



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

Yasmin Francisca dos Santos Coelho

Evolução estelar e divulgação científica: Astrofísica em palestras para o ensino básico no Litoral Norte de São Paulo

Caraguatatuba - SP
2022

YASMIN FRANCISCA DOS SANTOS COELHO

Evolução estelar e divulgação científica: Astrofísica em palestras para o ensino básico no Litoral Norte de São Paulo

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo, como requisito para a obtenção do título de graduado em licenciatura em física

Orientador: Prof^o. Dr. Ricardo Roberto Plaza Teixeira

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Serviço de Biblioteca e Documentação do IFSP Câmpus Caraguatatuba

Coelho, Yasmin Francisca dos Santos

C672e Evolução estelar e divulgação científica: Astrofísica em palestras para o ensino básico no Litoral Norte de São Paulo. / Yasmin Francisca dos Santos Coelho. -- Caraguatatuba, 2022.
28 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Roberto Plaza Teixeira.
Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) --
Instituto Federal de São Paulo, Caraguatatuba, 2022.

1. Física. 2. Astrofísica. 3. Ensino de Astronomia. 4. Aprendizagem.
5. Divulgação da ciência. I. Teixeira, Ricardo Roberto Plaza, orient.
II. Instituto Federal de São Paulo. III. Título.

CDD: 530

Ficha catalográfica elaborada por Elis Regina Alves dos Santos
Bibliotecária - CRB 8/8099

FORMULÁRIO N.º 3/2022 - CMAT-CAR/DAE-CAR/DRG/CAR/IFSP

Nome: Coelho, Yasmin Francisca dos Santos

Título: Evolução estelar e divulgação científica: Astrofísica em palestras para o ensino básico no Litoral Norte de São Paulo

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo, câmpu Caraguatatuba para a obtenção do título de graduado em Licenciatura em Física.

Aprovado em: 3, agosto de 2022

Banca Examinadora

Prof(a). Ricardo Roberto Plaza Teixeira

Instituto Federal de São Paulo - Câmpus Caraguatatuba

Julgamento: Aprovada

Prof(a). Jurandi Leão Santos

Instituto Federal de São Paulo - Câmpus Caraguatatuba

Julgamento: Aprovada

Prof(a). Nadjara dos Santos

Instituto Federal de São Paulo – Câmpus Caraguatatuba

Julgamento: Aprovada

Documento assinado eletronicamente por:

- **Ricardo Roberto Plaza Teixeira**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 05/08/2022 15:17:22.
- **Nadjara dos Santos**, PROF ENS BAS TEC TECNOLOGICO-SUBSTITUTO, em 05/08/2022 19:03:34.
- **Jurandi Leao Santos**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 07/08/2022 12:38:50.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 05/08/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifsp.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 392673

Código de Autenticação: d6cdec8477



FORMULÁRIO N.º 3/2022 - CMAT-CAR/DAE-CAR/DRG/CAR/IFSP

Dedico este trabalho a toda minha família, em especial aos meus pais - Carlos e Silvia -, a minha irmã - Carla -, aos meus avós - Ildebrando e Edenilde -, as minhas tias e tio - Silvania, Cintia e Vanderlei. Agradeço todo o apoio durante esta jornada.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de iniciar agradecendo ao meu orientador, Prof^o. Dr. Ricardo Roberto Plaza Teixeira, pelo voto de confiança em me aceitar como sua bolsista, e permitir explorar meu potencial acadêmico. Também agradeço cada “puxão de orelha” dado, pelas oportunidades de enriquecimento curricular e por me orientar desde o início do curso até meu trabalho para concluí-lo.

Devo agradecer a todos os professores que contribuíram de alguma maneira com a minha formação até aqui, obrigada pelo empenho e paciência ao compartilhar toda a bagagem de conhecimento obtida durante suas vidas, agora posso dizer que em mim há um pedaço de cada um de vocês.

Também agradeço aos meus amigos Lucas, Pedro, Romualdo e Ryan, que tornaram todas as experiências relacionadas ao curso, vividas dentro e fora do campus, mais leves e produtivas. Sem vocês eu não teria chegado até aqui.

Por fim, agradeço a toda minha família, em especial aos meus pais – Silvia e Carlos - por me incentivar e me apoiar em minhas decisões, por me darem forças e motivação para continuar, e por se orgulhar de cada passo meu. Essa conquista também é de vocês.

RESUMO

A pesquisa realizada para fomentar este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) tem como objetivo analisar a viabilidade de utilizar temas relacionados à astrofísica estelar, de maneira didática, no âmbito da educação básica. Concomitantemente a isso, visa a investigação, a partir de diferentes aspectos, de atividades de divulgação científica relacionadas ao ciclo de vida das estrelas, desde a sua fase inicial até seu momento final, sobretudo no que diz respeito à relação entre a evolução de uma estrela com a forma que a sua massa influencia neste processo. Essas ações foram realizadas no ano de 2018 e direcionadas a alunos de ensino médio e do ensino fundamental de diferentes escolas públicas localizadas em municípios do litoral norte de São Paulo, tendo como ponto de partida o campus de Caraguatatuba do Instituto Federal de São Paulo (IFSP). Os dados para análise foram obtidos por meio de respostas dadas pelos alunos de duas dessas escolas a um questionário aplicado logo depois das apresentações acontecerem, o que permitiu avaliar os impactos educacionais dessas atividades, bem como conhecer as concepções prévias dos alunos sobre os temas abordados e as experiências deles nestes tópicos. Deste modo, tais atividades permitiram concluir que tópicos de astrofísica e de astronomia podem ser usados de modo ativo no processo de aprendizagem de áreas da disciplina de física.

Palavras-chave: astrofísica; ensino de astronomia; aprendizagem; divulgação da ciência.

ABSTRACT

The research carried out to promote this course conclusion work aims to analyze the feasibility of using themes related to stellar astrophysics, in a didactic way, in the context of basic education. Concomitantly, it aims to investigate, from different aspects, scientific dissemination activities related to the life cycle of stars, from its initial phase to its final moment, as well as the relationship between the evolution of a star and how its mass influences this process. These actions were carried out in 2018 aimed at high school and elementary school students from different public schools located in municipalities on the northern coast of the state of São Paulo, having as a starting point the Caraguatatuba campus of the Federal Institute of São Paulo (IFSP). The data for analysis were obtained through the answers given by students from two of these schools to a questionnaire applied shortly after the presentations took place, which made it possible to evaluate the educational impacts of these activities, as well as to know the students' previous conceptions about the topics covered and their experiences on these topics. In this way, such achievements allowed us to conclude that topics of astrophysics and astronomy can be used actively in the learning process of areas of the discipline of physics.

Keywords: astrophysics; astronomy teaching; learning; science outreach.

SUMÁRIO

1	Introdução e Fundamentação Teórica	08
	1.1 Astronomia e astrofísica no ensino: breve panorama histórico.	09
	1.2 Ciclo de vida das estrelas.	10
	1.3 Astrofísica estelar no ensino	13
2	Objetivos	16
	2.1 Objetivo Geral	16
	2.2 Objetivos específicos	16
3	Metodologia	17
4	Resultados e Discussão	19
5	Conclusão	28
	Referências	30
	APÊNDICE A	33

1. Introdução e Fundamentação Teórica

Os temas de astronomia e astrofísica são comumente associados a conteúdos motivadores, interessantes e que despertam o desejo do público leigo em obter mais conhecimento em um sentido científico, promovendo a reflexão e o senso crítico do indivíduo no âmbito da ciência. No entanto, ao observar os recursos didáticos disponíveis no sistema de educação básica, nota-se o descaso pertinente ao desenvolvimento de tais tópicos (DIAS; RITA, 2008), tanto no material de apoio apresentado, que de acordo com Langhi e Nardi (2007) em muitas das vezes apresentam erros conceituais, bem como na formação continuada dos docentes da rede pública (GOMIDE; LONGHINI, 2011).

Na esfera educacional, a astronomia e astrofísica passaram a ser vistas como parte do conteúdo essencial ao ensino a partir de 1996, onde ocorreu a reformulação do ensino médio no Brasil, estabelecida pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), regulamentada em 1998 pelas Diretrizes do Conselho Nacional de Educação e pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2006), tendo como orientação curricular deste tema para o ensino médio que:

Confrontar-se e especular sobre os enigmas da vida e do universo é parte das preocupações frequentemente presentes entre jovens nessa faixa etária. Respondendo a esse interesse, é importante propiciar-lhes uma visão cosmológica das ciências que lhes permita situarem-se na escala de tempo do Universo, apresentando-lhes os instrumentos para acompanhar e admirar, por exemplo, as conquistas espaciais, as notícias sobre as novas descobertas do telescópio espacial Hubble, indagar sobre a origem do Universo ou o mundo fascinante das estrelas e as condições para a existência da vida como a entendemos no planeta Terra. (BRASIL, 2006, p. 78)

A importância do estudo da astronomia prevalece desde os primórdios da humanidade, onde era implicitamente contemplada a fim de compreender os fenômenos celestes, a existência humana e estabelecer relações entre o universo e a sociedade: a grandiosidade do Sol, imensidão do céu, as características da lua e os movimentos das estrelas geraram um fascínio sobre o homem que provocaram a busca por conhecimentos astronômicos durante milênios de observação destes astros, permitindo assim estabelecer modelos para o Universo e debates que influenciaram grandemente religiosos e filosóficos ao longo da História.

Por outro lado, apesar de toda a evolução científica ocasionada pelo árduo estudo realizado ao longo de milhares de anos, há descobertas na área da astrofísica que são mais

recentes: por exemplo, há cerca de 100 anos ainda não se sabia da existência de outras galáxias, além daquela (Via Láctea) em que estamos (FROÉS, 2014).

Posto esse panorama, as justificativas, portanto, para a inserção destes conteúdos no ensino são vastas, desde legislações que corroboram com essa inserção (LDBEN, 1996) até autores das áreas do ensino e da educação (DIAS; RITA, 2008).

Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo analisar as possibilidades de inserção de temas relacionados à astrofísica estelar na educação científica. Em particular, ele visa investigar, a partir de uma análise quantitativa e qualitativa dos dados obtidos no transcorrer da pesquisa, as potencialidades e os impactos das metodologias educacionais implementadas em atividades de divulgação científica sobre o ciclo de vida das estrelas, realizadas em 2018, junto a alunos do ensino fundamental e médio, bem como examinar as concepções desses mesmos alunos acerca dos temas tratados nestas ações.

Após a introdução, são sistematizados os principais conhecimentos obtidos a partir da revisão bibliográfica feita tanto sobre os conhecimentos de astrofísica consolidados atualmente acerca do ciclo de vida das estrelas, desde a sua formação até o seu destino, quanto sobre a inserção de temas de astronomia, em geral, e de astrofísica estelar, na educação básica. Na sequência é apresentada a metodologia usada tanto no planejamento e na realização das apresentações, quanto na obtenção de dados para essa pesquisa. É feita então uma análise detalhada dos dados obtidos e os resultados são discutidos. Ao término do TCC, são feitas as considerações finais, com a apresentação de algumas conclusões indicativas obtidas no âmbito desta pesquisa.

1.1 Astronomia e astrofísica no ensino: breve panorama histórico

O nosso fascínio pelos astros que contemplam o céu noturno envolve questões que ocupam o interesse das mentes humanas desde a antiguidade, o que também está relacionado ao fato de que a astronomia é uma das ciências mais antigas existentes (ORTIZ et al, 2019). O ramo da astronomia foi, desse modo, uma das primeiras formas de sistematização do conhecimento pelo ser humano. Isso pode ser verificado nas pinturas rupestres e nas placas de barro gravadas com escrita cuneiforme e encontradas na região da Mesopotâmia antiga (ROONEY, 2018).

No Brasil, a astronomia já se mostrava presente na cultura indígena antes mesmo da chegada dos portugueses. Porém, não houve o cuidado de uma percepção mais sistematizada no sentido de identificar estes conhecimentos celestes durante as expedições no período do Brasil colônia, por mais que a ação já incitasse a ampliação dos aprendizados sobre o céu do hemisfério sul (ARAÚJO, 2010). Desse modo, considera-se que os pioneiros no ensino de Astronomia no Brasil, de fato, foram os jesuítas (BRETONES, 1999).

Em 1549, ainda no Brasil, mais especificamente na Bahia, com a fundação da “escola de ler e escrever”, e, também, com a rápida evolução de ensino nos “colégios”, a astronomia não fazia parte de fato da grade curricular da época, mas os educadores que tinham conhecimento na área lecionavam no país (LANGHI; NARDI, 2009).

Em relação à educação científica, “até o início dos anos 1960 havia no Brasil um programa oficial para o ensino de ciências, estabelecido pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC)” (NASCIMENTO et al, 2010, p. 228). Em 1961, ocorreu a descentralização por parte da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) sobre questões relacionadas a medidas curriculares que estavam sob encargo do MEC, o qual, em 1965, criou Centros de Ciências em diversas regiões do Brasil, no intuito de promover a popularização da ciência, bem como a contribuição na melhoria da qualidade do ensino nessa área, o que corroborou com a disseminação da astronomia nesse ambiente (LIMA, 2018).

Nascimento *et al.* (2010) traz que, em cerca de 1980, a educação no Brasil passou a ser caracterizada como uma prática do âmbito social, a qual está relacionada intimamente com a situação política e econômica prevalente do país, local onde o ensino de ciências pode ter grande papel no sentido de contribuir com a possível transformação da sociedade. A partir da década de 90, passou a tomar força o discurso da formação de um indivíduo que exercita seu senso crítico, e nesse sentido, tendo como base esses princípios, em 1996 o Ensino de Astronomia começou a tomar forma e ser contemplado dentro do Ensino de Ciências no Brasil, onde, sob uma nova perspectiva por meio da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) desse mesmo ano e consolidada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (HOSOUME; LEITE; CARLO, 2010).

1.2 Ciclo de vida das estrelas

Para os conhecimentos acerca da estrutura e da evolução estelar serem desenvolvidos, foram necessários os trabalhos de muitos cientistas desde Galileu, o primeiro a observar os

astros do céu noturno com um telescópio em 1609 (ALBERGARIA, 2009). Foi preciso também que toda uma instrumentação adequada fosse desenvolvida para a coleta de dados e a realização de medidas que, de alguma forma, dão suporte e se tornam evidências empíricas para as teorias que se consolidaram sobre a astrofísica das estrelas.

No caso da astrofísica estelar, ela é, por excelência, um campo fortemente interdisciplinar que, para ser compreendido plenamente, necessita de conhecimentos de diferentes áreas como Mecânica Quântica, Mecânica Estatística, Relatividade, Física Nuclear, Mecânica de Fluidos, Termodinâmica e Eletromagnetismo.

Em específico, o estudo a respeito do ciclo de vida das estrelas, desde o seu “nascimento” até a sua “morte”, é um eixo temático que tem um grande potencial de atrair o interesse de muitos alunos, em parte, possivelmente, pelo fato de permitir trabalhar, como estratégia didática, com a construção de uma narrativa que envolve uma analogia com a vida de nós seres humanos, desde o nosso nascimento até a nossa morte. Em particular, a “morte” de uma estrela pode redundar em uma anã branca ou em uma estrela de nêutrons ou em um buraco negro – três tipos de objetos compactos que se diferenciam pelo “grau de compactidade” (KIPPENHAHN; WEIGERT; WEISS, 2012), conforme a massa da estrela seja cada vez maior (TYSON, 2016). Assim, a massa é o fator mais importante que afeta tanto a duração da vida de uma estrela, quanto o seu destino (SPARROW, 2018). Estrelas com massas menores que aproximadamente 8 massas solares se transformam, nas etapas finais de sua evolução, nas chamadas anãs brancas; estrelas com massas entre cerca de 8 e 50 massas solares se transformam, nas etapas finais de sua evolução, em estrelas de nêutrons; finalmente, estrelas com massas maiores a aproximadamente 50 massas solares se transformam, nas etapas finais de sua evolução, em buracos negros (BEECH, 2019). Além disso, estrelas com massas menores que aproximadamente 8% da massa do Sol, se transformam, nas etapas finais de sua evolução, em anãs marrons, que são objetos que podem ser definidos como “quase estrelas”. A influência da massa de uma estrela sobre o modo como ocorre a sua evolução, é uma evidência da importância da gravidade para a determinação do curso dos acontecimentos e das etapas do seu desenvolvimento, em particular no sentido da contração e diminuição do tamanho da estrela no final da sua “vida” (BOER; SEGGEWISS, 2008).

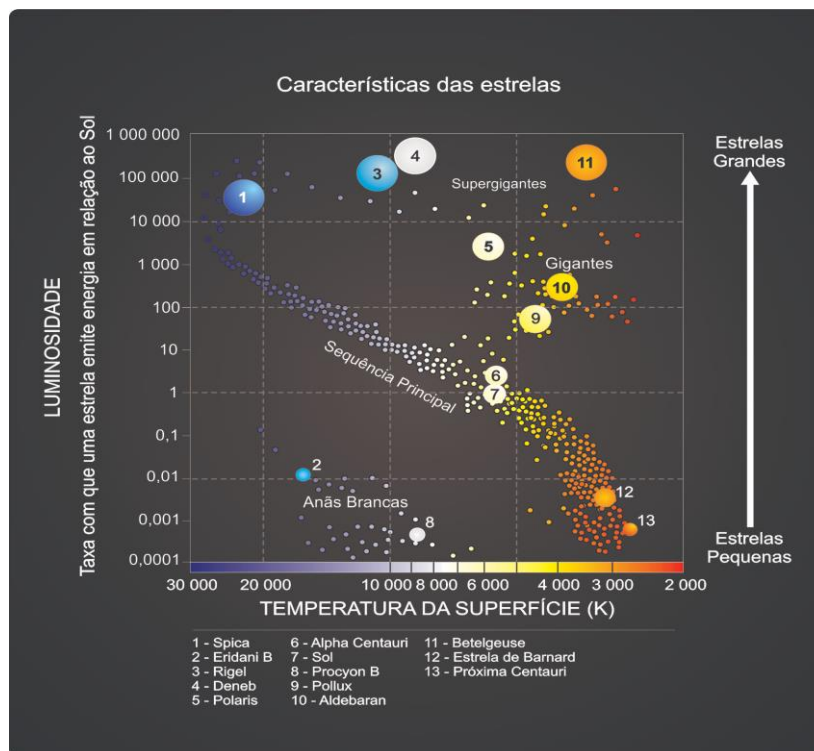
No que diz respeito ao nascimento de uma estrela, a formação estelar a partir do gás presente no meio interestelar tem sido cogitada por cientistas desde o século XVIII: uma primeira versão deste tipo de ideia foi a hipótese nebular feita por Laplace para tentar explicar

a formação do Sistema Solar (HORVATH, 2011). Hoje sabemos que as estrelas surgem a partir do colapso gravitacional de grandes nuvens interestelares de gás (SPARROW, 2018).

Na década de 1920, a astrônoma Cecilia Payne foi quem determinou que os elementos mais abundantes das estrelas (e do Sol, por decorrência) eram o Hidrogênio e o Hélio (COUPER; HENBEST, 2009). A compreensão sobre a fonte de energia das estrelas se deu em paralelo com o desenvolvimento dos primórdios da física nuclear (SPARROW, 2018). Uma obra importante nesta área foi o livro “*The internal constitution of stars*”, lançado em 1926 pelo astrônomo britânico Arthur Eddington.

O brilho (luminosidade) e a temperatura superficial são as duas características de uma estrela que os astrônomos podem medir com mais facilidade, por isso essas duas variáveis são usadas para diferenciar as estrelas entre si. Geralmente isso é feito por meio de um diagrama (Figura 1) em que na vertical é colocada a magnitude de uma estrela (que depende do logaritmo do seu brilho) e na escala horizontal é colocada a cor de uma estrela (que depende do logaritmo da sua temperatura superficial): este é o chamado Diagrama Hertzsprung-Russell (os nomes de seus criadores) ou Diagrama H-R, como é citado de modo abreviado (MEADOWS, 1987).

Figura 1 - Gráfico do diagrama HR



Fonte: Curso de astronomia e astrofísica - UFRGS

A Figura 1 traz a ilustração do gráfico do diagrama HR, imagem a qual foi retirada do curso de Astronomia e Astrofísica, oferecido pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e desenvolvido pelos professores Kepler de Souza Oliveira Filho e Maria de Fátima Oliveira Saraiva.

1.3 Astrofísica estelar no ensino

Os alunos – assim como os cidadãos do público leigo em geral – são naturalmente curiosos por conhecimentos astronômicos relacionados ao estudo do cosmos, esse é, portanto, um campo que pode ser bastante motivador para que a aprendizagem ocorra com êxito (DIAS; RITA, 2008). Nesta perspectiva, abordar tópicos de cunho cosmológico podem aproximar e desfragmentar outros conhecimentos, o que possibilita que os estudantes possam ir mais adiante em suas reflexões, onde Dias e Rita (2008) afirmam que:

Os conteúdos de Astronomia podem proporcionar aos alunos uma visão menos fragmentada do conhecimento, pensando mais adiante, esta disciplina ainda poderia atuar como integradora de conhecimentos. (DIAS; RITA, p. 56, 2008)

Paralelo a estas questões, tem-se também que os conteúdos presentes na astronomia, por muitas vezes, despertam interesse nos estudantes por estarem habituados com a presença destas informações em mídias consumidas em larga escala. Langhi e Nardi (2010) salientam que “A aprendizagem da astronomia acontece tanto na educação formal quanto nas atividades não formais, próximas da popularização da ciência” (LANGHI; NARDI, 2010, p. 22). Ou seja, a astronomia, de certa forma, está presente em nossa sociedade em algum grau. Entretanto, muitas vezes esses interesses estão rodeados de concepções prévias alternativas e/ou concepções errôneas. Basta ao professor esse papel de ressignificar tais concepções.

Materiais didáticos sobre astrofísica estelar para uso em atividades educacionais são ainda escassos tanto no Brasil, quanto no exterior, mas há uma quantidade expressiva de conteúdos e temas a esse respeito que podem ser trabalhados em sala de aula, com grande potencial em colaborar para uma formação científica mais integral dos alunos. Uma sugestão para professores, nesse contexto, é estruturar a sua própria sequência didática, articulando de modo interdisciplinar conhecimentos de física, matemática, geografia, história, química, arte e outras disciplinas que considerem mais relevantes para os seus objetivos educacionais específicos (HORVATH, 2019).

Outros autores apontam, também, para esse paralelismo. Entretanto, para Peixoto e Kleinke (2016) “a astronomia é apresentada com um forte vínculo com os conhecimentos de física, com uma menor integração com outras áreas de conhecimento.” Ou seja, ainda que muitos autores defendem e apontam para a necessidade e o potencial da integração da astronomia com outras áreas do conhecimento, não necessariamente é o que vemos nas instituições de ensino. Na direção desta integração entre as áreas do conhecimento, Langhi e Nardi (2010) afirmam que:

[...] o ensino de astronomia para o EM deve ser tratado de tal maneira, que contemple temas transversais, privilegiando, assim a interdisciplinaridade inerente à astronomia, pois, por se tratar de um assunto que desperta a curiosidade dos estudantes, esta ciência poderá ser utilizada como um fator de motivação para a construção de conhecimentos de outras disciplinas relacionadas (LANGHI; NARDI, 2010, p. 4405).

Portanto, percebe-se que os conteúdos de cunho astronômico, na dimensão do ensino, são rodeados de expectativas que, ao analisar a realidade das escolas e do ensino, se tornam frustradas. Nesse cenário o docente de física se vê incapacitado de trabalhar muitos conteúdos de astronomia. Como Dias e Rita salientam:

O professor de Física da rede pública de ensino se vê incapacitado para trabalhar tantos conteúdos com apenas duas aulas por semana, sabendo que a Física também trata de outros assuntos, não ligados à Astronomia, que também são de alta relevância para o aluno do ensino médio. (DIAS; RITA, p. 58, 2008)

Ou seja, ao mesmo tempo que se nota um potencial interdisciplinar nos conteúdos de astronomia e astrofísica, também constata-se que não há tempo hábil para essa articulação, tampouco para o enfoque no conteúdo em si.

É fundamental, no processo educacional, que se tenha uma boa noção a respeito dos conhecimentos prévios e das concepções alternativas dos alunos sobre um dado tema. Para que exista chance de sucesso no processo de aprendizagem, o professor precisa levar em consideração o fato de que o aluno não é uma tábula rasa ou uma folha em branco: por isso é necessário, de algum modo, interagir com as ideias e visões pré-existentes na mente dos alunos sobre os assuntos que serão tratados.

Uma questão que é fundamental no ensino de astronomia é a que diz respeito aos conhecimentos sobre as escalas de tamanhos e distâncias, inclusive de profundidades no âmbito cosmológico, naquilo que diz respeito especialmente às estrelas que observamos no céu noturno (LEITE; HOSOUME, 2007); o mesmo acontece com conhecimentos acerca da ordem de grandeza das massas das estrelas e de outros corpos celestes. Esses conhecimentos espaciais sobre as relações existentes no espaço tridimensional entre os diferentes objetos astronômicos são importantes para a compreensão de que, por exemplo, o Sol é uma estrela semelhante a muitas das estrelas que observamos no céu noturno, só que com o detalhe de estar muito mais perto de nós que essas outras estrelas.

No que diz respeito, por exemplo, às estrelas, há indicações de que vários alunos possuem dificuldades em elaborar um modelo de explicação sobre como elas funcionam; muitos estudantes, baseados apenas em seus sentidos, sobretudo o da visão, contrapõe a ideia de que o Sol é algo quente, enquanto as estrelas são essencialmente frias, algo que é equivocado cientificamente; poucos deles têm a noção de que as estrelas possuem um certo tempo de existência; poucos também são os alunos que têm a noção de que uma estrela é formada por uma massa de gás (IACHEL, 2011). Enfim, os conhecimentos prévios de muitos alunos sobre as estrelas partem muitas vezes apenas de aspectos meramente visuais e isso precisa ser levado em consideração quando se for trabalhar com o conhecimento científico consolidado

atualmente sobre o assunto, que está ancorado em todo um edifício conceitual e teórico construído nos últimos 400 anos, a partir da revolução científica do século XVII.

O estudo das estrelas no âmbito da física permite articular diferentes áreas desta ciência, como, por exemplo, a Mecânica, a Óptica e a Termodinâmica. Nesse sentido, a integração, em um mesmo contexto educacional, de conceitos físicos como luz e gravitação, pode provocar um progresso significativo na aprendizagem das ideias e leis da física envolvidos (VIEIRA, 2018). Este tipo de abordagem possibilita também estruturar diálogos interdisciplinares com outras disciplinas (como é o caso da química, especificamente) no estudo da síntese dos elementos químicos, que ocorre no interior das estrelas, a partir de reações de fusão nuclear. Hoje sabemos que todos os elementos mais pesados que o Hélio, são produzidos nas estrelas e são injetados no meio interestelar por processos de perda de massa e explosões. A compreensão teórica acerca da evolução estelar é um conhecimento importante, portanto, para compreender a composição química atual do universo, bem como entender como ele evoluiu desde a época do Big Bang (SALARIS; CASSISI, 2005).

Deste modo, o aprendizado acerca de temas de astronomia permite que os alunos saiam dos limites do seu cotidiano mais imediato, adquirindo assim uma perspectiva mais abrangente sobre si mesmos e ampliando a visão de mundo. O estudo do universo pode trazer também uma noção de pertencimento mais ampla: ele permite que o aluno adquira uma maior consciência tanto sobre qual é o seu lugar no cosmos, quanto sobre a História do universo. Além disso, o prazer associado à apropriação de conhecimentos de astronomia colabora para que eles ganhem significado para aqueles que aprendem (LAGO; ANDRADE; LOCATELLI, 2017).

2. Objetivos

2.1 Objetivo Geral

- Analisar a viabilidade de utilizar tópicos de astronomia e astrofísica no ensino de física na educação básica.

2.2 Objetivos Específicos

- Analisar os dados de um questionário aplicado no ano de 2018, referente a atividades de divulgação científica no âmbito da astronomia e astrofísica.

- Realizar um levantamento bibliográfico de publicações acerca das principais questões propostas para esta pesquisa.
- Verificar a viabilidade de se utilizar tópicos de astronomia e astrofísica no contexto do ensino de física na educação básica.

3. Metodologia

A elaboração das atividades de divulgação científica realizadas neste projeto buscou promover a aproximação entre a comunidade escolar e a cultura científica. Para isso, o eixo temático utilizado foi a astrofísica estelar, referindo-se não só a diversos conceitos científicos, mas também abordando a sua evolução histórica. Um dos motivos que justifica a seleção desta área de conhecimento está no fato de ser comum que questões a respeito do universo mobilizem o interesse de uma grande parcela do público mais jovem, mais especificamente de estudantes da educação básica.

Deste modo, para executar as ações planejadas, foi estruturada uma apresentação, a qual foi intitulada “O fim de uma estrela”, com o objetivo de abordar as etapas de evolução de uma estrela e os processos de nucleossíntese estelar, desde a formação delas até o estágio final, dando ênfase aos possíveis fins que as estrelas podem ter, dependendo de suas massas. A fim de dinamizar a apresentação dos conteúdos apresentados, tornando-os menos abstratos, foi realizada a exibição de ilustrações, gifs e vídeos de curta duração durante e após a exposição, no intuito de possibilitar uma melhor compreensão dos fenômenos contemplados. Todo o material foi apresentado em cerca de 20 a 30 minutos.

Esta apresentação foi realizada para diferentes escolas públicas de educação básica do litoral norte do estado de São Paulo no segundo semestre do ano de 2018, no contexto de um programa de extensão realizado no âmbito do campus de Caraguatatuba do Instituto Federal de São Paulo (IFSP), que contou com a participação dos autores desta pesquisa. Essas atividades foram organizadas tendo como ponto de partida, geralmente, o contato inicial entre os autores deste trabalho e um professor ou gestor de cada uma das escolas envolvidas. Os alunos que participaram e assistiram às atividades foram selecionados pelos seus professores tendo em vista os seus maiores interesses por temas relacionados às disciplinas das ciências naturais. A apresentação sobre astrofísica estelar, em foco nesta produção, foi feita junto com outras três apresentações de divulgação científica – por parte de outros três integrantes da mesma equipe da qual fazem parte os autores deste trabalho – sobre outros temas relacionados à física, à

astronomia e áreas afins. O tempo total destinado para as 4 apresentações, que aconteciam em sequência, foi de cerca de 2 horas. As salas de aula das escolas nas quais ocorreram estas apresentações contavam com equipamentos necessários (projektor *datashow*, computador e caixa de som) para a projeção de imagens e de vídeos. Os alunos assistiram às atividades geralmente acompanhados de um de seus professores.

Neste presente trabalho serão analisadas as atividades ocorridas em duas das escolas abrangidas por essas ações de extensão de divulgação científica; essas duas escolas foram escolhidas, porque foram aquelas que os seus professores e gestores aprovaram a realização das atividades junto a seus alunos. Ao final de cada uma das apresentações, houve a aplicação de um questionário, em uma folha de papel impressa com as questões, para posterior análise. Os resultados das respostas dadas pelos alunos às questões deste questionário serão apresentados e analisados mais à frente.

Além da aplicação do questionário, após a realização das apresentações, dados e informações sobre esses eventos foram obtidos, tanto pela observação atenta e sistemática dos detalhes transcorridos durante elas (por meio de anotações em um formulário, previamente elaborado com este objetivo), quanto pelos diálogos estabelecidos com alunos, professores e gestores das escolas envolvidas antes e depois das atividades acontecerem. Esse tipo de análise qualitativa forneceu elementos, informações e *insights* que permitiram compreender diversos aspectos da realidade envolvida, fornecendo uma ideia mais apurada do contexto em que as atividades aconteceram, assim como acerca dos seus desdobramentos e dos seus impactos.

A primeira apresentação ocorreu no período da manhã em setembro de 2018, na Escola 1, uma escola estadual de ensino médio localizada na cidade de Caraguatatuba (SP). Neste dia estiveram presentes 27 alunos de turmas do 1º ano do ensino médio. A segunda apresentação foi realizada no período da manhã em outubro de 2018, na Escola 2, uma escola municipal de ensino fundamental de São Sebastião (SP). Nesta data estavam presentes 37 alunos de turmas do 9º ano do ensino fundamental. As apresentações, em cada caso, duraram cerca de 20 a 30 minutos; a apresentação da autora deste trabalho – e que é investigada nele – abordou o tema de evolução estelar. Ao seu final eram sugeridas algumas referências bibliográficas para aqueles que desejassem conhecer e estudar mais sobre os tópicos abordados.

Todo o material da apresentação foi elaborado tendo em vista aproveitar o interesse dos alunos pelo estudo do Universo e da nossa existência no contexto cósmico para alavancar a aprendizagem em termos didáticos.

Inicialmente, a principal tarefa desta pesquisa foi fazer uma adaptação didática – para uma apresentação de divulgação científica – de tópicos avançados acerca da área da astrofísica estelar, que ao mesmo tempo fosse dinâmica e tivesse uma linguagem acessível a maioria dos alunos, mas também que estivesse bem fundamentada. Assim sendo, essa apresentação procurou conectar áreas de estudo da astrofísica com elementos da realidade do meio em que os estudantes vivem e do universo de referências culturais aos quais eles têm acesso, como, por exemplo, explicar a formação do sol a partir de uma “receita”, utilizar o modelo “casca de cebola” para explicar as camadas de fusão dos elementos em uma estrela e apontar medidas terrestres para exemplificar a grandiosidade de medidas astronômicas, inclusive usando obras de ficção científica.

Uma informação é importante para a interpretação dos resultados dessa pesquisa: a escola 2, contava com um professor de ciências que acompanhou ativamente os alunos nas apresentações realizadas e que se mostrou muito envolvido com questões relacionadas à educação científica, a ponto de ter estruturado, ao longo de vários anos, um laboratório de ciências (com equipamentos úteis para serem usados de modo experimental em áreas como física, química, biologia e também astronomia) de excelente qualidade nessa instituição, inclusive usando recursos próprios para essa tarefa. O engajamento desse professor, na empreitada de motivar ativamente o interesse de seus alunos pelas diversas áreas das ciências, se manifestou algo relevante de diferentes formas nas respostas dadas pelos alunos dessa escola ao questionário aplicado, como mostram os dados analisados mais à frente.

4. Resultados e discussão

O questionário aplicado (em folha de papel), aos alunos das escolas 1 e 2, imediatamente após as apresentações, contou com 7 (sete) questões objetivas, sobre o entendimento dos alunos em relação aos conceitos científicos trabalhados, bem como sobre seus interesses e as experiências prévias acerca desses temas. O número total de alunos que responderam essas questões foi de $N=64$, sendo $N_1=27$ estudantes na escola 1 e $N_2=37$ estudantes na escola 2.

No que se refere à distribuição dos alunos quanto ao gênero (Tabela 1), foram dispostas as alternativas “Feminino”, “Masculino” e “Outro” (para alunos que se identificarem com outro gênero). Em ambas as escolas, majoritariamente, estavam presentes alunas, sendo que na escola 1 a quantidade de alunas foi igual ao dobro da quantidade de alunos. Na escola 2 a diferença não foi tão discrepante. Este padrão de maior presença de meninas tem sido observado, de forma

constante, em quase todas as apresentações de divulgação científica realizadas nos últimos anos pelo mesmo grupo de ensino, pesquisa e extensão ao qual os autores deste trabalho estão vinculados. É importante lembrar que um dos critérios que os professores usaram na seleção dos alunos era escolher aqueles com mais interesses pelas ciências naturais, área que envolvia os temas das apresentações feitas.

Um primeiro ponto a considerar é que a partir da escolha dos professores, mais meninas demonstraram interesse acerca de temas científicos, no entanto, o cenário atual que convivemos, mostra que a diversidade é banalizada e o preconceito em relação ao gênero na carreira científica é muito comum, principalmente no campo das ciências exatas, em particular no caso de cursos de física, a presença de alunas é minoritária (GONZATTI *et al.*, 2020, p. 93).

Tabela 1 - Distribuição das porcentagens dos alunos que responderam ao questionário por gênero nas escolas 1 e 2.

Gênero	Porcentagens na escola 1	Porcentagens na escola 2
Feminino	67%	54%
Masculino	33%	43%
Outro	0%	3%
TOTAL	100 %	100 %

No que diz respeito à distribuição de idade (Tabela 2), a maioria dos alunos da escola 1 tinha 16 anos (pois era uma escola de ensino médio) e a maioria dos alunos da escola 2 tinha 14 anos (pois era uma escola de ensino fundamental).

Tabela 2 - Distribuição das porcentagens dos alunos que responderam ao questionário por idade (em anos) nas escolas 1 e 2.

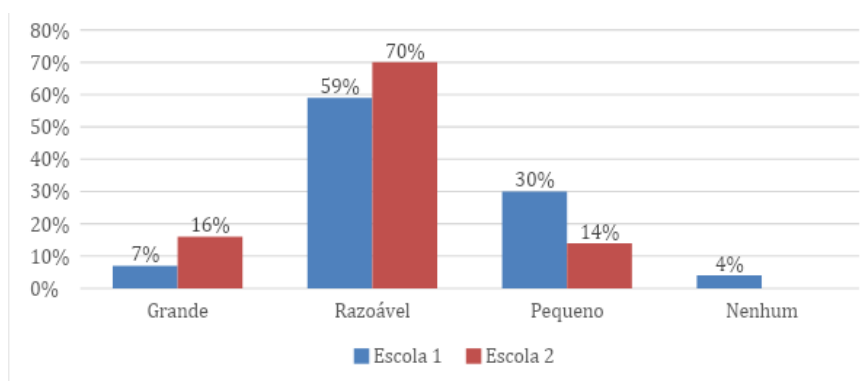
Idade em anos	Porcentagens na escola 1	Porcentagens na escola 2
14 anos	0%	68%
15 anos	22%	32%
16 anos	67%	0%
17 anos	11%	0%
TOTAL	100 %	100 %

As escolas 1 e 2 apresentavam várias diferenças: elas se situam não somente em bairros diferentes, mas também em municípios diferentes (apesar de serem vizinhos entre si); são de

níveis de ensino diferentes (médio e fundamental) e, portanto, atendem alunos de faixas etárias diferentes; pertencem a redes públicas de ensino diferentes (estadual e municipal). Portanto é importante de início ressaltar que as diferenças encontradas nas distribuições das respostas a algumas questões pelos alunos das escolas 1 e 2 podem ter várias e diferentes causas. Entretanto, as observações realizadas indicam que o intenso envolvimento do professor de ciências da escola 2 (que acompanhou seus alunos na atividade realizada), o qual demonstrou ser bastante atuante no esforço tanto de motivar os alunos para a ciência, quanto de ensinar conhecimentos científicos fundamentais no processo de aprendizagem, foi um dos prováveis fatores responsáveis pelas diferenças nas distribuições das respostas obtidas nas duas escolas, sobre as quais será discorrido abaixo.

A questão 1 do questionário (“Qual é o seu interesse por astrofísica?”) foi elaborada para investigar o grau de interesse dos alunos pela área da astrofísica, disciplina que estuda as estrelas e seu ciclo de vida, o qual foi justamente o tema da apresentação realizada nessas escolas; os alunos podiam assinalar uma de quatro alternativas (“Grande”, “Razoável”, “Pequeno” e “Nenhum”). Como mostra a Figura 2, o comportamento das respostas dadas pelos alunos das duas escolas teve algumas similaridades, pois em ambas, a maioria dos alunos respondeu assinalando a alternativa “razoável”, 59% na escola 1 e 70% na escola 2. Entretanto, na escola 2, mais alunos responderam grande (16%) que na escola 1 (7%). Além disso, na escola 1, bem mais alunos assinalaram as alternativas “pequeno” ou “nenhum” (34%) do que na escola 2 (14%).

Figura 2 - Gráfico com a distribuição das porcentagens das respostas para a questão “Qual é o seu interesse por astrofísica?” nas escolas 1 e 2.

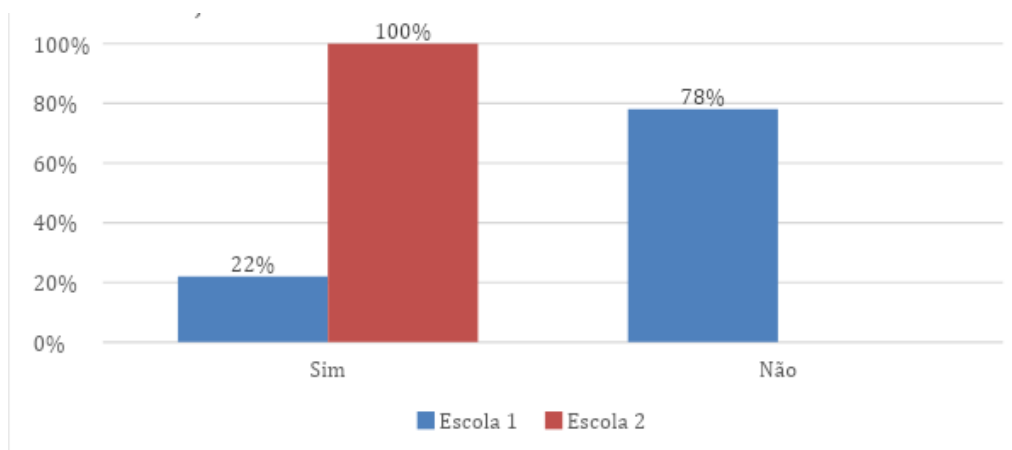


A questão 2 do questionário (“Algum professor que você teve ou tem já trabalhou com temas de astronomia em sala de aula?”) teve o objetivo de avaliar se tópicos relacionados à

astronomia já tinham sido abordados em sala de aula, sob a perspectiva dos alunos, ou seja, levando em conta a memória dos alunos a respeito disso e, indiretamente, se essa abordagem foi algo significativo para eles se lembrarem dela. Como mostra a Figura 3, nesse ponto há uma diferença muito grande entre as duas escolas: na escola 2, todos os alunos (100%) afirmaram que tópicos de astronomia já tinham sido abordados em sala de aula, enquanto na escola 1, 78% dos alunos afirmaram que isto nunca tinha acontecido antes na vida escolar deles. Para analisar as respostas, em primeiro lugar, é importante lembrar que os alunos da escola 1 estavam no ensino médio e eram, em média, cerca de 2 anos mais velhos que os alunos da escola 2, que estavam no final do ensino fundamental: isso, em tese, daria mais alguns anos aos alunos da escola 1 para terem tido em sua formação escolar aulas sobre temas de astronomia, o que não tinha acontecido, segundo as respostas deles.

Aos alunos que responderam afirmativamente, foi perguntado em que disciplina isso tinha acontecido. No caso da escola 2, todos os alunos afirmaram que tinha sido na disciplina de Ciências e, como muitos relataram verbalmente, em aulas do professor de ciências que os acompanhou na atividade. No caso, da escola 1, dos alunos que responderam afirmativamente, 2 deles afirmaram que isso tinha ocorrido em aula de ciências (enquanto estudavam no ensino fundamental) e 4 deles afirmaram que isso tinha ocorrido em aulas de física no ensino médio. O interesse bastante acentuado dos jovens pela área da astronomia poderia ser muito mais utilizado por professores de física em sala de aula, nos três anos do ensino médio, pois a astronomia é um campo de conhecimento que dialoga com diversas subáreas da física, pois, por exemplo, está relacionada ao estudo dos movimentos (mecânica e gravitação), do calor (termodinâmica) e da luz (óptica e eletromagnetismo), além de estar associada a áreas da física moderna, como a relatividade, a física nuclear e a física de partículas (HORVATH, 2019).

Figura 3 - Gráfico com a distribuição das porcentagens das respostas para a questão “Algum professor que você teve ou tem já trabalhou com temas de astronomia em sala de aula?” nas escolas 1 e 2.



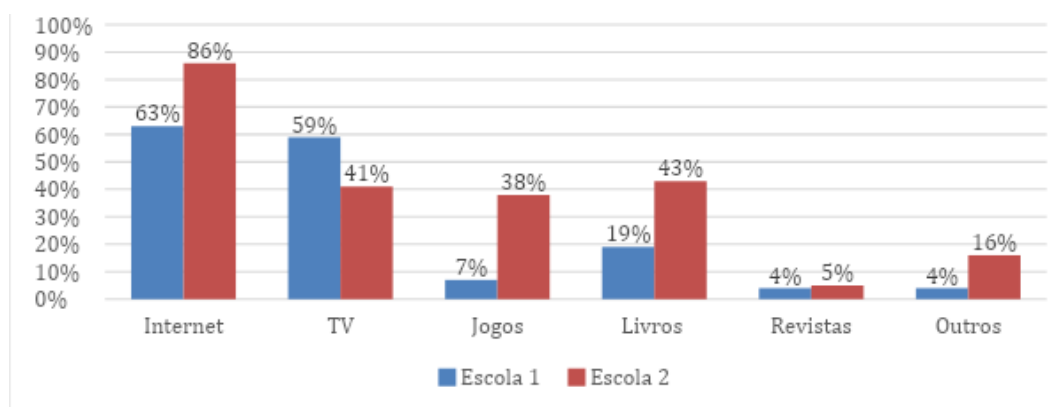
A questão 3 do questionário (“Por quais dos meios abaixo você já teve algum contato com a astrofísica?”) teve o intuito de investigar as formas pelas quais os alunos têm acesso a conhecimentos sobre astrofísica; os alunos podiam escolher uma ou mais entre seis alternativas (“Internet”, “TV”, “Jogos”, “Livros”, “Revistas” e “Outros”). Como os alunos poderiam assinalar mais de uma alternativa, as porcentagens para uma dada escola somam mais de 100%. Como mostra a Figura 4, a internet é hoje o meio mais usado pelos jovens para acessar conhecimentos de astrofísica e, provavelmente, de outras áreas do conhecimento; adicionalmente, é preciso lembrar que isso ocorreu de modo mais intenso com os alunos da escola 2. Mas, fica evidente pela distribuição das respostas que no caso dos alunos da escola 2, livros e jogos são bem mais usados para acessar conhecimento de astrofísica em relação aos alunos da escola 1, enquanto o inverso acontece com a TV, que é mais usada pelos alunos da escola 1 em relação aos alunos da escola 2. Pelas preocupações com a aprendizagem – e com o uso de diferentes estratégias para atingir esse objetivo – do professor de ciências da escola 2, o maior uso de livros pelos alunos dessa escola pode estar relacionado, pelo menos parcialmente, a iniciativas dele quanto a isso.

No que diz respeito ao uso da internet, a quase totalidade dos jovens se relaciona com ela em diversos momentos ao longo do dia, por aplicativos do celular ou pelo computador; entretanto, a capacitação e o estímulo para o uso da internet para propósitos de aprendizagem nas diversas áreas do conhecimento não têm atingido boa parte do potencial existente nesse sentido.

A soma dos percentuais das respostas dos alunos da escola 1 foi de 156%, enquanto a soma dos percentuais da escola 2 foi de 229%, o que é uma diferença bem significativa. Pelas observações feitas pelos dois autores deste trabalho durante as apresentações, neste caso, uma das principais causas para isto foi também a existência na escola 2 de um professor de ciências que nitidamente estimulava com afinco seus alunos.

Finalmente é importante pontuar também que, a partir de observações realizadas nos âmbitos das escolas, notou-se maior acesso à internet nas dependências escolares pelos alunos da escola 2, até porque a escola 1 não possuía, na época verificada, computadores ou internet disponíveis para utilização. Isso precisa ser, portanto, considerado na análise dos dados e as eventuais conclusões precisam ser ponderadas a partir desta possível influência. Tais percepções podem ser uma evidência da existência de diferenças em termos do acesso a recursos financeiros, entre os alunos das duas escolas, mas como não foi feita nenhuma pergunta no questionário para verificar o nível social e econômico das famílias dos alunos, infelizmente, este fator não pode ser verificado por essa pesquisa.

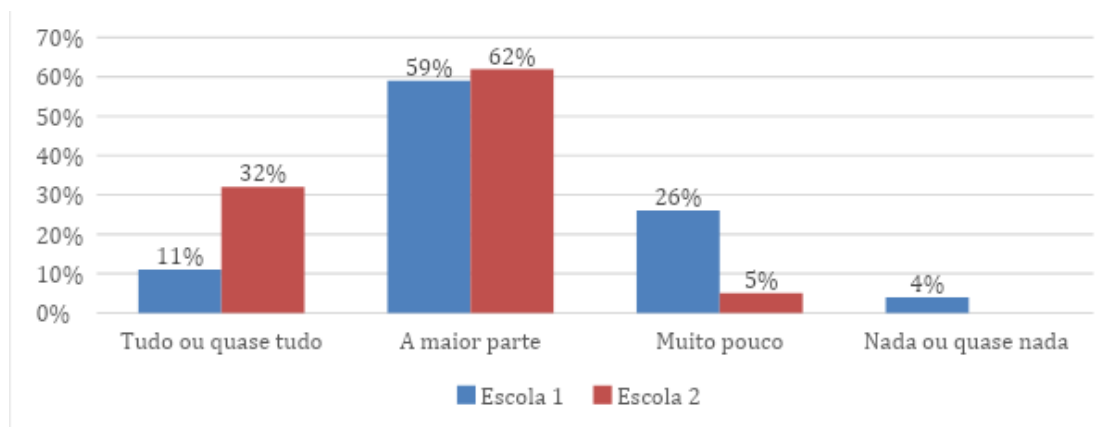
Figura 4 - Gráfico com a distribuição das porcentagens das respostas para a questão “Por quais dos meios abaixo você já teve algum contato com a astrofísica?” (era possível assinalar mais de uma alternativa) nas escolas 1 e 2.



A questão 4 do questionário ("No que diz respeito à apresentação 'O fim de uma estrela' que você assistiu, o quanto você conseguiu compreender?") objetivou avaliar qual fora a compreensão que os alunos tiveram a respeito dos temas relacionados à astrofísica estelar tratados na apresentação que eles tinham acabado de assistir; os alunos podiam assinalar uma de quatro alternativas ("tudo ou quase tudo", "a maior parte", "muito pouco" e "nada ou quase

nada”). Como mostra a Figura 5, apesar de os percentuais para a resposta “a maior parte” terem sido muito próximas nas duas escolas, os alunos da escola 2 (32%) responderam “tudo ou quase tudo” de forma bem mais intensa que os alunos da escola 1 (11%); por outro lado, os alunos da escola 1 (30%) responderam “muito pouco” ou “nada ou quase nada” de modo muito mais acentuado que os alunos da escola 2 (5%). Isso normalmente seria inesperado, pois os alunos da escola 2 ainda estavam no ensino fundamental e eram, em média, dois anos mais jovens que os alunos da escola 1: pelo menos em tese, seria esperado que os alunos da escola 2 apresentassem mais dificuldades para compreender de modo mais completo os conceitos tratados na apresentação, entretanto, o oposto aconteceu.

Figura 5 - Gráfico com a distribuição das porcentagens das respostas para a questão “No que diz respeito à apresentação 'O fim de uma estrela' que você assistiu, o quanto você conseguiu compreender?” nas escolas 1 e 2.

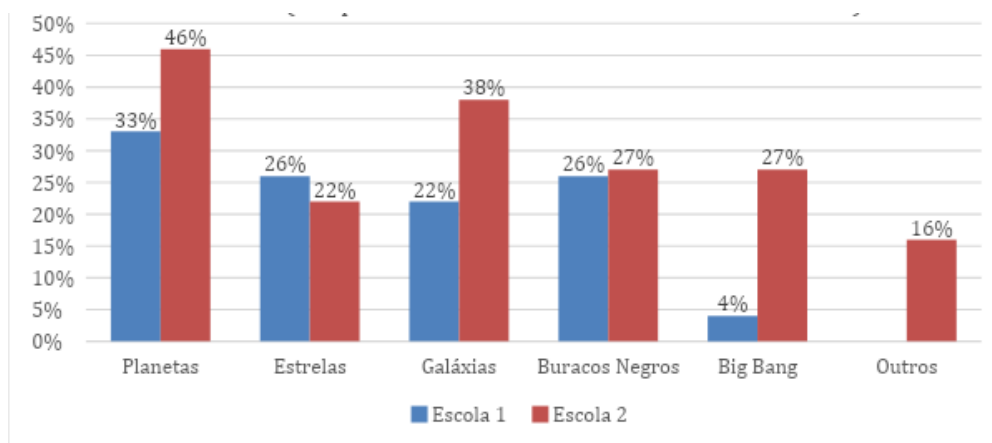


A questão 5 do questionário (“Entre as seguintes áreas do conhecimento relacionadas à astrofísica, com qual você mais se identifica?”; era possível assinalar mais de uma alternativa, como resposta) teve o objetivo de investigar interesses dos alunos por diferentes áreas da astrofísica; os alunos podiam escolher uma ou mais entre seis alternativas (“Planetas”, “Estrelas”, “Galáxias”, “Buracos Negros”, “Big Bang” e “Outros”). Novamente, como os alunos poderiam assinalar mais de uma alternativa, as porcentagens para uma dada escola somam mais de 100%. Como mostra a Figura 6, o tema com o qual os alunos mais se identificam foi sobre o estudo dos planetas, em ambas as escolas.

Foi possível perceber que, assim como no caso da terceira questão, a soma dos percentuais das respostas dos alunos da escola 1 foi de 111%, enquanto a soma dos percentuais da escola 2 foi de 176%, uma diferença bem expressiva. Isso está relacionado ao fato de que

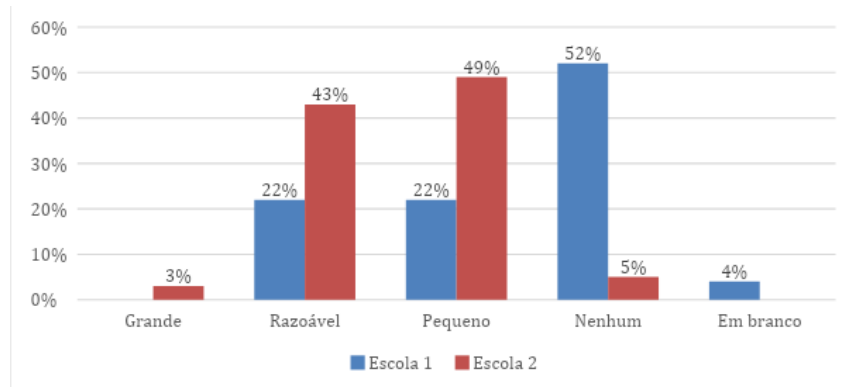
mais alunos da escola 2 assinalaram de modo mais frequente que se identificaram com dois ou mais temas da área de astrofísica, o que indica a existência de um repertório maior por conhecimentos dessa área.

Figura 6 - Gráfico com a distribuição das porcentagens das respostas para a questão “Entre as seguintes áreas do conhecimento relacionadas à astrofísica, com qual você mais se identifica?” (era possível assinalar mais de uma alternativa) nas escolas 1 e 2.



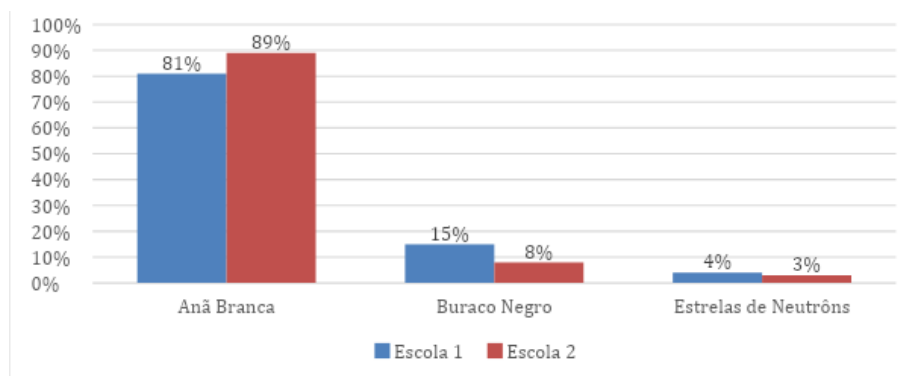
A questão 6 do questionário (“Antes de assistir a essa apresentação, qual era o seu conhecimento sobre a morte das estrelas?”) teve o propósito de avaliar qual era o nível de conhecimento prévio dos alunos acerca da área da astrofísica estelar; os alunos podiam assinalar uma de quatro alternativas (“Grande”, “Razoável”, “Pequeno” e “Nenhum”). Como mostra a Figura 7, mais da metade dos alunos (52%) da escola 1 responderam que não tinham qualquer conhecimento prévio sobre o tópico da astrofísica estelar, enquanto na escola 2 essa resposta foi dada somente por 5% dos alunos. No mesmo sentido, na escola 2, expressivos 46 % dos alunos afirmaram que possuíam um grande ou razoável conhecimento prévio sobre o tema do ciclo de vida das estrelas, enquanto na escola 1, respostas como essas só foram dadas por 22% dos alunos.

Figura 7 - Gráfico com a distribuição das porcentagens das respostas para a questão “Antes de assistir a essa apresentação, qual era o seu conhecimento sobre a morte das estrelas?” nas escolas 1 e 2.



A questão 7 do questionário (“Quando o Sol morrer, você acha que ele vai se transformar em que?”) teve o propósito de avaliar se os alunos tinham compreendido qual seria o final da evolução de uma estrela como o Sol. A apresentação destacou que estrelas com massas menores que 8 massas solares se transformam em anãs brancas quando “morrem”: é isso que ocorrerá com o Sol e com a maioria das estrelas da Via Láctea (WALL, 2019). Como mostra a Figura 8, a grande maioria dos alunos, de ambas as escolas, indicaram ter compreendido isso de modo correto em termos científicos.

Figura 8 - Gráfico com a distribuição das porcentagens das respostas para a questão “Quando o Sol morrer, você acha que ele vai se transformar em que?” nas escolas 1 e 2.



É importante destacar que estes resultados são apenas indicativos, pois essa é uma pesquisa exploratória e as amostras dos alunos que responderam o questionário não foram

obtidas por métodos estatísticos e aleatórios. Entretanto, os resultados discutidos anteriormente revelam algumas características que são importantes para a área do ensino de ciências, em geral.

5. Conclusão

A consolidação de uma vigorosa cultura científica é uma das consequências de uma educação científica de boa qualidade. Isso, com certeza, favorece o desenvolvimento científico e tecnológico das nações: é pela formação da cultura científica que os cidadãos de uma sociedade conseguem compreender a ciência e podem decidir com consciência e discernimento sobre assuntos que afetam a vida de cada um. O processo de socialização de conhecimentos que advém da realização de atividades de divulgação científica é algo, portanto, que favorece consideravelmente o ensino de ciências e, por decorrência, o desenvolvimento social e econômico (NASCIMENTO FILHO; PINTO; CAMPOS, 2019). Esse foi um dos pontos de partida que norteou a execução deste presente trabalho e, em particular, que fundamentou as atividades de divulgação científica que foram realizadas envolvendo tópicos de astrofísica estelar.

Pela análise realizada a partir das respostas dadas pelos alunos ao questionário aplicado, podem ser estabelecidas algumas conclusões de caráter preliminar, dado que as amostras foram reduzidas e não tiveram qualquer estruturação metodológica estatística em sua obtenção. Entretanto, como este é um trabalho exploratório, é importante formalizar essas conclusões provisórias, até mesmo para apontar caminhos possíveis para que novas pesquisas sejam realizadas de modo a investigar a pertinência das alegações feitas.

O interesse acentuado dos jovens pela astronomia e astrofísica pode ser usado com sucesso e de modo ativo pela disciplina de física e pelos seus professores em metodologias e abordagens implementadas em sala de aula. Isto é, é possível elaborar materiais de aprendizagem que conciliam temas relacionados ao universo e aspectos fundamentais da ciência ensinada na educação básica, de modo a contemplá-los de maneira simultânea (HORVATH, 2019).

Nas atividades, as alunas da educação básica revelaram interesse pelas ciências naturais, interesse esse que comumente esvai-se com os anos devido a maneira pela qual o gênero reflete na carreira de quem opta por seguir a área de ciências exatas, como é o caso dos cursos de graduação em Física (GONZATTI *et al.*, 2020). Como a diversidade é potencialmente um fator positivo para aperfeiçoar a qualidade e o nível de uma dada turma de alunos, é do interesse

também, não somente dos cursos de graduação de áreas das ciências exatas e tecnológicas, como também do país como um todo, que mais alunas jovens e com talento para esses campos de conhecimento passem a considerar de modo mais assertivo o ingresso nessas carreiras.

A internet tem um grande potencial para a obtenção de recursos didáticos (como jogos, vídeos e simulações) e como fonte de conhecimentos para as disciplinas das áreas das ciências naturais, potencial esse que ainda não é suficientemente bem explorado como poderia ser, tendo em vista que ela é hoje quase que universalmente acessada pelos alunos da educação básica (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003). Nesse sentido, a utilização de tais recursos em uma aula ou apresentação se mostra pertinente no intuito de o aluno realizar assimilações com seus conhecimentos prévios:

Uma vez que tanto a interatividade como a flexibilidade são necessárias para assegurar uma aprendizagem individual e ativa, as vantagens educacionais do multimídia têm sido muito defendidas. Os seus adeptos afirmam que se trata de um formato conveniente para a aprendizagem pelo nosso cérebro processar a informação por livre associação de conceitos (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003).

Um professor capacitado e que motive seus alunos para a aprendizagem de conhecimentos científicos faz muita diferença para que o processo educacional se realize de maneira satisfatória. Isso aponta para a necessidade de valorizar a carreira dos professores em geral, bem como os cursos de formação inicial (as licenciaturas) e continuada de professores, em particular em áreas científicas onde há uma grande carência de profissionais, como é o caso da área da física.

O professor de ciências encontrado na escola 2 se mostrou atuante e motivador em relação a seus estudantes, fator que pode ser interpretado como influenciador nas respostas dadas pelos alunos em diversas perguntas deste questionário: dentre as ações percebidas, foi notada a ampliação tanto do espectro de recursos usados pelos alunos para tentarem se apropriar de novos conhecimentos de astrofísica (como mostram as respostas dadas à terceira questão), quanto da diversidade de temas da área de astrofísica pelos quais os alunos passaram a ter um maior interesse. Eventuais diferenças de classes sociais entre os alunos das escolas 1 e 2 não foram objeto de perguntas do questionário e, portanto, podem também, estar influenciando nas diferenças dos padrões de respostas dados nos dois casos. Para obter dados consistentes e não apenas indicativos, seria necessário um trabalho com dados estatísticos e aleatórios, realizando uma avaliação para verificar de fato a compreensão dos alunos, e, também, um questionário socioeconômico para tecer análises válidas.

Por fim, apesar do âmbito limitado desta pesquisa, foi possível notar que a inserção de temas relacionados à astrofísica, e de modo específico, à astrofísica estelar, se mostra uma área de grande interesse por parte dos alunos da educação básica e que pode incentivá-los na busca pela ciência, de modo a elaborar novas maneiras de interpretar o universo e buscar por novos conhecimentos (FERREIRA; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2014).

Referências

- ALBERGARIA, D. O legado de Galileu para a ciência moderna. **ComCiência**, n. 112, 2009. Disponível em: <http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-76542009000800002&lng=en&nrm=iso24>. Acesso em: 10 mai. 2022.
- ARAÚJO, D. C. C. **Astronomia no Brasil**: das grandes descobertas à popularização. 2010. 57 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Universidade Católica de Brasília, Brasília-DF, 2010.
- BEECH, M. **Introducing the Stars: Formation, Structure and Evolution**. Cham, Switzerland: Springer, 2019.
- BOER, K. S. de; SEGGEWISS, W. **Stars and stellar evolution**. Les Ulis, França: EDP Science, 2008.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. PCN+, **Orientações curriculares para o Ensino Médio**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 78 p., 2006.
- BRETONES, P. S. **Disciplinas introdutórias de Astronomia nos cursos superiores do Brasil**. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, UNICAMP, 1999.
- COUPER, H; HENBEST, N. **A história da astronomia**. São Paulo: Larousse do Brasil, 2009.
- DIAS, C. A. C. M.; RITA, J. R. S. Inserção da astronomia como disciplina curricular do ensino médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, v. 6, p. 55-65, 2008. Disponível em: <<http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/121/145>>. Acessado em 13 mai. 2022.
- EDDINGTON, A. S. **The internal constitution of the stars**. Cambridge, UK: Cambridge Press, 1926.
- FERREIRA, G.; OLIVEIRA, K.; OLIVEIRA, L. Importância da astronomia nas séries iniciais do ensino fundamental. **Revista Extendere**, v. 2, n. 2, 2015.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 3, p. 259-272, 2003. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1806-11172003000300002>>. Acesso em: 30 jun. 2022.

FROÉS, A. L. D. Astronomia, astrofísica e cosmologia para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 3, 3504, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1806-11172014000300016>>.

GOMIDE, H. A.; LONGHINI, M. D. **Ensino de Astronomia: Concepções de professores em formação e em serviço**. I Simpósio Nacional de Educação em Astronomia – Rio de Janeiro - 2011

GONZATTI, S. E. M. *et al.* Meninas na ciência: problematizações sobre gênero no campo das ciências exatas. *Arquivos do Mudi*, v. 24, n. 3, p. 87-99, 2020.

HORVATH, J. E. **Fundamentos da Evolução Estelar, Supernovas e Objetos Compactos**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

HORVATH, J. E. **As estrelas na sala de aula: Uma abordagem para o ensino da Astronomia Estelar**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2019.

HOSOUME, Y.; LEITE, C.; CARLO, S. D. Ensino de Astronomia no Brasil – 1850 a 1951 – Um olhar pelo Colégio Pedro II. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte. v.12, n.02, p.189-204, 2010.

IACHEL, G. O conhecimento prévio de alunos do ensino médio sobre as estrelas. **RELEA**, n. 12, p. 7-29, 2011. Disponível em: <<https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/161>>. Acesso em: 30 mai. 2022.

KIPPENHAHN, R.; WEIGERT, A.; WEISS, A. **Stellar Structure and Evolution**. New York: Springer, 2012.

LAGO, L.; ANDRADE, R.; LOCATELLI, R. **Astronomia no ensino de ciências da natureza**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.

LANGHI, R; NARDI, R. Ensino de Astronomia: Erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24; no 1; p. 87-111; abr.2007. Disponível em <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica>>. Acesso em: 28 mai. 2022.

LEITE, C.; HOSOUME, Y. Os professores de ciências e suas formas de pensar a astronomia. **RELEA**, n. 4, p. 47-68, 2007. Disponível em: <<https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/99>>. Acesso em: 28 mai. 2022.

LIMA, A. B. S. **Astronomia no Ensino de Ciências: a construção de uma sequência didático-pedagógica a partir da análise dos livros didáticos de ciências**. 2018. [270] f., il.

Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências) – Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

MEADOWS, A. J. **Evolución Estelar**. Barcelona, Espanha: Reverté, 1987.

NASCIMENTO FILHO, C. A.; PINTO, S. L.; CAMPOS, C. R. P. A relação entre divulgação e cultura científicas: um ensaio sobre eventos de ciências. In: ROCHA, Marcelo Borges; OLIVEIRA, Roberto Dalmo V. L. de (Orgs.). **Divulgação científica: textos e contextos**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2019.

NASCIMENTO, F., et al. O Ensino de Ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, n.39, p. 225-249, 2010.

ORTIZ, A. J. *et al.* Representações sociais de alunos do final do ensino médio sobre astronomia. **RELEA**, n. 27, p. 79-91, 2019. Disponível em: <<https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/393>>. Acesso em: 23 mai. 2022.

ROONEY, A. **A História da Astronomia**. São Paulo: M.Books, 2018.

SALARIS, M.; CASSISI, S. **Evolution of Stars and Stellar Populations**. Chichester, UK: John Wiley & Sons Ltd. 2005.

SPARROW, G. **50 ideias de astronomia que você precisa conhecer**. São Paulo: Planeta, 2018.

TYSON, N. G. **Morte no buraco negro e outros dilemas cósmicos**. São Paulo: Planeta, 2016.

VIEIRA, M. B. F. **Astrofísica estelar para o ensino médio: análise de uma proposta**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Astronomia) – IAG-USP, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) da Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/14/14135/tde-07072018-124501/publico/MonicaBandecchi.pdf>>. Acesso em: 23 mai. 2022.

WALL, M. 2019. The Sun Will Turn Into a Giant Crystal Ball After It Dies. **Space.com**, Disponível em: <<https://www.space.com/42949-sun-crystal-white-dwarf-stars-lifecycle.html>>. Acesso em: 19 mai. 2022.

APÊNDICE A - Questionário aplicado após apresentações

Figura 9 - Questionário aplicado nas escolas

- Questionário - Idade: _____ anos Gênero: () Masculino () Feminino () Outro: _____
- 1) Qual é o seu interesse por astrofísica?
() Grande () Razoável () Pequeno () Nenhum
- 2) Algum professor que você teve ou tem já trabalhou com temas de astrofísica em sala de aula?
() Sim – De qual disciplina? _____ () Não
- 3) Por quais dos meios abaixo você já teve algum contato com astrofísica? (pode incluir mais de uma opção)
() Livros () Revista () Internet () TV () Jogos () Outros: _____
- 4) No que diz respeito à palestra “O fim de uma estrela” que você assistiu, você conseguiu compreender:
() Tudo ou quase tudo () A maior parte () Muito pouco () Nada ou quase nada
- 5) Entre os seguintes temas de estudo relacionados à astrofísica, com qual você mais se identifica?
() Planetas () Estrelas () Galáxias () Quasares () Nebulosas () Buracos Negros () Big Bang () Outro:
- 6) Antes de assistir a essa palestra, qual era o seu conhecimento sobre a morte das estrelas?
() Grande () Razoável () Pequeno () Nenhum
- 7) Quando o Sol morrer você acha que ele vai se transformar em:
() Anã branca () Estrela de Nêutrons () Buraco Negro
- 8) Qual você acha que é a chance ou probabilidade de no futuro você seguir uma carreira profissional na área da astronomia ou física, numa escala de 0% (SEM CHANCE NENHUMA) até 100% (COM CERTEZA): _____