáxias e o afastamento entre eles ao se injetar ar para expandir o balão. Alguns grupos não deixaram claro em seus planos como seria possível obter essa diferença entre as distâncias inicial e final. Nestes casos as resoluções foram consideradas parcialmente corretas, pois apesar de saberem que deveria haver diferença entre as distâncias iniciais e finais e correlacionarem à expansão do balão à do Universo, não apareceram evidências que os mesmos sabiam o que havia proporcionalidade entre as distâncias iniciais e o afastamento entre os pontos. Já as respostas classificadas como incorretas apresentavam argumentos em sua totalidade equivocados dos conceitos físicos, do ponto de vista escolar. A tabela 3 apresenta, separados por turma, os dados da classificação feita de acordo com tais critérios;

Solução do problema: Atividade de Laboratório Aberto - “Universo Balão”																								
Turmas	2V1				2V2					2V3					2V4					2V5				
Grupos	G101	G102	G103	G104	G201	G202	G203	G204	G205	G301	G302	G303	G304	G305	G401	G402	G403	G404	G405	G501	G502	G503	G504	G505
Categoria	P	I	P	P	C	C	C	C	P	P	C	C	C	P	C	C	C	P	P	P	P	P	P	P

Tabela 3 – Classificação, segundo a dimensão conceitual, para solução da atividade de laboratório aberto.

Considerando os resultados descritos na tabela 3 podemos, de uma forma geral, afirmar que os grupos apresentaram de forma adequada a resposta para solução do problema, uma vez que apenas um grupo de uma das turmas apresentou resposta classificada como Incorreta.

As atividades investigativas de problema aberto e questão aberta foram avaliadas apenas segundo a qualidade das respostas apresentadas, utilizando o critério dos aspectos da dimensão conceitual, já apresentados anteriormente, onde foi feita a análise a partir da solução para o problema apresentada pelos grupos, utilizando seus conhecimentos científicos.

Na segunda atividade investigativa, o problema aberto denominado *Redshift*, os alunos deveriam debater em grupo e responder a duas questões, ambas associadas à expansão do

Universo. A primeira questão associava a conceitos de espectroscopia e o desvio para o vermelho das linhas espectrais (*Redshift*), problematizando o estudo da expansão do Universo a partir destes conceitos científicos. A segunda questão exigia a interpretação dos conceitos e também o uso do ferramental matemático associado, para o entendimento da proporcionalidade existente entre a velocidade de afastamento das galáxias e a distância existente entre elas, correlacionando a Lei de Hubble. Na tabela 4, apresentada abaixo, estão os dados da classificação das respostas apresentadas pelos grupos para solução dos problemas propostos nas questões 1 e 2 desta atividade;

Solução do problema da questão 01: Atividade de Problema Aberto – *Redshift*

Turmas	2V1				2V2					2V3					2V4					2V5				
Grupos	G101	G102	G103	G104	G201	G202	G203	G204	G205	G301	G302	G303	G304	G305	G401	G402	G403	G404	G405	G501	G502	G503	G504	G505
Categoria	P	P	P	P	P	P	P	C	C	P	P	C	P	P	P	C	C	P	I	P	P	P	P	C

Solução do problema da questão 02: Atividade de Problema Aberto – *Redshift*

Turmas	2V1				2V2					2V3					2V4					2V5				
Grupos	G101	G102	G103	G104	G201	G202	G203	G204	G205	G301	G302	G303	G304	G305	G401	G402	G403	G404	G405	G501	G502	G503	G504	G505
Categoria	P	I	C	C	P	C	C	P	C	C	C	I	C	C	C	C	C	I	C	x	I	x	C	x

Tabela 4 – Classificação, segundo a dimensão conceitual, para solução da atividade de problema aberto.

Devido à necessidade de maior mediação no decorrer desta atividade, ficou clara a resistência dos alunos à escrita e interpretação matemática dos fenômenos. Na turma 2V5, conforme marcado na tabela com um “X”, três dos cinco grupos não responderam à questão 2 que envolvia a representação matemática dos fenômenos associados. Contudo em uma visão ampla da atividade, dentro da perspectiva do ensino por investigação, podemos afirmar que houve um desempenho satisfatório por parte da maioria estudantes.

Na terceira atividade investigativa, a questão aberta intitulada *Big Bang*, um texto contendo algumas informações acerca dos primórdios da Evolução do Universo foi fornecido aos alunos, e com base nele e nas aulas ministradas os estudantes deveriam em grupo, refletir e debater sobre a origem e formação de tudo que existe, considerando os conceitos físicos, do ponto de vista escolar, associando a necessidade da expansão para haver o resfriamento e assim a formação das partículas elementares, que posteriormente constituiriam o que conhecemos no Universo. Abaixo, na tabela 5, estão apresentados os dados de classificação para as respostas apresentadas pelos alunos ao problema da atividade;

Solução do problema: Atividade de Questão Aberta – *Big Bang*

Turmas	2V1				2V2					2V3					2V4					2V5				
Grupos	G101	G102	G103	G104	G201	G202	G203	G204	G205	G301	G302	G303	G304	G305	G401	G402	G403	G404	G405	G501	G502	G503	G504	G505
Categoria	P	P	P	I	P	P	P	P	P	C	P	C	C	C	P	C	C	C	P	C	P	C	C	C

Tabela 5 – Classificação, segundo a dimensão conceitual, para solução da atividade de questão aberta

Nessa atividade, foi admirável o envolvimento dos alunos e a curiosidade acerca do tema durante seu desenvolvimento. A partir da tabela 5, podemos extrair de forma geral o desempenho dos grupos e afirmar que houve uma boa representação das respostas dos alunos para solução do problema, considerando mais uma vez que apenas um grupo de uma das turmas envolvidas teve a resposta classificada como incorreta.

A partir da observação da tabela 6, na qual são apresentados a frequência dos dados obtidos para as três atividades propostas, é possível afirmar que houve evolução na qualidade das respostas apresentadas pelos estudantes ao longo da intervenção, no que se refere a dimensão conceitual. Houve uma relativa diminuição das respostas classificadas como incorretas e um considerável aumento das respostas classificadas como corretas, considerando as especificidades de cada atividade.

CLASSIFICAÇÃO	Atividade 01	Atividade 02		Atividade 03
		Questão 01	Questão 02	
Incorreto	04	01	04	01
Parcialmente Correto	14	17	03	12
Correto	06	06	14	11
Branco	00	00	03	00

Tabela 6 – Visão geral das atividades investigativas segundo a dimensão conceitual.

Considerações Finais

Durante o desenvolvimento das atividades pelos alunos e através da análise do material produzido por eles ao buscarem a solução para o problema apresentado, foi possível observar como uma atividade dentro da perspectiva do Ensino por Investigação expande a oportunidade de aprendizagem no contexto escolar. A possibilidade de buscar a resposta para uma questão interessante ou mesmo a tentativa de solução de um problema permitiu aos estudantes que expusessem seus conhecimentos prévios sobre os conceitos físicos relevantes para o estudo de tópicos da Cosmologia, mais precisamente a Evolução do Universo, fato que contribuiu significativamente para a evolução dos estudantes em seu processo de aprendizagem.

De forma primária, através do presente estudo é possível vislumbrar potencialidades na adoção da perspectiva do Ensino por Investigação com o uso de atividades investigativas para abordagem dos tópicos de Cosmologia, buscando ainda mais a inserção da Física Moderna e Contemporânea no ensino médio de maneira dinâmica e contextualizada. Tal afirmação se baseia no fato de que neste tipo de atividade ocorre a valorização do debate e da argumentação entre os estudantes durante a tentativa de solução do problema proposto, tornando-os cada vez mais críticos e reflexivos, promovendo autonomia na construção de seu conhecimento para atuarem na sociedade contemporânea. Nessa perspectiva de ensino é notável a promoção da autonomia e do senso crítico nos educandos, evidenciada através da busca pela obtenção de hipóteses e da avaliação dos indícios para comprová-las ou refutá-las. Não deixando ainda de mencionar inúmeras possibilidades de interpretações que as atividades de cunho investigativo compreendem, trazendo a necessidade do professor ao final dos debates e construções dos grupos, tentar buscar o consenso para promover uma negociação de significados, conduzindo a uma construção coletiva de conhecimentos.

No Ensino por Investigação o professor se torna um negociador, que colabora com os debates e faz as intervenções necessárias, objetivando uma ressignificação dos conhecimentos envolvidos no processo de aprendizagem (AZEVEDO, 2004), sendo essencial que se assumam uma postura de educador crítico e reflexivo, criativo e inovador, que seja capaz de estabelecer processos mediacionais verdadeiramente significantes para a construção do conhecimento de seus alunos. Nesse sentido, a perspectiva do Ensino por Investigação se mostra em diversos aspectos mais interessante que a abordagem tradicionalista que tem foco na figura do professor, pois tira o aluno da posição passiva das aulas exclusivamente expositivas e torna-o participativo no processo de aprendizagem, conduzindo-o a pensar, discutir, negociar e explicar fatos sobre as hipóteses envolvidas na solução do problema investigado.

Portanto, no intuito de contribuir com a reflexão acerca da qualidade do ensino de Física praticado nas escolas e dos problemas associados à aprendizagem dos estudantes, através desta experiência esperamos incentivar os professores a discutirem temas atuais e utilizarem a Cosmologia para abordagem da FMC no ensino médio e, também adotarem a perspectiva do ensino por investigação em suas aulas, uma vez que ao tornar este processo parte integrante de suas estratégias de ensino, possivelmente estarão potencializando a produção de sentidos e a aprendizagem de seus alunos, proporcionando a eles momentos de discussões, questionamentos, pesquisa e aprendizado.

Agradecimentos e apoios

Ao Prof. Dr. Geide Rosa Coelho pelo apoio e orientações, a UFES pelo suporte financeiro.

Referências

AMBRÓZIO, R. **Uma Intervenção Educacional com Enfoque no Ensino por Investigação**: Abordando as Temáticas Termodinâmica e Óptica. 2014. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Programa de Pós Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

AZEVEDO M.C.P.S.; **Ensino por Investigação: Problematizando as atividades em sala de aula**. In: Carvalho, A.M.P. (org.), Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática, p. São Paulo: Thomson, 2004.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

BORGES, A. T.; **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências**. Caderno Brasileiro. Ensino de Física. v. 19, n.3: p.291-313, dez., 2002.

CRESPO, A. A. **Estatística Fácil**. 18ª edição. São Paulo: Ed. Saraiva, 2002.

KANTOR, C. A.; et al. **Quanta física**. Livro do Professor. São Paulo: PD, 2010.

LIBERALI F. C. **As linguagens das reflexões**. In: MAGALHÃES M. C. C. (org.). A formação do professor como um profissional crítico. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2004.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

TRIOLA, M. F.. **Introdução à Estatística**. 10ª ed., Rio de Janeiro: LTC, 2008.