

## Concepções de alunos participantes em atividades de divulgação científica sobre o ciclo de vida das estrelas

Conceptions of students participating in scientific dissemination activities on the life cycle of stars

Yasmin Francisca dos Santos Coelho  
Ricardo Roberto Plaza Teixeira

**Resumo:** Este artigo objetiva examinar as concepções de estudantes presentes em atividades de divulgação científica sobre Astrofísica Estelar. Essas ações foram realizadas em 2018 junto a alunos de ensino médio e do ensino fundamental de diferentes escolas públicas localizadas em municípios do litoral norte do estado de São Paulo, tendo como ponto de partida o campus de Caraguatatuba do Instituto Federal de São Paulo (IFSP). A sistematização dos dados obtidos a partir das respostas dadas pelos alunos de duas dessas escolas a um questionário aplicado logo depois das apresentações acontecerem, permitiu conhecer os pontos de vista e as opiniões dos alunos sobre os tópicos abordados. As ações realizadas permitiram concluir que o interesse de muitos jovens por temas de astronomia pode ser usado com sucesso e de modo ativo no processo de aprendizagem de áreas da disciplina de Física. Em particular, pode ser útil neste sentido, o estudo da evolução estelar e da dependência das diferentes etapas finais desta evolução com relação à massa das estrelas envolvidas.

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

**Abstract:** This article aims to examine the conceptions of students present in scientific dissemination activities on Stellar Astrophysics. These actions were carried out in 2018 with 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 systematization of the data obtained from the answers given by the students of two of these schools to a questionnaire applied shortly after the presentations took place, allowed us to know the points of view and the opinions of the students on the topics covered. The actions carried out allowed us to conclude that the interest of many young people in astronomy topics can be successfully and actively used in the process of learning areas of the discipline of Physics. In particular, the study of stellar evolution and the dependence of the different final stages of this evolution on the mass of the stars involved can be useful in this sense.

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

### Introdução

Este artigo tem como objetivo as concepções dos alunos acerca dos assuntos tratados em atividades de extensão de divulgação científica que tiveram como eixo temático principal a área da Astrofísica Estelar.



Após a introdução inicial, 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, em específico, na educação científica. Na sequência é apresentada a metodologia usada tanto no planejamento e na realização das apresentações, quanto para a obtenção de dados para essa pesquisa. É feita então uma análise detalhada dos dados obtidos e os resultados são discutidos. Ao término do artigo, são feitas as considerações finais, com a apresentação de algumas conclusões indicativas obtidas no âmbito dessa pesquisa.

### **Ciclo de vida das estrelas**

O nosso fascínio pelas estrelas existentes no céu noturno envolve questões que ocupam as mentes humanas desde a antiguidade, o que está também intimamente relacionado ao fato de que a astronomia é uma das Ciências mais antigas existentes (ORTIZ *et al.*, 2019). A astronomia foi, assim, uma das primeiras formas de sistematização de conhecimentos pelo ser humano com documentação feita por registros, como, por exemplo, por meio de pinturas rupestres, de instrumentos de medida astronômicos do Egito antigo e de observações gravadas em placas de barro com escrita cuneiforme encontradas na região da Mesopotâmia antiga (ROONEY, 2018).

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, deram suporte e se tornaram 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 compacidade” (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 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 Hertizspring-Russell (os nomes de seus criadores) ou Diagrama H-R, como é citado de modo abreviado (MEADOWS, 1987).

### **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.

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 desde o *Big Bang*. 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).

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 que eles estruturem 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).

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). 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.

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.

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 da Tabela Periódica, que ocorre no interior das estrelas, a partir, por exemplo, 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 interstelar por processos de perda de massa e explosões. A compreensão teórica acerca da evolução estelar é uma ferramenta fundamental, portanto, para compreender a composição química atual do universo, bem como entender como ele evoluiu desde a época do Big Bang (SALARIS; CASSISI, 2005).

### **Metodologia utilizada na realização dos eventos**

O desenvolvimento das atividades de divulgação científica realizadas no âmbito deste projeto visou a aproximação entre a comunidade escolar e a cultura científica. Para isso, a Astrofísica Estelar foi utilizada como eixo temático para a abordagem não somente de diversos conceitos científicos, mas também a respeito de como evoluíram historicamente estes conceitos ao longo do tempo. Uma das justificativas para a escolha desta área de conhecimento



está no fato de que, usualmente, questões a respeito do universo mobilizam um grande interesse por parte do público mais jovem, em especial de estudantes da educação básica.

O processo de socialização de conhecimentos que advém da realização de atividades de divulgação científica é algo 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 desse presente trabalho e, em particular, que fundamentou as atividades de divulgação científica que foram realizadas envolvendo tópicos de Astrofísica Estelar.

Deste modo, para implementar as ações planejadas, foi estruturada uma apresentação, por meio do programa PowerPoint, intitulada “O fim de uma estrela”, com o objetivo de retratar as etapas de evolução de uma estrela e os processos de nucleossíntese estelar, desde a formação delas até o estágio final e os possíveis fins que as estrelas podem ter, dependendo de suas massas. Para dinamizar a apresentação dos conteúdos apresentados, tornando-os menos abstratos, foram exibidas ilustrações, gifs e vídeos de curta duração no intuito de possibilitar uma melhor compreensão – por meio da visualização de imagens – dos fenômenos referidos.

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 deste artigo. Essas atividades foram organizadas geralmente tendo como ponto de partida o contato inicial estabelecido pelos autores deste artigo com 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 neste artigo, era feita geralmente junto com outras três apresentações de divulgação científica – por parte de outros três integrantes da mesma equipe da qual fazem parte os



autores deste artigo – sobre outros temas relacionados à Física, à Astronomia e áreas afins. O tempo total destinado para as 4 apresentações, que aconteciam em sequência, foi geralmente 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.

A primeira apresentação ocorreu na manhã de uma quarta-feira de 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 de uma quarta-feira de outubro de 2018, na Escola 2, uma escola municipal de ensino fundamental de São Sebastião (SP). Nesta data estiveram presentes 37 alunos de turmas do 9º ano do ensino fundamental. As apresentações, em cada caso, duraram cerca de 20 minutos e o arquivo PowerPoint estruturado continha 16 *slides* versando sobre temas como a forma como uma estrela como o Sol se forma e os possíveis fins das estrelas dependendo das massas que elas tenham. Ao seu final eram sugeridas algumas referências bibliográficas para aqueles que desejassem conhecer e estudar mais sobre os tópicos abordados. Durante as apresentações: foi usado o recurso didático de explicar a formação do sol a partir de uma “receita”; foi também empregada a analogia com um modelo de “casca de cebola” para explicar sobre as camadas de fusão dos elementos em uma estrela; finalmente, foram utilizadas medidas terrestres comuns para exemplificar a respeito da ordem de grandeza de medidas astronômicas, como o tamanho de uma estrela e as distâncias entre os astros.

Geralmente, temas a respeito do Universo e da nossa existência no contexto cósmico motivam muitos alunos para uma análise mais profunda acerca do mundo físico em que vivem, estimulando-os a se dedicarem a





estudos científicos sobre tópicos associados a essas questões. Os slides foram elaborados tendo em vista aproveitar este fator 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 nos conhecimentos científicos consolidados atualmente pela disciplina de Astrofísica. 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, inclusive no que diz respeito a obras de ficção científica, por exemplo.

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).

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.



## Metodologia utilizada na coleta de dados

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.

O questionário aplicado (em folha de papel), aos alunos das escolas 1 e 2, imediatamente após as apresentações sobre Astrofísica Estelar a qual eles assistiram, contou com 7 (sete) questões fechadas (com alternativas), sobre o entendimento dos alunos em relação aos conceitos científicos trabalhados, bem como sobre seus interesses e as experiências prévias acerca desses temas. Além dessas perguntas, também existiram, no início, dois campos para a identificação do perfil dos alunos no que diz respeito à idade e ao gênero. O número total de alunos que responderam estas questões foi de  $N=64$ , sendo  $N_1=27$  estudantes na escola 1 e  $N_2=37$  estudantes na escola 2.

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), feitas pelos dois autores deste artigo que estiveram presentes em todas elas, quanto pelos diálogos estabelecidos com alunos, professores e gestores das escolas envolvidas antes, durante 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.

## Perfil dos sujeitos da pesquisa

No que se refere à distribuição dos alunos quanto ao gênero (Tabela 1), 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 artigo estão vinculados.

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 os meninos, na faixa de idade da adolescência, na etapa de escolaridade do ensino médio, talvez não estejam se sentindo tão estimulados pela busca de novos conhecimentos quanto as meninas. Outro ponto a se destacar é o paradoxo de que em muitos cursos de Ciências Exatas, em particular no caso de cursos de Física, a presença de alunas é minoritária: por exemplo, em todas as cinco turmas de ingressantes do curso de Licenciatura em Física do IFSP-Caraguatatuba, entre 2017 e 2021, as alunas mulheres sempre constituíram menos que a metade dos estudantes das classes.

**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 %

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

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 %

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

## Resultados e discussão

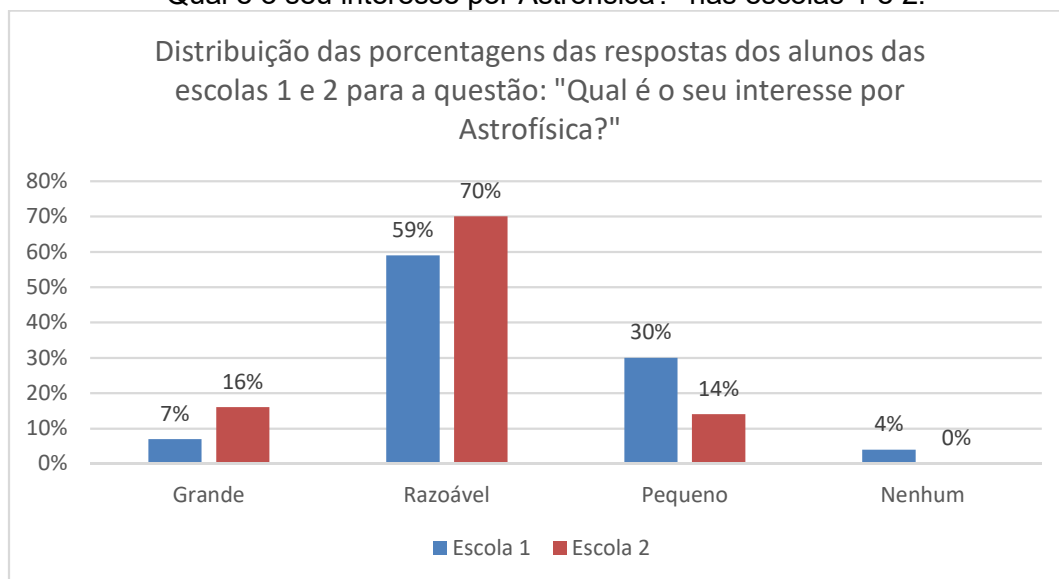
A seguir discutiremos a respeito das respostas dadas pelos alunos das escolas 1 e 2 a sete perguntas de um questionário que eles responderam (em papel, sem identificação) após o término das atividades.

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 pelos autores deste artigo, antes, durante e depois das apresentações e os diálogos estabelecidos com os alunos de ambas as instituições, indicam que o intenso envolvimento do professor de Ciências da escola 2 (que acompanhou seus alunos na atividade realizada) no processo de ensino de seus alunos, seguramente foi um dos principais fatores responsáveis pelas diferenças nas distribuições das respostas obtidas nas duas escolas.

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 1, 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 1

(14%). Como foi relatado anteriormente, a existência na escola 2 de um professor de Ciências bastante atuante no esforço tanto de motivar os alunos para a ciência, quanto de ensinar conhecimentos científicos fundamentais, parece ter influenciado as diferenças existentes no padrão de respostas das escolas 1 e 2.

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



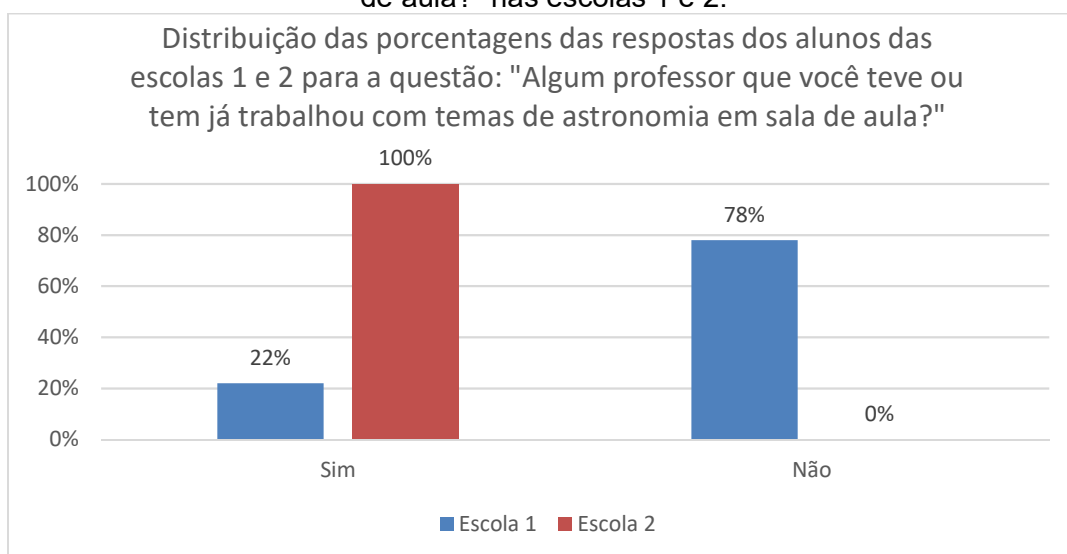
Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

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 2, 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 e que mostrou ser bastante preocupado com a motivação de seus alunos para aprender conceitos científicos e com área do ensino de Ciências, em geral. 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.

**Figura 2** - 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.



Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

A questão 3 do questionário (“Por quais dos meios abaixo você já teve algum contato com a Astrofísica?”; era possível assinalar mais de uma alternativa como resposta) teve o intuito de investigar as formas pelas quais os alunos têm acesso a conhecimentos sobre Astrofísica; os alunos podiam escolher 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 3, 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 que estava acompanhando seus alunos, possivelmente o maior uso de livros pelos alunos dessa escola está 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.

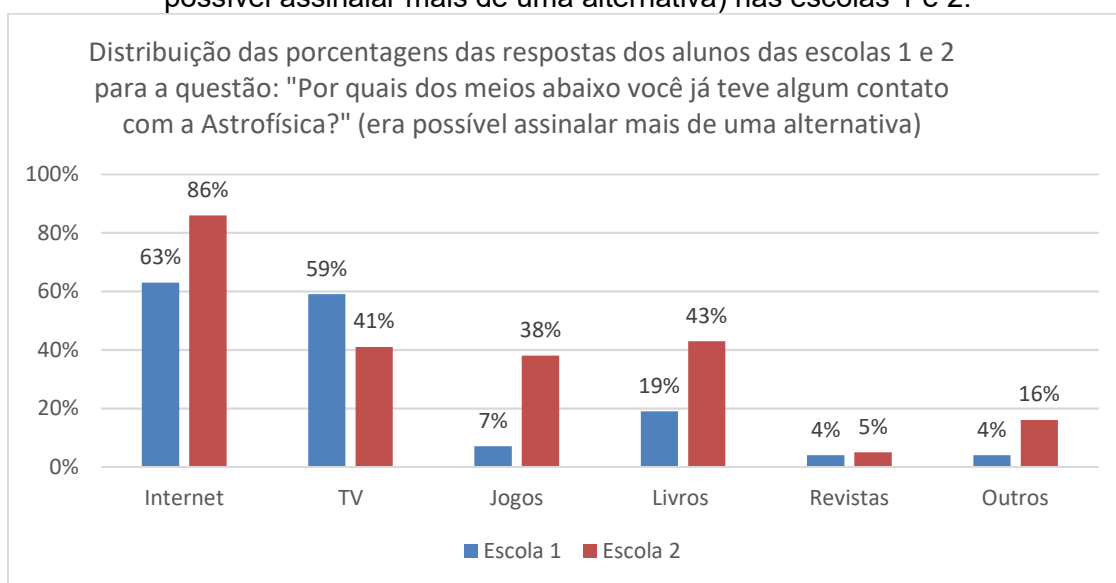
A soma dos percentuais das respostas dos alunos da escola 1 foi de 156%, enquanto a soma dos percentuais da escola 2 foi de 229%, o que é uma diferença bem significativa. Pelas observações feitas pelos dois autores deste artigo durante as apresentações, neste caso, uma das principais causas para isto foi também a existência na escola 2 de um professor de Ciências que nitidamente estimulava com afinco que seus alunos aprendessem conceitos científicos pelas mais diferentes estratégias, desde atividades experimentais realizadas no laboratório de Ciências que ele ajudou a estruturar nessa escola



até o uso de livros e da internet nas aulas, a partir de recursos também existentes nessa instituição.

Finalmente, é importante pontuar também que o maior acesso à internet pelos alunos da escola 2 (constatado a partir das observações feitas pelos autores), pode ser uma evidência da existência de diferenças em termos do acesso a recursos financeiros, entre os alunos das duas escolas. Isto precisa ser, portanto, considerado na análise dos dados e as eventuais conclusões precisam ser ponderadas a partir desta possível influência. Como não foi feita no questionário nenhuma pergunta para verificar o nível social e econômico das famílias dos alunos, infelizmente, este fator não pode ser verificado de modo mais preciso por essa pesquisa.

**Figura 3** - 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.



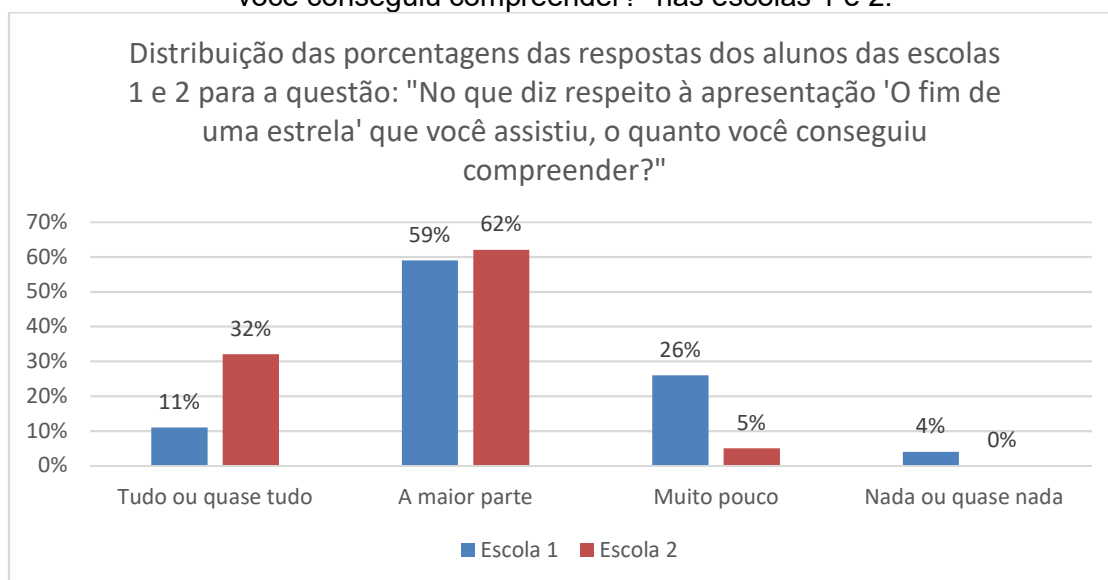
Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

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 4, apesar de os percentuais para a



resposta “a maior parte” terem sido iguais 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, 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: portanto, pelo menos em tese, se esperaria que os alunos da escola 2 apresentassem mais dificuldades para compreender, de modo mais completo, os conceitos de Astrofísica Estelar tratados na apresentação de divulgação científica que foi realizada; entretanto, o oposto aconteceu. Neste caso, é muito provável, novamente, que quem tenha provocado a maior parte da diferença nesse aspecto, tenha sido o professor de Ciências da escola 2 que acompanhou seus alunos para essa atividade e que se mostrou, durante toda o evento, genuinamente muito empenhado na aprendizagem de seus alunos.

**Figura 4** - 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.



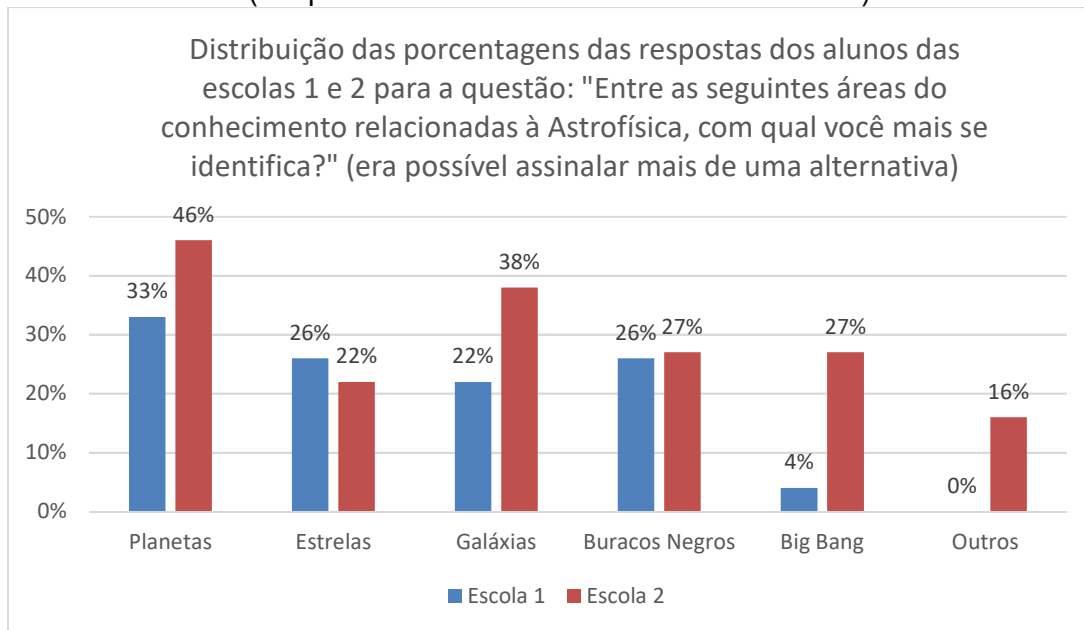
Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

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 que 100%. Como mostra a Figura 5, o tema com o qual os alunos mais se identificam foi acerca do 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: novamente, pelo que foi constatado nos diálogos que tivemos com os alunos da escola 2, há fortes indicações de que o engajamento ativo do professor de Ciências da escola 2 em questões de ensino pode ter sido uma das principais causas desta diferença entre os padrões de respostas da escola 1 e 2.

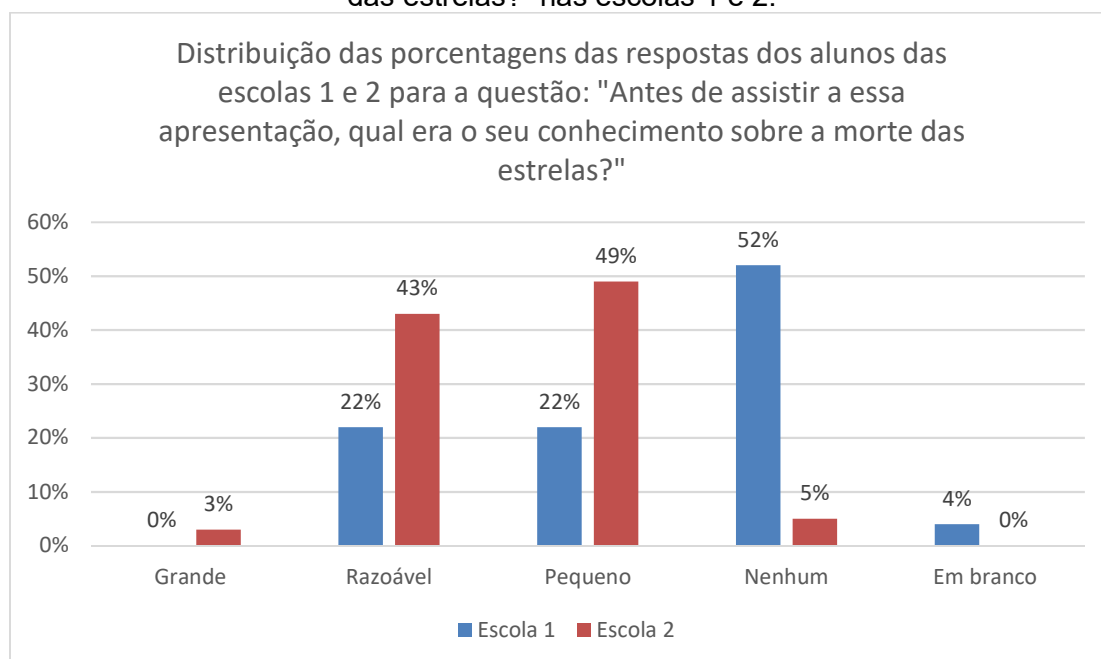
**Figura 5** - Gráfico com a distribuição das porcentagens das respostas para a questão “Entre as seguintes áreas do conhecimento relacionadas à Astrofísica, com qual você mais se identifica?” (era possível assinalar mais de uma alternativa) nas escolas 1 e 2.



Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

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 6, 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. Esse padrão de resposta também parece indicar que a presença na escola 2 de um professor de Ciências empenhado em motivar seus alunos e implementar diferentes estratégias para a educação científica, pode ser o que está provocando parte da diferença observada.

**Figura 6** - 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.

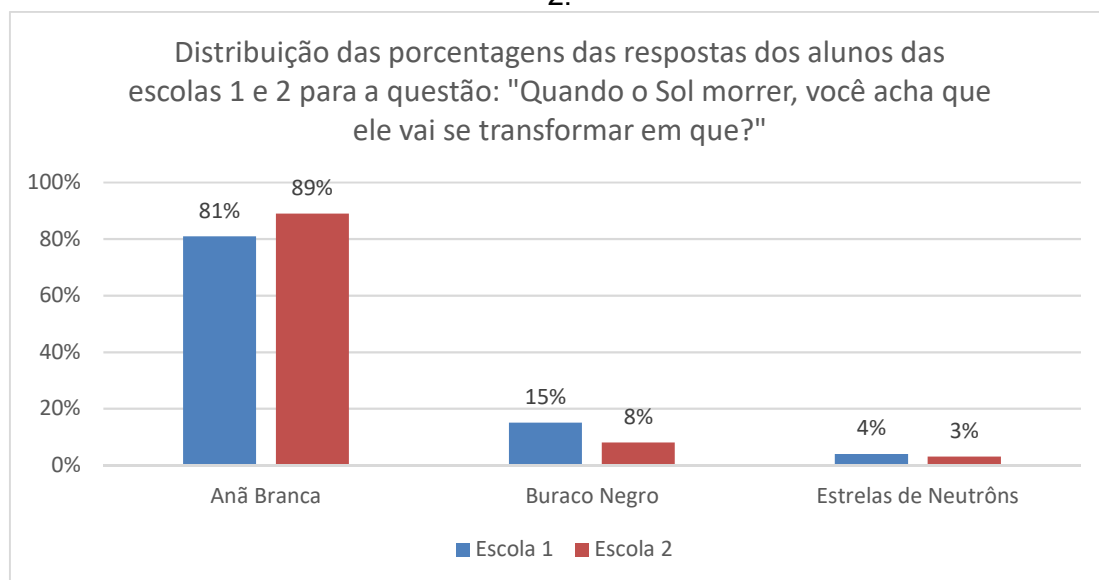


Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

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 Sol, que não tem massa suficiente para se transformar em uma estrela de nêutrons no “final de sua vida” e muito menos em um buraco negro. 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 7, a grande maioria dos alunos, de ambas as escolas, indicou ter compreendido isso de modo correto em termos científicos.

**Figura 7** - 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.



Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

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.

A presença de um professor de Ciências atuante e motivador na escola 2 parece ter influenciado nas respostas dadas pelos alunos em diversas questões deste questionário: ele parece tanto ter ampliado o espectro de recursos usados pelos alunos para tentarem se apropriar de novos

conhecimentos de Astrofísica (como mostram as respostas dadas à terceira questão), quanto aumentado a 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.

### **Considerações finais**

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.

Mesmo levando em consideração as limitações das amostras (por exemplo, os alunos presentes nas apresentações foram selecionados a partir do seu maior interesse por assuntos científicos), esta pesquisa pode ajudar a apontar caminhos possíveis para que novas pesquisas sejam realizadas de modo a investigar a pertinência das alegações feitas. Uma sugestão por exemplo, é investigar o modo como os alunos compreendem o fato de que as possíveis diferentes etapas finais da evolução das estrelas dependem da ordem de grandeza do valor da massa de cada estrela em específico.

Por exemplo, esta pesquisa permitiu perceber que o interesse acentuado dos jovens pela astronomia 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, pois motivação é um ingrediente necessário para que qualquer processo de aprendizagem ocorra a contento.

As alunas na educação básica parecem revelar um interesse grande pelas Ciências Naturais, interesse esse que algumas vezes não se manifesta, mas a frente, quando, por exemplo, elas decidem seu futuro profissional em nível superior. Cursos nos quais ainda as alunas ainda são sub representadas, como é o caso dos cursos de graduação em Física, podem, em tese, atrair



mais jovens alunas talentosas para o seu corpo discente, mas para isso possivelmente é necessário um trabalho de orientação, sobretudo junto a adolescentes para conseguir vencer alguns estereótipos de gênero e preconceitos. 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 (*STEM - Science, Technology, Engineering and Mathematics*, ou, Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática), 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 fontes de conhecimentos para as disciplinas das áreas das Ciências Naturais, potencial esse que ainda não é suficientemente bem explorado como poderia ser, já que ela é muito acessada pelos alunos da educação básica. Nesta pesquisa, as respostas dadas pelos alunos apontam que a internet é de fato um meio bastante usado por eles para a obtenção de informações sobre temas que sejam de seus interesses, como por exemplo sobre questões científicas; sabendo disso, os professores podem usar isto em favor da aprendizagem, não somente como fonte eventual de novos saberes, mas também para aprofundar junto aos alunos a percepção de que as informações obtidas por meio da internet têm que ser vistas sempre de modo crítico, tendo em vista a solidez das fontes usadas.

O professor de Ciências encontrado na escola 2 se mostrou atuante e motivador em relação a seus alunos, o que influenciou nas respostas dadas por eles em algumas das perguntas do questionário: assim, foi possível notar, tanto um mais amplo espectro de recursos usados por estes alunos para tentarem se apropriar de novos conhecimentos científicos, quanto uma maior diversidade de temas da área de astrofísica pelos quais eles apresentavam um maior interesse. Um professor capacitado e que motive seus alunos para a aprendizagem de conhecimentos científicos faz muita diferença para que o



processo educacional se realize a contento. Isso aponta para a necessidade de valorizar a carreira dos professores em geral, bem como de incentivar a realização de 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.

## Agradecimentos

Agradecemos ao IFSP pelo fomento concedido para a realização desta pesquisa.

## Referências

ALBERGARIA, Danilo. 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](http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-76542009000800002&lng=en&nrm=iso24)>. Acesso em: 10 set 2021.

BEECH, Martin. **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.

COUPER, Heather; HENBEST, Niegel. **A história da astronomia**. São Paulo: Larousse do Brasil, 2009.

EDDINGTON, Arthur Stanley. **The internal constitution of the stars**. Cambridge, UK: Cambridge Press, 1926.

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

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

IACHEL, Gustavo. 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 ago. 2021.

KIPPENHAHN, Rudolf; WEIGERT, Alfred; WEISS, Achim. **Stellar Structure and Evolution**. New York: Springer, 2012.



LAGO, Leonardo; ANDRADE, Renata de; LOCATELLI, Rogério. **Astronomia no ensino de Ciências da Natureza**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.

LEITE, Cristina; HOSOUME, Yassuko. 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 ago. 2021.

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

NASCIMENTO FILHO, Carlos Alberto; PINTO, Sabrine Lino; CAMPOS, Carlos Roberto Pires. 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.

ORTIZ, Adriano José *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: 10 set. 2021.

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

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

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

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

VIEIRA, Mônica Bandecchi da Fonseca. **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: 28 ago. 2021

WALL, Mike. 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: 10 set. 2021.

## Sobre os autores

**Yasmin Francisca dos Santos Coelho**

yasmin.coelho@aluno.ifsp.edu.br





Graduanda no curso de Licenciatura em Física do campus de Caraguatatuba do Instituto Federal de São Paulo (IFSP)

**Ricardo Roberto Plaza Teixeira**

rteixeira@ifsp.edu.br

Graduado no curso de Licenciatura e Bacharelado em Física da UNICAMP, Graduado no curso de Licenciatura e Bacharelado em História da USP, Mestre em Física pela USP, Doutor em Física pela USP e docente do campus de Caraguatatuba do Instituto Federal de São Paulo (IFSP)

