



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

FÍSICA, ASTRONOMIA E A BNCC

PHYSICS, ASTRONOMY AND THE CNCB

Demison Correia Motta¹, Nathalia Mariz do Amaral².

¹ Departamento de Física (DFIS), Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO),
demison.motta@unirio.br

² Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (egressa) – MNPEF
mariz.nathalia@gmail.com

Resumo

A recente implantação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) traz novos desafios para os processos de ensino-aprendizagem no ambiente escolar e acadêmico. O texto oficial propõe unidades temáticas que devem direcionar as ações pedagógicas dos professores de Ciências no Ensino Fundamental (EF). Uma dessas unidades é denominada *Terra e Universo*, na qual se preconiza que sejam travados diálogos com os estudantes sobre temas como Evolução Estelar e Vida Humana fora da Terra. Compreendendo a multiplicidade de discursos e polifonia presentes na interpretação dos textos oficiais, é discutida qual a base conceitual de Física e Astronomia que seria necessária, para que eles possam se sentir mais seguros em sua futura prática profissional. Após a análise dos dados, reflexões a respeito da formação de professores de Ciências foram desenvolvidas à luz do que é estabelecido na BNCC.

Palavras-Chave: Ensino de Física; Astronomia; Formação de professores

Abstract

The recent implantation of the Common National Curriculum Base (CNCB) brings new challenges to the teaching-learning processes in the school and academic environment. The official text proposes thematic units that should direct the pedagogical actions of science teachers in Elementary School. One of these units is called Earth and Universe, in which is recommended to conduct dialogues about themes like Stellar Evolution and Human Life off Earth with the students. Understanding the multiplicity of speeches and polyphony existing in the interpretation of official texts, it's discussed what is the conceptual basis of Physics and Astronomy that would be necessary, in order to they feel more secure in their future professional practice. After the data analysis, reflections on the training of science teachers were developed based on what is established in the CNCB.

Keywords: Physics Teaching; Astronomy; Teachers' Formation

Introdução

O ensino de Ciências tende a sofrer profundas reformulações em virtude da entrada em vigor da BNCC. No EF, a tarefa de apresentar os conceitos iniciais de Física aos estudantes é delegada aos licenciados em Ciências Biológicas e afins. Porém, diversos estudos levam a uma conclusão quase hegemônica: a formação acadêmica inicial desses professores deixa a desejar



em relação à conceituação física que seria necessária para um exercício profissional exitoso (MOREIRA *et. al.*, 2018; SILVA; LOPES, 2020).

Esse quadro parece incompatível com algumas das exigências presentes na BNCC. Afinal, seu texto estabelece que a unidade temática Terra e Universo deve permear todo o EF e tem como objetos de estudo, entre outros, a “Vida humana fora da Terra” e “Evolução estelar”.

No primeiro deles, o caráter interdisciplinar deve necessariamente ser evocado, uma vez que esse tema envolve um ramo específico da Astrobiologia. Em geral, as possibilidades de vida estão atreladas às viagens espaciais de longa duração em ambientes de microgravidade. Desse modo, efeitos fisiológicos associados à microgravidade são relevantes: atrofia muscular e redução da fixação de cálcio nos ossos, entre outros efeitos indesejáveis. A exposição à radiação também pode ser prejudicial, assim como distúrbios oftalmológicos provenientes do acúmulo de fluidos nas regiões superiores do corpo (CLEMENT, 2011; ALECI, 2020). Todas, questões complexas que envolvem Biologia, Fisiologia, Química e Física, exibindo, portanto, caráter multidisciplinar.

Em relação à Evolução Estelar, a fusão nuclear e a nucleossíntese de elementos leves são cruciais, bem como é imperioso compreender o comportamento das estrelas quando se encontram na sequência principal que é regida pelo equilíbrio hidrostático, conforme a equação

$$\nabla_r P(r) = -\frac{Gm(r)\rho}{r^2}, \quad (1)$$

onde ρ é a densidade, $m(r)$ é a massa contida no raio r e ∇_r é o gradiente de pressão na direção radial que atua sobre a função pressão $P(r)$. Note-se que a Eq. 1 é válida apenas para simetria esférica, entre outras simplificações.

Diante desses desafios, dois aspectos devem ser considerados: a compreensão do papel desempenhado pelas ações interdisciplinares na formação inicial dos professores; a interpretação dos textos oficiais e sua implementação no âmbito escolar. Então, a reflexão aqui apresentada terá como foco a seguinte questão: A formação inicial dos futuros professores de Ciências é eficaz no sentido de prepará-los para a futura prática pedagógica diante dos temas propostos na BNCC?

Na estratégia adotada, os participantes são alunos de cursos de Licenciatura e Bacharelado em Ciências da Vida. A coleta de dados se deu a partir de respostas a um formulário e entrevistas complementares foram realizadas. Os dados refletiram a capacidade dos alunos em responder corretamente às perguntas e permitiu identificar eventuais fragilidades em sua formação inicial.

1. Fundamentação Teórica

O discurso oficial é marcado pelo estímulo à prática de ações interdisciplinares no ambiente escolar. Atualmente, soma-se a ele a BNCC em fase recente de implantação. Mas apesar de alguns desses documentos terem sido elaborados há mais de 20 anos, verifica-se que as disciplinas permanecem sendo ministradas de forma segmentada nas escolas e universidades.

Em 2003, Pietrocola, Filho e Pinheiro (2003, pág. 136) já sugerem que: “Os professores deveriam, então, ser capazes de implementar atividades de cunho interdisciplinares. Mas isto pressupõe espaço no currículo das licenciaturas para discutir, preparar, aplicar e avaliar tais atividades.” De fato, a formação acadêmica inicial dos futuros professores é marcadamente disciplinar. Com isso, não é incomum que esses professores, em seu exercício profissional, reproduzam a forma como os conteúdos lhes foram apresentados durante sua formação. Mas quando a BNCC estabelece que na unidade temática “Terra e Universo” se explore a possibilidade de vida humana fora da Terra, elementos interdisciplinares emergem de forma natural. Inclusive, esse aspecto interdisciplinar é explicitado no próprio texto ao se propor que seja estudada a “viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida,



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

nas características dos planetas e nas distâncias e nos tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares” (BNCC, 2018). Há, portanto, a exigência de que sejam construídas pontes entre diferentes áreas pela superposição de conceitos provenientes delas.

Na mesma unidade temática, é proposto o estudo do “ciclo evolutivo do Sol (nascimento, vida e morte) baseado no conhecimento das etapas de evolução de estrelas de diferentes dimensões e os efeitos desse processo no nosso planeta” (BNCC, 2018). Neste caso, as possibilidades são multifacetadas, pois os documentos oficiais são interpretados por profissionais da educação em diferentes contextos. A multiplicidade de interpretações impulsiona processos de coautoria conforme a perspectiva de Bakhtin. Portanto, polissemia e polifonia são elementos sempre presentes na interpretação. Afinal, “as pessoas não trocam orações, assim como não trocam palavras (...), trocam enunciados” (BAKHTIN, 1992, pág. 298). Logo, aquele que não experimenta certas esferas da atividade humana pode ter dificuldades de dominar um sólido repertório de ações, pois a aprendizagem se dá a partir de diálogos com novos enunciados.

Em suma, a concepção dialógica entre textos oficiais e professores é o ponto central daquilo que se quer implementar, de modo que os processos de ensino-aprendizagem assumem caráter polifônico, composto por vozes que afloram em função do contexto sócio-histórico daquele que lê.

Sendo assim, nesse momento é necessário destacar que o trabalho de pesquisa aqui em voga, sugere um retrato, geográfica e socialmente demarcado, relacionado à realidade específica de uma universidade federal do sudeste do país.

Há, ainda, alguma polissemia em relação ao estudo da Evolução Estelar, uma vez que pode ser estudada apenas em termos físicos, mas que também permite a abordar mudanças climáticas, efeitos biológicos provenientes da radiação, ou mesmo a persistência da vida humana na Terra.

2. Métodos e Materiais

Nessa pesquisa, o grupo de participantes foi formado por estudantes do Ensino Superior da área das Ciências da Vida. Esta escolha se justifica porque os licenciados dessa área são aqueles que ministram Ciências no EF e, segundo a legislação, devem “atuar multi e interdisciplinarmente, interagindo com diferentes especialidades e diversos profissionais, de modo a estar preparado a contínua mudança do mundo produtivo” (BRASIL, 2001).

Participaram 26 alunos, distribuídos em 3 turmas das disciplinas: Física para o Ensino de Ciências (obrigatória para licenciatura) e Introdução à Cosmologia (disciplina optativa). Do total de participantes, 21 são de cursos de licenciatura e os demais cursam bacharelados. Estes foram incluídos, uma vez que não é raro que complementem sua formação acadêmica em licenciatura.

No laboratório de informática todos foram informados a respeito da atividade: preenchimento de um formulário com 12 perguntas que tratavam de temas inseridos na Unidade Temática “Terra e Universo” da BNCC. Após os esclarecimentos, eles acessaram o link do formulário para envio ao final da atividade. Foi recomendado que não deveriam consultar sites de busca – solicitação que foi plenamente atendida, conforme verificado pelos professores presentes.

Os participantes informaram: curso de graduação, período acadêmico e um código de identificação. As perguntas englobavam, predominantemente, questões sobre: “Vida humana fora da Terra” e “Evolução estelar”. Algumas questões eram abertas e outras de múltipla escolha.

Após uma análise preliminar dos dados, os participantes foram entrevistados no sentido de esclarecer pontos que nos chamaram atenção e que serão mencionados em seguida.



3. Resultados e Discussões

A análise dos dados apresentados se deu pela comparação das respostas dos participantes em relação às respostas esperadas, sendo que, inicialmente, as perguntas abertas lidavam com as possibilidades de se encontrar ambientes favoráveis aos seres humanos dentro dos limites do Sistema Solar. Também se investigava quais fatores poderiam dificultar a busca por locais ambientalmente amigáveis. Como esperado, os alunos participantes destacaram que composição da atmosfera, existência de água e temperatura seriam relevantes.

Em outra questão aberta, os alunos foram orientados a indicar quais seriam os efeitos fisiológicos provenientes da longa exposição a situações de microgravidade.

As respostas evidenciaram que mais de 50% dos alunos discorreu corretamente a respeito dos efeitos fisiológicos da microgravidade compatíveis com a literatura (CLEMENT, 2011). Foram apontados: problemas circulatórios, atrofia muscular e perda de massa óssea. Porém, nenhum dos participantes apontou os distúrbios oftalmológicos como sendo uma resposta fisiológica em virtude do acúmulo de fluidos nas regiões superiores do corpo.

Esse bom resultado não é exatamente uma surpresa, pois esses estudantes têm significativa carga horária de disciplinas das ciências da vida. Por outro lado, a realidade na futura prática profissional se distancia desse cenário favorável. Afinal, estudantes do EF, cuja faixa etária é de 11 a 14 anos, não se encontram preparados para compreender conceitos de Biofísica, Fisiologia e outros mais complexos – necessários para se argumentar com profundidade a respeito do tema. Até mesmo a influência da microgravidade sobre as articulações – interferindo na altura dos indivíduos – pode ser de difícil compreensão neste nível de ensino. Com isso, ainda que o professor tenha sólida formação acadêmica, pode ser uma árdua tarefa discutir no EF a possibilidade de vida humana fora do nosso planeta.

Nessa linha, cabe destacar um problema relacionado ao texto registrado na BNCC. Há a proposta de “selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra (...) em viagens interplanetárias e interestelares” (BNCC, 2018). Ora, em que medida a discussão sobre viagens interestelares se insere numa perspectiva científica? Afinal, a estrela mais próxima do Sol se encontra a cerca de 4 anos-luz de distância e como os objetos mais rápidos produzidos pela humanidade não chegam a alcançar 1 milhão de km/h, uma viagem até essa estrela levaria milhões de anos. Logo, a proposta expressa na BNCC a respeito de viagens interestelares, se aproxima da ficção científica e não da ciência real.

Também foi perguntado aos estudantes quais processos físicos estão envolvidos na formação estelar. Esperava-se que eles mencionassem a fusão nuclear, mas esta expectativa não se cumpriu. Apenas um dos participantes fez esse registro. No entanto, quando indagados em outra questão sobre qual processo físico seria responsável pela energia proveniente do Sol, cerca de 40% dos estudantes citaram a fusão nuclear. Não pode ser descartado que eles entendam que o Sol realiza fusão nuclear, mas que esse entendimento não é estendido para outras estrelas. Essa possibilidade será examinada posteriormente.

Em contrapartida, a mera associação entre formação estelar e fusão nuclear não é, em si, elucidadora. Aqui, recorreremos a uma entrevista de Feynman realizada em 1981. Ele diz: “Você pode saber o nome de um pássaro em várias línguas, mas, ainda assim, não saber nada sobre ele.” Contextualizando, poderíamos afirmar que compreender os princípios físicos que envolvem processos de fusão nuclear é que, de fato, se faz necessário aos futuros professores de Ciências.

Nesse sentido, os processos de fusão nuclear que ocorrem no interior das estrelas foram desvelados por Bethe, em 1939. Para que ocorra a fusão, é necessário que seja vencida a barreira coulombiana que pode ser expressa pelo potencial



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

$$V = K \frac{Z_1 Z_2}{R} e^2 \quad (2)$$

onde Z_1 e Z_2 são os números atômicos dos componentes da reação nuclear e R é a distância de separação entre eles.

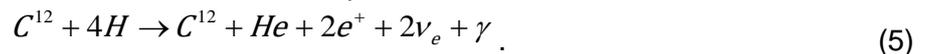
De acordo com os atuais dados observacionais, a temperatura no interior do Sol é da ordem de $15 \cdot 10^6$ K e nessa temperatura, o ciclo próton-próton é dominante (BETHE, 1939). Esse ciclo se caracteriza pela ocorrência da seguinte reação



Uma vez que a massa final da reação é menor do que a massa inicial, fica caracterizada a transformação dessa diferença de massa em energia que pode ser calculada pela equação

$$E = \Delta mc^2 \quad (4)$$

Diante do exposto, é possível concluir que esses processos de transformação devem ser estudados com maior profundidade em cursos de licenciatura, pois envolvem conceitos distantes da física clássica. Inclusive, cabe ressaltar que outras reações nucleares também são viáveis no interior de estrelas, conforme a temperatura do seu núcleo. Para estrelas cujo núcleo tenha temperaturas da ordem de $20 \cdot 10^6$ K o ciclo do carbono predomina:



Tal informação pode permitir que os futuros professores sejam capazes de inferir que os processos de fusão nuclear ocorrem em todas as estrelas ativas.

Mas a evolução estelar vai além da sequência principal, pois, conforme sua massa, a estrela pode evoluir de diferentes formas. Logo, nos parece que o texto oficial ao propor “analisar o ciclo evolutivo do Sol (nascimento, vida e morte) baseado no conhecimento das etapas de evolução de estrelas de diferentes dimensões e os efeitos desse processo no nosso planeta” extrapola o conhecimento adquirido pelos futuros professores em sua graduação. Além disso, parece usar termo impróprio ao se referir às dimensões das estrelas e não às suas massas. Enfim, considerando a abordagem desse tema no EF, pode ser utópico considerar que esses estudantes tenham a maturidade conceitual necessária para se apropriarem desses princípios.

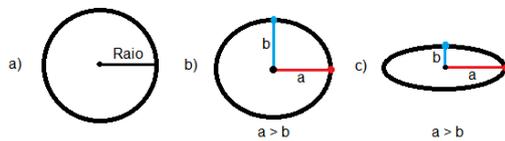
Há, ainda, menção à “morte” do Sol. Este passará pela fase de gigante vermelha até apresentar apenas atividade residual ao alcançar o estágio de anã branca daqui a 4,5 bilhões de anos, quando terá uma densidade de cerca de 2 bilhões de kg/m^3 . Cabe então perguntar: Qual o significado que essa fase final da vida do Sol pode representar para estudantes de nível fundamental? Nesse caso, novos esforços de pesquisa devem ser adotados junto a esses alunos.

Durante a realização da pesquisa, um achado foi identificado e ainda que não faça diretamente parte do escopo dessa reflexão, nos parece recomendável apresentá-lo.

Numa das questões objetivas, foi solicitado que os estudantes escolhessem a alternativa que melhor representava as órbitas planetárias ao redor do Sol, de acordo com as leis de Kepler. Abaixo estão apresentadas as alternativas da questão (Figura 1) e as respostas (Gráfico 1):

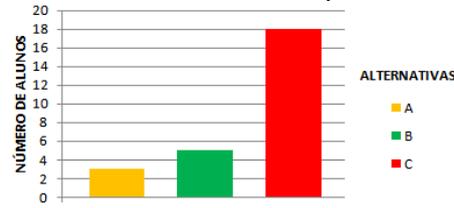


Figura 1 – Alternativas das órbitas planetárias



Fonte: elaboração própria (2022).

Gráfico 1 – Respostas obtidas



Fonte: elaboração própria (2022).

Segundo as leis de Kepler, os planetas orbitam o Sol cumprindo trajetórias elípticas de baixa excentricidade nas quais o Sol ocupa um dos focos. A questão apresentava três alternativas, conforme a Figura 1. A primeira delas representa um círculo, enquanto que as alternativas (b) e (c) apresentavam elipses de baixa e alta excentricidade.

Apenas 19,2% dos alunos acertaram a questão, enquanto que 69,2% optaram pela alternativa (c). Ao serem questionados a respeito do que os levou a essa escolha, cerca de 80% afirmaram que fizeram associação com as ilustrações dos seus livros didáticos no Ensino Básico.

4. Considerações Finais

Essa investigação teve por objetivo avaliar alguns aspectos a respeito da formação inicial dos futuros professores de Ciências, em relação aos objetos de estudo da unidade temática Terra e Universo estabelecidos na BNCC: Vida humana fora da Terra e Evolução estelar. Esse trabalho buscou fornecer subsídios para o desenvolvimento de reflexões a respeito da viabilidade de se discutir tais objetos no EF. Ficou claro, ainda que preliminarmente, que há fortes indícios de que os licenciandos das áreas de Ciências da Vida tendem a enfrentar muitas dificuldades em sua futura prática profissional. Essas dificuldades, possivelmente estão relacionadas à baixa carga horária de Física e Astronomia em sua formação acadêmica inicial e conseqüentemente pela pouca profundidade com os conceitos e princípios físicos atrelados a essa temática são estudados durante essa formação. Porém, pelo caráter exploratório dessa investigação, há lacunas que precisam ser preenchidas em etapas posteriores. É necessário, por exemplo, ampliar o número de licenciandos participantes e investigar como a vida humana fora da Terra e a evolução estelar estão sendo tratadas na prática no âmbito escolar e como os professores interpretam o discurso oficial diante do seu contexto histórico-social.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Natally Valle e ao Professor Jaime Fernando Villas da Rocha pela colaboração durante algumas etapas dessa pesquisa.

Referências

ALECI, C. From international ophthalmology to space ophthalmology: the threats to vision on the way to Moon and Mars colonization. *Int Ophthalmol.* 40(3):775-86, 2020.

BETHE, H. A. Energy Production in Stars, *Phys. Rev.* 55, 434, 1939.

PIETROCOLA, M.; FILHO, J. P. A.; PINHEIRO, T. F.; Prática Interdisciplinar na Formação Disciplinar de Professores de Ciências. *Inv. em Ensino de Ciências*, v. 8, n. 2, p. 131-152, 2003.



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

SILVA, A. L. S.; LOPES, S. G. Licenciatura em ciências biológicas e formação de professores para o ensino de física no ensino fundamental, **Rev. bras. Ens. Ci. Tec.**, v. 13, n. 3, p. 109-125, 2020.

BAKHTIN, M. Os gêneros do discurso. In: BAKHTIN, M. **Estética da criação verbal** (p. 277–326). São Paulo, SP/Brasil: Martins Fontes, 1992.

CLEMENT, G. **Fundamentals of Space Medicine**, Ed Springer, 2nd ed., 2011.

MOREIRA, C. H.; ROCHA, G. B.; TENÓRIO, A. C.; SILVA, R. M.; ROCHA, I. C. P. A Biofísica na formação do biólogo e a opinião dos docentes formadores da área. In: **Anais do 16º Congresso Internacional de Tecnologia na Educação**, Recife, Pernambuco, 2018.

BRASIL. <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1301.pdf>, 2001.

BNCC. **Base Nacional Comum Curricular**, 2018.