

UMA PROPOSTA DE ENSINO DE FUNDAMENTOS DE ASTRONOMIA E ASTROFÍSICA VIA ENSINO SOB MEDIDA

*Thiago Nunes Cestari*¹
*Márcio Gabriel dos Santos*²
*Rafael Aislan Amaral*³

Resumo: Embora o Ensino de Astronomia seja recomendado por diversos documentos normativos, é desconsiderado por grande parte dos autores de livros didáticos, bem como esquecido pelos professores da educação básica em seus planejamentos e ações didáticas. Como forma de contribuir para sanar essa lacuna, desenvolvemos uma sequência utilizando o método Ensino sob Medida. Essa sequência didática utilizou o método supracitado para abordar os seguintes temas: o que é uma estrela? Qual a origem da formação do sistema solar? O nascimento, a vida e a morte das estrelas, nucleossíntese e a origem e a expansão do universo. Foram programadas cinco aulas com 50 minutos cada e, ao final, foi aplicado um teste conceitual a fim de avaliar a aprendizagem dos estudantes, além de um questionário de opiniões, com intuito de verificar o engajamento deles. Com tais aplicações, percebeu-se que essa sequência didática proporcionou engajamento dos alunos nas atividades.

Palavras-chave: Ensino de Física; Astronomia; Ensino sob Medida; Engajamento.

UNA PROPUESTA DE LA ENSEÑANZA DE LOS FUNDAMENTOS DE ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA VÍA ENSEÑANZA A MEDIDA

Resumen: Aunque la enseñanza de la astronomía es recomendada por varios documentos normativos; la mayoría de los autores de libros no la tienen en cuenta, y es olvidada por los maestros de educación básica en su planificación y acciones didácticas. Como una forma de contribuir a llenar este vacío, desarrollamos una secuencia usando el método de Enseñanza a medida. Esta secuencia didáctica utilizó el método citado para abordar los siguientes temas: ¿qué es una estrella? ¿Cuál es el origen de la formación del sistema solar? El nacimiento, la vida y la muerte de las estrellas, la nucleosíntesis y el origen y la expansión del universo. Se programaron cinco clases con 50 minutos cada una y, al final, se aplicó una prueba conceptual para evaluar el aprendizaje de los estudiantes y un cuestionario de opinión. Con tales aplicaciones, se notó que esta secuencia didáctica incentivó la participación del estudiante en las actividades.

Palabras clave: Enseñanza de la Física; Astronomía; Enseñanza a Medida; Compromiso.

A PROPOSAL FOR TEACHING ASTRONOMY AND ASTROPHYSICS FOUNDATIONS VIA JUST-IN-TIME TEACHING

Abstract: Although the Teaching of Astronomy is recommended by several normative documents; it is disregarded by most textbook authors, and forgotten by basic education teachers in their didactic planning and actions. As a way to contribute to fill this gap, we developed a sequence using the Just-in-time Teaching method. This didactic sequence used the aforementioned method to address the following topics: What is a star? What is the origin of the formation of the solar system? The birth, life and death of stars, nucleosynthesis and the origin and expansion of the universe. Five classes with 50 minutes each were programmed and, at the end, a conceptual test was applied in order to assess the students' learning

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Brasil. E-mail: thiago.cestari@ufrgs.br.

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Brasil. E-mail: marcios@if.ufrgs.br.

³ Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Tramandaí, Brasil. E-mail: rafael.amaral@ufrgs.br.

and an opinion questionnaire, in order to verify their engagement. With such applications, it was noticed that this didactic sequence provided student engagement in these activities.

Keywords: Physics teaching; Astronomy; Just-in-Time Teaching; Engagement.

1 Introdução

A Astronomia é uma área que desperta muito interesse dos estudantes (BERNARDES *et al.*, 2006; PUZZO; TREVISAN, 2006; OLIVEIRA *et al.* 2007), e apesar de ser indicada por diversos documentos normativos como nos PCN – Parâmetros Curriculares – Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio (BRASIL, 2018), PNA – Plano Nacional de Astronomia (BRASIL, 2010), muitas vezes não é trabalhada no ensino básico.

O presente trabalho é resultado parcial de uma dissertação de mestrado, que elaborou uma sequência didática selecionando alguns conceitos de Astronomia, utilizando o método ativo Ensino sob Medida (EsM).

Esse método foi desenvolvido pelos professores americanos Novak e Gavrin durante a década de 1990, e tem sido aplicado com grande sucesso em diversas partes do mundo. No entanto, Araujo e Mazur (2013) afirmam que esse método tem sido pouco utilizado no Brasil. Além disso, consideram bastante desconhecido pela maioria dos professores com os quais entramos em contato por meio de palestras.

O método escolhido EsM aplicado nesse trabalho foi elaborado com duas finalidades intrínsecas: tornar o estudante protagonista do próprio processo de aprendizagem, bem como, auxiliar o professor na tentativa de investigar os conhecimentos prévios dos alunos (VIEIRA, 2014).

Diversas pesquisas na área de Ensino de Astronomia demonstram que as escolas de educação básica e superior promovem um ensino formal dos conteúdos de Astronomia de forma reduzida ou nula (BRETONES, 2006; LANGHI; NARDI 2010a; LANGHI; NARDI 2010b; BRASIL, 2010) ocasionando uma má formação de professores de educação básica (IACHEL; NARDI, 2010a). As pesquisas demonstram, também, que existem poucos materiais didáticos (LANGHI. 2011; BRASIL, 2010) ou com erros conceituais (LANGHI; NARDI, 2007).

Destarte, existe a necessidade de pesquisas na abordagem metodológica do ensino de Astronomia (LANGHI; NARDI, 2013), ainda que, segundo Iachel e Nardi (2010b), já se percebe um singelo crescimento nas publicações e pesquisas. Nesse sentido, justifica-se, assim, a elaboração e aplicação de uma sequência didática com a utilização de métodos ativos de ensino para a Astronomia.

Nos próximos itens desse trabalho está descrita a Metodologia, na qual há uma exposição do EsM, bem como, um relato da aplicação da proposta; em seguida, os Resultados obtidos a partir do uso desta sequência didática e, por fim, as Conclusões.

2 Metodologia

O método Ensino sob Medida foi empregado com o objetivo de propiciar um maior engajamento por parte dos discentes no ensino de Física, ou seja, despertar a disposição dos estudantes em aprender significativamente os conceitos físicos. A área de conhecimento abordada foi Astronomia, com especial ênfase na Cosmologia (do *Big Bang* a Evolução Estelar), para ensinar alunos da primeira série do Ensino Médio de um colégio particular assistencial, em que os alunos são bolsistas integrais e selecionados por critérios socioeconômicos.

A estrutura física do colégio está de acordo com a utilização do método, pois todas as salas de aula estão equipadas com computador e projetor, além de disponibilizar aos alunos um laboratório de informática com acesso à internet, que pode ser utilizado no contraturno para realização de trabalhos.

A população-alvo foi uma turma de 40 alunos, dos quais 21 eram do sexo feminino. A média de idade da turma era de 15,7 anos, tendo o estudante mais velho 17 anos e o mais novo 14 anos.

O engajamento do estudante no processo de ensino-aprendizagem é essencial. Para isso, a escolha de um método que o coloque no centro desse processo é de crucial importância, pois o educando não aprende passivamente, mas sim agindo e participando ativamente.

Para possibilitar que os aprendizes apresentassem seus conhecimentos relativos ao assunto que seria tratado em sala de aula, e também, para que o professor tivesse contato com os conhecimentos prévios deles, para considerá-los na preparação da aula, foram propostos exercícios de aquecimento, originalmente denominado *Warm Up exercise*. Com o transcorrer do tempo, passou a ser usual solicitar exercícios de aquecimento para as chamadas Tarefas de Leitura (TL).

Nessas TLs eram requeridas a leitura de textos, a visualização de algum vídeo ou alguma ferramenta específica, a fim de propiciar aos estudantes que entrassem em contato com os conceitos e, posteriormente, respondessem a algumas perguntas relacionadas ao assunto, estimulando também a argumentação e produção escrita. As respostas eram encaminhadas eletronicamente ao professor, que verificava os principais tópicos nos quais os estudantes tiveram dúvida, podendo assim planejar as próximas aulas de modo mais específico e adequado, ou seja, montando um ensino sob medida.

Na aula posterior à TL, o professor discutia as respostas apresentadas pelos estudantes naquela tarefa, projetando em *slides* os resultados de alguns para iniciar uma discussão, mantendo, é claro, o anonimato dos alunos.

A utilização do método escolhido neste trabalho tem sido objeto de estudo de diversos pesquisadores que apresentam resultados favoráveis quanto ao seu uso (ARAUJO; VEIT; MOREIRA, 2004; BARROS *et al.*, 2004; ARAUJO; VEIT, 2008; MULLER *et al.*, 2012; ARAUJO; MAZUR, 2013; VIEIRA, 2014; MARIA, 2018; GERMANO, 2018; STAUB 2019).

Antes de iniciar a aplicação do módulo didático⁴ com os estudantes, foi explicado detalhadamente o método de ensino que seria utilizado, enfatizando a importância da metodologia para as aulas subsequentes.

Para a implementação do módulo didático, foi seguida a fundamentação EsM. Desse modo, foram disponibilizados aos estudantes os textos de apoio, que deveriam ser lidos para a realização da primeira tarefa de leitura e o *link* do questionário da primeira TL elaborado na ferramenta Google Formulários⁵, segundo ilustrado na Figura 1.



The image shows a screenshot of a Google Form titled "Tarefa de Leitura 1". At the top, it says "*Obrigatório". Below this is a dark red header with the word "Questões" in white. The form contains three questions, each followed by a "Sua resposta" input field. The questions are: 2. "O que é uma estrela? *", 3. "Por que o movimento de translação de todos os planetas no sistema solar ocorre no mesmo sentido? *", and 4. "(Unisinos 2016) A origem da energia solar, no Sol, ocorre a partir *".

Figura 1 - Tarefa de leitura 1 no Google formulários.
Fonte: Google formulários.

Essa ferramenta coleta os resultados, conforme a Figura 2, em uma planilha eletrônica que era consultada no planejamento das aulas subsequentes.

Para a realização das TLs foi acordado com os discentes que eles teriam até 12 horas antes da aula presencial para a finalização da atividade, conforme recomenda o método EsM. As respostas fornecidas foram consideradas para seleção das questões, vídeos, imagens e exemplos que seriam utilizados nas atividades em sala de aula.

⁴ O módulo didático na íntegra (CESTARI, 2018) pode ser acessado com o link: www.ufrgs.br/mnpef-cln/wp-content/uploads/2018/11/PRODUTO-EDUCACIONAL-Thiago-Nunes-Cestari.pdf.

⁵ Ferramenta de elaboração de formulários gratuitos do Google, disponível em: www.google.com/forms/about/.

D	E	F
1. a. Você achou alguma coisa confusa no texto lido?	b. Se você achou algo confuso, poderia informar qual(is) parte(s) do texto você achou confusa?	c) Dentre os conceitos que você compreendeu, destaque aquele(s) que você achou mais importante ou interessante.
Não.		Achei muito interessante a parte que fala sobre o brilho das estrelas, sempre tive dúvidas de por que uma brilhar mais que a outra.
Sim.	O conceito de nuvem, já que a visão cotidiana e de nuvem parece diferente da retratada	A ligação direta do Big Bang com a expansão e futura complexidade dos átomos
Não.		O brilho estelar

Figura 2 - Planilha eletrônica com as respostas dos alunos à TL1, fornecida pelo Google Formulários.

Fonte: Google Planilhas.

Ressaltou-se que a intenção das TLs era de mapear os conhecimentos prévios, para que, em sala, os tempos de aula fossem destinados às atividades mais focais como: a explanação das dúvidas e a realização de testes conceituais. Com esta metodologia, foi esclarecido que se reduziria o tempo de explicação de conceitos iniciais, focando em uma aula sob medida, de acordo com as necessidades verificadas pela TL.

Para demonstrar a importância da realização das TLs, bem como a valorização das respostas dos estudantes, a segunda aula foi iniciada com a exibição de uma seleção das respostas de alguns estudantes em relação à TL1, como é ilustrado na Figura 3.

O que é uma estrela?

- Um astro que possui luz e calor em altos níveis causados pela fusão de hélio e hidrogênio
- São esferas auto gravitantes de gás ionizado, cuja fonte de energia é a transmutação de elementos através de reações nucleares.
- São esferas auto gravitantes de gás ionizado, cuja fonte de energia é a transmutação de elementos através de reações nucleares
- Uma esfera com fonte de energia da fusão de hidrogênio e hélio.
- Um astro que tem calor e luz própria
- Nuvem molecular de hidrogênio
- É um corpo celeste e tem luz própria.
- São esferas com auto gravitante com gás ionizado.

Figura 3 - Slide utilizado em aula com uma seleção de respostas dos alunos referentes à pergunta 2 da TL1.

Fonte: autoria própria.

Nesta aula foi perguntado aos estudantes o que eles achavam dessas respostas e após algumas manifestações percebeu-se que algumas das respostas eram cópias idênticas ao texto; outras respondiam à pergunta: o que era uma estrela? sem relação com a leitura do texto de apoio; e por fim, algumas respostas estavam incompletas.

Após esse momento, foi feita uma breve exposição oral (entre 5 e 10 minutos) em relação às principais ideias que surgiram na primeira pergunta conceitual da TL1,

abordando com os estudantes o que significava cada termo da resposta: são esferas auto gravitantes de gás ionizado, cuja fonte de energia é a transmutação de elementos através de reações nucleares, isto é, da fusão nuclear do hidrogênio em hélio e posteriormente em elementos mais pesados. Diferenciando, assim, possíveis erros conceituais que corroboram com a resposta acima, em virtude de existir um limite para a fusão nuclear estelar, que é a formação do elemento químico Ferro.

As respostas da segunda pergunta conceitual da TL1 (Figura 4) foram projetadas e discutidas em aula na sua totalidade. Dessa forma, esperava-se uma maior interação e discussão entre os estudantes para que houvesse maior engajamento na próxima TL.

Após alguns momentos de análise dessas respostas, os alunos foram questionados sobre o que eles achavam em relação às respostas da TL1. No debate, foi possível perceber que havia duas ideias principais descritas: a) uma que reportou que o disco de poeira em rotação ao redor do Sol que havia dado origem aos planetas; b) outra que reportou apenas à gravidade. Com isso, mostrou-se necessária uma breve exposição oral sobre a descrição da hipótese nebular de Immanuel Kant, desenvolvida por Pierre Laplace em seu livro *Exposition du système du monde*.

Por que o movimento de translação de todos os planetas no sistema solar ocorre no mesmo sentido?

- Segundo o matemático francês Pierre Simon, eles foram formados por uma mesma nuvem de gás interestelar.
- Por causa de uma grande nuvem rotante que estava em colapso.
- Porque eles foram formados a partir de uma grande nuvem de partículas em rotação.
- Todos os planetas estão no mesmo plano, giram em torno do sol na mesma direção e também giram em torno de si mesmo na mesma direção.
- Por causa de uma grande nuvem de partícula em rotação.
- Porque a terra gira de oeste para leste e os demais planetas do sistema solar fazem o mesmo movimento.
- Leplance, que desenvolveu a teoria das probabilidades, disse que como todos os planetas estão no mesmo plano, eles girariam em torno do sol no mesmo sentido e direção.
- Porque todos são atraídos pela gravidade do sol.

Figura 4 - Slide utilizado em aula com uma seleção de respostas dos alunos referentes à pergunta 3 da TL1.

Fonte: autoria própria.

A última pergunta conceitual da TL1 questionava sobre a origem da energia emitida pelo Sol. Por se tratar de uma questão objetiva, cujo percentual de acertos foi de 87,5%, conforme a Tabela 1, não foi disponibilizado para essa questão o mesmo tempo de discussão do que para as anteriores. Além disso, nesse ponto da aula já havia sido abordado o conceito de fusão nuclear.

4. (UNISINO 2016) A origem da energia solar, no Sol, ocorre a partir	
a) da combustão de substâncias que contêm carbono.	10%
b) da fissão nuclear do hidrogênio.	2,5%
c) da fissão nuclear do urânio.	0%
d) da fusão nuclear do hidrogênio.	87,5%
e) da fusão nuclear do urânio.	0%

Tabela 1 - Percentual de respostas dos estudantes referentes à pergunta 4 da TL1.

Fonte: adaptado do Google Formulários.

Alguns discentes relataram a dificuldade em assistir ao vídeo *Rockstar e a Origem do Metal*⁶, indicado no texto de apoio, em razão de estar incorporado ao arquivo e ao consumo dos seus pacotes de dados da internet ter limitações. Por isso, o vídeo foi exibido em aula para que todos tivessem acesso. Para finalizar a aula, os estudantes foram questionados sobre o que acharam de ter lido um texto que os preparava para aula. Como exemplo, apresenta-se abaixo o relato de dois estudantes.

Aluno X: É bom porque viemos para aula sabendo um pouco o que será trabalhado e com isso não ficamos perdidos.

Aluno Y: Gostei que parecia que estava entendendo o que tu falavas pela primeira vez no ano.

Na quarta aula, dividiu-se os estudantes em pequenos grupos, e a pergunta proposta para a turma foi: o tempo de vida de uma estrela que tenha o dobro da massa do Sol será maior ou menor do que o tempo dele? Os grupos tinham alguns minutos para pensar em uma resposta. Enquanto a discussão era realizada entre eles, o professor passava pelos grupos para visualizar a maneira que estava sendo conduzido o debate.

Outrossim, foi possível perceber que duas grandes ideias se sobressaíram nos grupos. A primeira, de que a estrela tendo o dobro da massa do Sol teria o dobro do tempo de vida, já que teria mais combustível. A segunda, de que a estrela teria menor tempo de vida, já que a grande massa da estrela aumentaria a temperatura em seu núcleo e, com isso, consumiria mais rapidamente sua massa do que o Sol.

Concluída a discussão feita pelos estudantes, o professor contextualizou o assunto, explicando o porquê de a segunda ideia acima ser a correta. Para finalizar a aula, os alunos foram informados de que a tarefa TL2 já estava disponível para realização e que teriam novamente até 12 horas antes da próxima aula para a entrega das respostas.

Para iniciar a quinta aula, as respostas dos estudantes foram projetadas referentes à TL2, como mostra a Figura 5 e, juntamente com uma breve exposição oral, foi construída com eles a ideia de que a fusão nuclear é a responsável pela criação de novos elementos químicos nas estrelas.

⁶ Vídeo disponível no link: <https://youtu.be/wIEhSIt1oEI>.

As estrelas podem ser consideradas fábricas de elementos químicos?

- Depende do tamanho da estrela. As estrelas maiores, conseguem produzir muitos elementos da tabela periódica, do hélio ao ferro, enquanto estrelas menores apenas fundem hidrogênio em hélio.
- Sim, todos os elementos são criados nas estrelas a partir de fusões nucleares que partem do H, e vão fundindo consecutivamente os átomos até o núcleo ficar denso o suficiente para fundir o núcleo dos átomos maiores.
- Não....
- Sim, as estrelas são compostas de elementos químicos
- Sim, todos os elementos que conhecemos na natureza, são produzidos nos núcleos estelares em condições bem específicas de temperatura e pressão. Durante este processo ocorre também a produção de energia pelas estrelas.

Figura 5 - Slide utilizado em aula com uma seleção de respostas dos alunos referentes à pergunta 2 da TL2.

Fonte: autoria própria.

Também foi ressaltado que, por maior que fosse a massa de uma estrela, ela não conseguiria formar elementos com números atômicos superiores ao Ferro. A Figura 6 representa a imagem extraída do vídeo *Rockstar e a Origem do Metal*, utilizada para auxiliar na explicação.

Representação do interior de uma estrela com massa superior a massa do Sol.

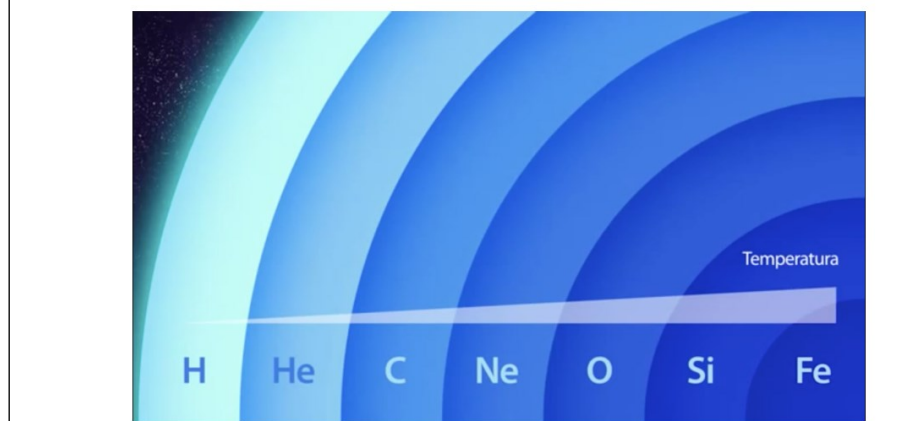


Figura 6 - Slide, que demonstra o interior aquecido de uma estrela atingindo seu máximo.

Fonte: autoria própria com imagem extraída do vídeo “*Rockstar e a Origem do Metal*”⁷.

Uma vez que o índice de acertos da terceira pergunta da TL2 foi acima de 90%, conforme demonstra a Tabela 2, o conceito envolvido nessa questão seria abordado em uma pequena exposição oral, após a leitura de todas as respostas da TL2.

⁷ Vídeo disponível no link: <https://youtu.be/wIEhSIt1oEI>.

3. Em que região do diagrama HR, as estrelas passam a maior parte de sua vida?	
a) Sequência Principal.	94%
b) Sequência dos Buracos Negros.	6%
c) Sequência Secundária.	0%
d) Sequência de Newton.	0%

Tabela 2 - Percentual de respostas dos estudantes referente à pergunta 3 da TL2.

Fonte: Adaptado do Google formulários.

Da mesma forma, a última pergunta conceitual da TL2, cujo assunto seria o de maior interesse apontado pelos estudantes – buracos negros (BN) – uma vez que apresentou um alto índice de acertos, conforme a Tabela 3, foi colocada em discussão, juntamente com os conceitos da questão anterior.

4. Como os buracos negros podem ser detectados se eles não são vistos	
a) São descobertos e analisados diretamente através da luz visível que emitem.	0%
b) São descobertos e analisados indiretamente, observando-se através das alterações gravitacionais que fazem na região de sua vizinhança.	88%
c) São descobertos e analisados estaticamente pois emitem muita luz visível.	9%
d) Não é possível detectar um buraco negro.	3%

Tabela 3 - Percentual de resposta dos estudantes referente à pergunta 4 da TL2.

Fonte: adaptado do Google Formulários.

Analisando, após a aplicação, a pergunta explicitada na Tabela 3 deveria ter sido deixada aberta para uma resposta dissertativa dos estudantes com intuito de verificar a compreensão deles acerca da leitura. Além disso, ao se criar essas alternativas pode ser entendido que os buracos negros são observados apenas pelas alterações gravitacionais que eles fazem na vizinhança, o que não é verdade.

A forma mais comum de detectar um buraco negro é pela detecção de raios X que origina-se da matéria que cai no disco de acreção. Os supermassivos, nos centros das galáxias, são responsáveis pela atividade galáctica (HORVATH; CUSTÓDIO, 2013).

Para explicar os assuntos abordados nas últimas questões da TL2, foi apresentado o diagrama H-R, representado na Figura 7, desenvolvido a partir dos trabalhos independentes dos cientistas Ejnar Hertzsprung (1873-1967) e Henry Norris Russell (1877-1957) que apontam uma relação entre a luminosidade de uma estrela e sua temperatura efetiva.

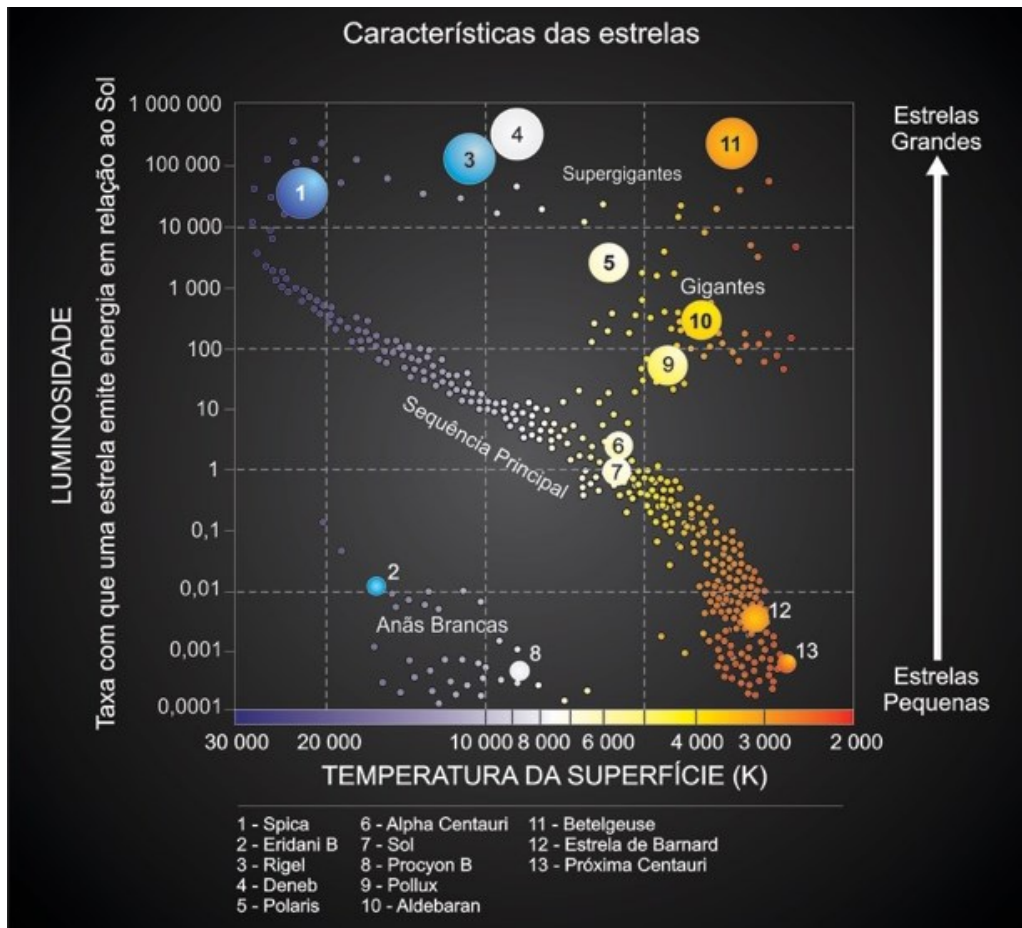


Figura 7 - Diagrama H-R utilizado para explicar o funcionamento do mesmo.
Fonte: Kepler e Saraiva (2014).

Após a explicação do diagrama H-R, fez-se a seguinte pergunta aos estudantes: Como era possível ter toda essa quantidade de Hidrogênio no universo para que todas essas estrelas façam a fusão nuclear? Por que teria tanto Hidrogênio e tanto Hélio?

Nesse momento apresentamos a Teoria do *Big Bang* como a teoria científica que explica a origem do universo e que possui diversas evidências para sua comprovação, tais como: a quantidade atual de elementos leves (Hidrogênio e Hélio) preponderantes no universo. A formação do núcleo desses elementos (fusão) ocorreu, enquanto a expansão permitiu, no momento em que o Universo ficou frio suficiente, a interrupção da nucleossíntese primordial, uma vez que a densidade de prótons e nêutrons ficou baixíssima; a radiação de micro-ondas de fundo; a radiação emitida por todas as galáxias apresentarem um desvio para o vermelho. (HORVATH *et al.*, 2011; HORVATH 2019, HORVATH, 2020).

3 Resultados

Para avaliar a efetividade do método, foram inseridas cinco questões na prova escrita dos estudantes. Pré-testes não foram aplicados em virtude do conteúdo ter sido inédito aos estudantes.

A Figura 8 mostra o desempenho percentual obtido por 36 estudantes nas questões da prova sobre os conceitos abordados nas aulas. Todas as perguntas utilizadas estão disponíveis no Módulo Didático.

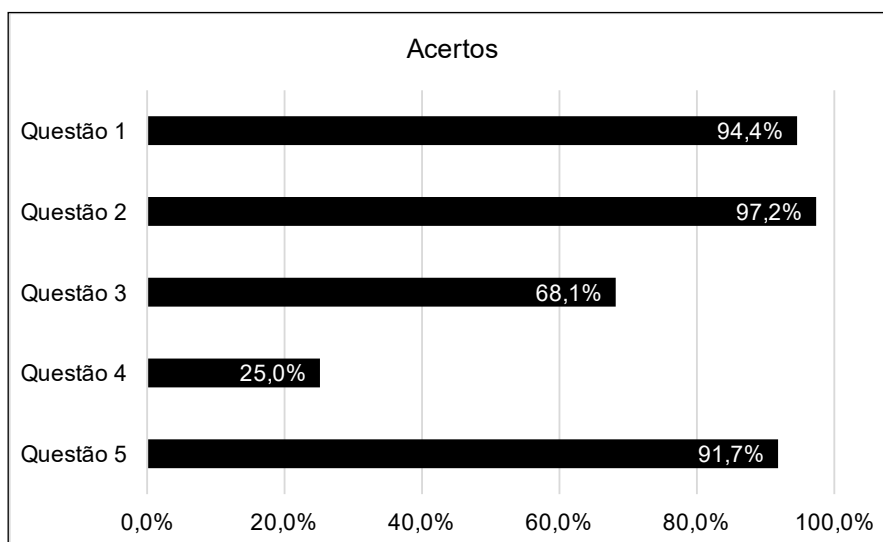


Figura 8 - Porcentagem de acertos nas questões conceituais inseridas na prova.
Fonte: autoria própria.

A partir da análise desse gráfico, percebe-se que as questões 1, 2 e 5 apresentaram um índice de acerto superior a 90%, o que é um forte indício de que os estudantes relacionaram os conceitos abordados com suas estruturas cognitivas e, portanto, há indício de aprendizagem dos conteúdos.

Com relação à questão 3, apresentou o índice de acerto de 68%, ficando em um ponto intermediário: considera-se que a maioria dos estudantes resolveu a questão de maneira a não apresentar dificuldades.

No contraponto às anteriores, a questão 4 apresentou um baixo índice de acerto já que apenas 25% dos estudantes obtiveram êxito na resolução, ela aborda o conceito do diagrama HR.

Analisando a Tabela 4, que apresenta a distribuição das respostas dos estudantes nas alternativas desta questão, percebe-se que os estudantes confundiram os conceitos, marcando a alternativa que há relação entre a cor e a temperatura de uma estrela, apesar de o diagrama HR não relacionar essas grandezas. À vista disso, se fossem atribuídos níveis de dificuldade para as questões, poder-se-ia afirmar que as perguntas 1, 2 e 5 são de nível fácil, a pergunta 3 de nível intermediário, enquanto a 4 seria de nível difícil.

4. O diagrama H-R é um gráfico que relaciona:	
a) cor versus temperatura	75%
b) H versus R	0%
c) luminosidade versus tipo espectral	25%
d) luminosidade versus magnitude absoluta	0%

Tabela 4 - Síntese das respostas dos estudantes em relação à pergunta 4.
Fonte: autoria própria.

Airey e Eriksson (2019) sugerem quatro tipos de potenciais problemas para os estudantes compreenderem os significados dos conhecimentos disciplinares dispostos no diagrama H-R que são: História, Omissão, Sobrecarga e Expectativas. Destarte, ao se reavaliar a forma que o Diagrama H-R foi trabalhado em aula, percebeu-se a utilização da Figura 7 para como forma de explicar aos estudantes ocasionou Sobrecarga de informação.

Conforme Airey e Eriksson (2019), uma maneira de contornar esse problema, seria simplificar o diagrama H-R, conforme proposto na Figura 9, para que aumentasse o acesso pedagógico para introdução das principais características do diagrama. Percebe-se que foram adicionadas as setas, as etiquetas explicativas, as unidades aos eixos, os rótulos para destacar numericamente a evolução estelar.

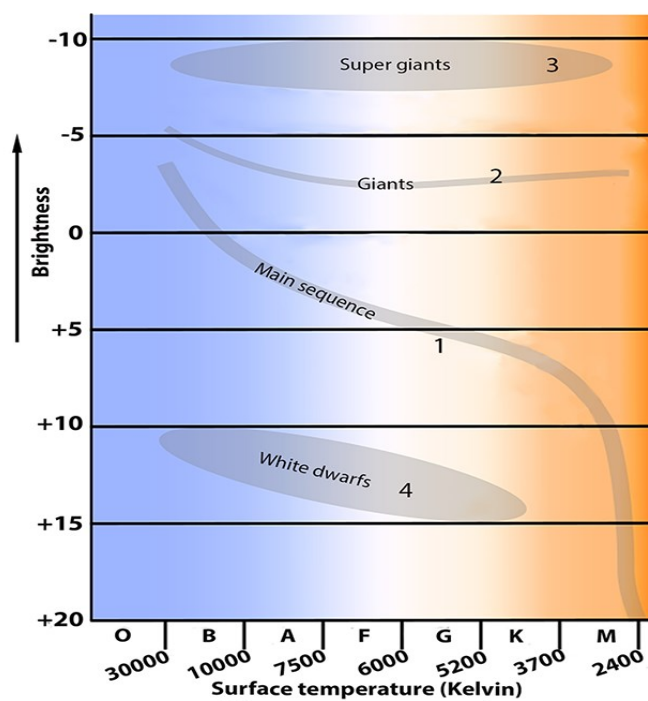


Figura 9 - Versão simplificada do Diagrama H-R.
Fonte: Airey e Eriksson (2019).

Analisando o gráfico da Figura 10, que apresenta a média de acertos obtidos pelos 36 estudantes nas cinco questões que foram inseridas na prova, percebe-se que 7 estudantes conseguiram desempenho máximo e que apenas dois estudantes ficaram com média inferior à 50 %.

A média geral dos 36 estudantes ficou em 75%, sendo que 17 estudantes obtiveram média abaixo e 19 acima. Houve, portanto, uma demonstração de indícios de aprendizagem por parte dos estudantes.

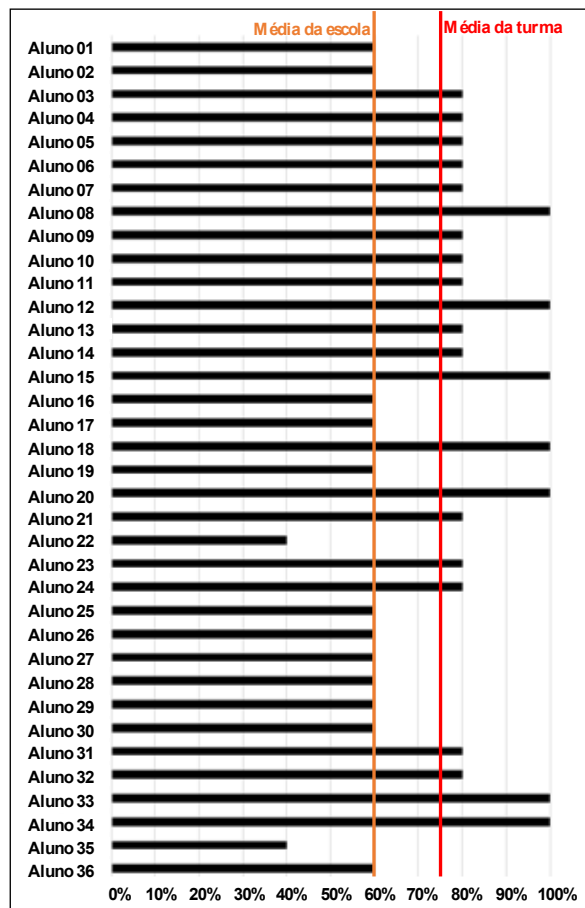


Figura 10 - Gráfico do percentual de acerto dos estudantes.
Fonte: autoria própria.

A fim de avaliar a receptividade dos alunos quanto à metodologia de ensino empregada, foi realizado um questionário de opiniões. Deixou-se passar um semestre para avaliar a efetividade dos métodos. As perguntas estão listadas abaixo e as respostas a esse material foram sintetizadas na Tabela 5 fornecendo um panorama geral das opiniões dos estudantes.

Pergunta 1: Ao entrarmos no conteúdo de Astrofísica, nós trabalhamos de um jeito diferente do que vínhamos fazendo. Poderias falar um pouco sobre a tua experiência, quer dizer, o que achaste dela em geral?

Pergunta 2: Em relação à parte de estudar os textos em casa, como preparação para aula, qual é a tua opinião?

Pergunta 3. O que achaste dos textos em si? Eram acessíveis? As figuras estavam claras?

Pergunta 4: E quanto à apresentação dos testes conceituais?

Pergunta 5: Consideras que tenhas aprendido os conteúdos de Física trabalhados?

Pergunta 6: Quanto ao tempo para realização das tarefas em casa, achaste suficiente?

Pergunta 7: Aconselharias a um amigo fazer um curso de Física que usasse essa metodologia? Em poucas palavras, o que dirias para ele a respeito?

Pergunta 8: Pensando que essa forma de ensinar vai ser usada novamente com as turmas nessa disciplina no bimestre que vem. O que poderia ser feito para melhorar?

	Respondentes	Síntese das respostas
Pergunta 1	19	Gostou/ Achou interessante/ Produtiva a aula ou o método
	10	Achou importante/interessante ter um conhecimento básico antes da aula.
	4	Gostou devido ao conteúdo
	2	Não se recordam.
	1	Não achou interessante pelo fato de Física ser uma matéria complicada.
Pergunta 2	32	Acharam muito eficaz/Gostaram do método/Acharam interessante
	3	Não gostou/Não realizou as leituras.
	1	Gostou apenas de alguns textos
Pergunta 3	30	Acharam os textos acessíveis/Imagens claras.
	4	Textos com palavras difíceis/Imagens claras.
	1	Achou o texto inacessível.
	1	Não achou nem fácil, nem difícil.
Pergunta 4:	30	Interessante/auxiliou no desenvolvimento/acessível.
	2	Acharam difícil.
	4	Não se recordam.
Pergunta 5:	26	Consideram que aprenderam.
	8	Consideram que aprenderam alguns conceitos e outros "mais ou menos".
	2	Consideram que não aprenderam
Pergunta 6:	31	Consideram que o tempo fora suficiente.
	2	Não considerou o tempo suficiente.
	2	Compreenderam erroneamente a pergunta e responderam referente ao tempo em que realizaram as atividades.
	1	Não realizou as atividades
Pergunta 7:	32	Aconselharia a fazer o curso.
	4	Não aconselhariam a fazer o curso/Não é capaz de opinar.
Pergunta 8:	16	Está bom/não mudaria nada.
	6	Textos mais curtos/com palavras mais simples/com mais imagens.
	4	Mais atividades
	2	Os colegas participarem mais.
	2	Mais períodos de Física.
	2	Relacionar com o cotidiano
	4	Cobrar dos colegas que não realizaram as atividades/Mais questões que sejam diretas ao assunto/revisar mais o conteúdo/Utilizar menos <i>slides</i> .

Tabela 5 - Síntese das respostas dos alunos ao questionário de opiniões.

Fonte: autoria própria.

Conforme supracitado, a primeira pergunta solicitava aos estudantes um breve relato sobre a forma como as aulas foram conduzidas. A maioria deles respondeu que gostou, achou interessante ou achou produtiva a aplicação do método. Nas próprias palavras:

Aluno 3: O conteúdo em si já foi algo que me agradou muito e tornar a aula um pouco mais dinâmica, com curiosidades e informações só melhorou tudo.

Aluno 6: Gostei bastante desse conteúdo pois ele fugiu um pouco daquele assunto envolvendo velocidades e cálculos de tempo, e nos ajudou a entender melhor sobre os corpos celestes.

Aluno 10: Achei bem interessante a maneira como estudamos o conteúdo de Astrofísica. Geralmente os professores seguem as linhas tradicionais, não se importando com o fato de que gostamos de coisas novas e diferentes. Acho que se mais professores fizessem o que foi feito para Astrofísica, os alunos poderiam aprender bem mais. Realmente gostei muito do jeito trabalhado.

Para avaliar, de uma maneira geral a sequência didática, foi perguntado, por meio da Pergunta 7, aos estudantes se eles indicariam a um amigo fazer um curso de Física que utilizasse essa metodologia. Obteve-se as seguintes respostas:

Aluno 3: Sim, falaria que não é algo que o exponha em frente a turma e ao mesmo tempo é totalmente eficaz.

Aluno 15: Eu diria que é algo muito diferente e interessante, e chama muito a atenção.

Aluno 18: Aconselharia, pois, é um método simples e que funciona muito bem tendo em vista que somos adolescentes.

Aluno 19: Que a abordagem é muito boa, não é aquele tipo de aula chata, tem bastante interação entre aluno/professor.

Aluno 23: Sim aconselharia! Tu aprende coisas que são legais e não maçantes, acho que é isso que procuramos em um curso, um método mais atual!

Aluno 33: Sim, não toma muito seu tempo e é bem eficiente.

Apenas um estudante afirmou que não é capaz de afirmar, enquanto três estudantes afirmaram que não indicariam a realização do curso. Nas palavras deles:

Aluno 1: Não aconselharia, eu particularmente não gosto da matéria, independentemente, de como ela é explicada/apresentada.

Aluno 30: Não, eu não gosto.

Logo, percebe-se que das questões 1 a 7, cerca de 30 alunos de 36 manifestaram-se muito ou extremamente positivos. Apenas na questão 8, alguns deles teriam algumas sugestões de como melhorar, demonstrando que a maior parte da turma sentiu-se engajada com o uso dessa metodologia.

Dado que o teste é constituído de 8 questões, obteve-se 288 respostas das quais apenas 6 referem-se ao fato de não recordarem o quê ou como foi trabalhado. Portanto, ressalta-se que essa metodologia teve impacto significativo nos estudantes mostrando que o método despertou a predisposição em aprender Física.

4 Conclusões

Decorrente das respostas dos alunos, tanto para o questionário de opiniões quanto para as questões conceituais, pode-se concluir que houve engajamento no processo de ensino e aprendizagem, bem como uma indicação de aprendizagem. Ter o conhecimento do que os estudantes pensam a respeito do método possibilitou o aperfeiçoamento e ampliação dele. A troca de referencial na sala de aula, no sentido de tornar o aluno como protagonista no processo de ensino-aprendizagem, é essencial para que se consiga despertar no estudante a predisposição em estudar, neste caso, Física.

As aulas tradicionais, em que o estudante assiste passivamente as aulas, nas quais o professor está sempre no centro do processo, seguidamente permitem ao estudante utilizar estratégias como a memorização, proporcionando, assim, apenas aprendizagem mecânica e não a esperada para a vida do estudante algo significativo e de valor.

Com o objetivo de alterar essa perspectiva, esse trabalho proporcionou o ensino de Tópicos de Astronomia e Astrofísica para estudantes da primeira série do Ensino Médio utilizando a metodologia ativa de ensino.

A utilização do método EsM propiciou ao professor um contato prévio com as dúvidas dos estudantes, podendo planejar uma aula sob medida, específica, individualizada, escolhendo vídeos, imagens e explicações para sanar as dificuldades de cada um.

Ressalta-se que, nessa metodologia, o tempo de planejamento do professor tende a aumentar, entretanto, o ganho obtido para o desenvolvimento dos conceitos em aula pelos estudantes também tende a crescer de tal maneira que é possível abordar diversos conceitos sobre Astronomia e Astrofísica, que de maneira tradicional, seria necessário um número maior de aulas.

Esses conceitos muito despertaram nos estudantes o interesse e, em alguns casos, por iniciativa própria de alguns, o aprofundamento de seus conhecimentos na área, por meio de outras leituras e pesquisas. Conforme supracitado, diversas pesquisas mostraram que o Ensino de Astronomia se encontra defasado no Brasil, entretanto, percebe-se que esses conteúdos são referenciados em documentos que estabelecem a base, as diretrizes ou os parâmetros dos currículos em níveis nacionais, mostrando então a necessidade da pesquisa e divulgação científica de trabalhos que fomentam e qualificam o Ensino de Astronomia.

Referências

AIREY, J.; ERIKSSON, U. Unpacking the Hertzsprung-Russell diagram: a social semiotic analysis of the disciplinary and pedagogical affordances of a Central Resource in Astronomy. **Designs for Learning**, v. 11, n. 1, p. 99-107, 2019.

ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 362-384, 2013.

ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Interatividade em recursos computacionais aplicados ao ensino-aprendizagem de física. In: JORNADA NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 14., 2008. Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, 2008. p. 1-10.

ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A.; MOREIRA, M. A. Atividades de modelagem computacional no auxílio da interpretação de gráficos da cinemática. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 2, p. 179-184, 2004.

BARROS, J. A. *et al.* Engajamento interativo no curso de Física I da UFJF. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n.1, p. 63-69, 2004.

BERGMANN, T. S. *et al.* **Buracos Negros**. 2011. Disponível em: www.if.ufrgs.br/~thaisa/buracos-negros/. Acesso em: 03 abr. 2020.

BERNARDES, T. O. *et al.* Abordando o ensino de óptica através da construção de telescópios. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 3, p. 391-396, 2006.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Comissão Especial de Astronomia. **Plano Nacional de Astronomia (PNA)**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+). **Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base nacional comum curricular**. Brasília, 2018.

BRETONES, P. S.; MEGID NETO, J. Tendências de teses e dissertações sobre Educação em Astronomia no Brasil. **Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 35-43, 2005. Disponível em: www.paulobretones.com.br/artigo%20sab%20v24_n2_2005_bretones-megid.doc. Acesso em: 11 out. 2019.

CESTARI, T. N. **Uma proposta de ensino de fundamentos de Astronomia e Astrofísica via ensino sob medida**. Tramandaí: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018. Disponível em: www.ufrgs.br/mnpef-cln/wp-content/uploads/2018/11/PRODUTO-EDUCACIONAL-Thiago-Nunes-Cestari.pdf. Acesso em: 11 de out. 2019.

GERMANO, C. F. **O ensino da conservação de energia mecânica mediada pelo uso de metodologias ativas de aprendizagem**. 2018. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Tramandaí, 2018. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/193231>. Acesso em: 11 de out. 2019.

HORVATH, J. E. Alguns conceitos no ensino da Cosmologia que quase sempre levam a confusão. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 42, 2020. (No prelo).

HORVATH, J. E. **As estrelas na sala de aula: uma abordagem para o ensino da Astronomia estelar**. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2019.

HORVATH, J. E. *et al.* **Cosmologia Física**: do micro ao macro cosmos e vice-versa. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

HORVATH, J. E.; CUSTÓDIO, P. S. **Os buracos negros na ciência atual**. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2013.

IACHEL, G.; NARDI, R. Formação de professores e seus saberes disciplinares em astronomia essencial nos anos iniciais do ensino fundamental. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 12, n. 2, p. 205-224, 2010a.

IACHEL, G.; NARDI, R. Tendências das publicações relacionadas à Astronomia em periódicos brasileiros de ensino de física nas últimas décadas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 12, n. 2, p. 225-238, 2010b.

KEPLER, S. O.; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e Astrofísica**. 4. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2017.

LANGHI, R. **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental**: repensando a formação de professores. 2009. 370 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, SP, 2009.

LANGHI, R. Educação em Astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 2, p. 373-399, 2011.

LANGHI, R.; NARDI, R. **Educação em Astronomia**. São Paulo: Escrituras, 2013.

LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino da Astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, p. 4402-2-4402-11, 2009.

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, n. 1, p. 87-111, 2007.

MARIA, A. S. **Instrução pelos colegas e ensino sob medida**: métodos ativos de ensino auxiliando a construção de conceitos básicos de termodinâmica em nível médio. 2018. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Tramandaí, 2018. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/193229>. Acesso em: 09 de out. 2019.

MULLER, M. G. *et al.* Implementação do método de ensino *Peer Instruction* com o auxílio dos computadores do projeto “UCA” em aulas de Física do Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, p. 491-524, 2012.

OLIVEIRA, E. F. *et al.* Percepção astronômica de um grupo de alunos do ensino médio da rede estadual de São Paulo da cidade de Suzano. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 4, p. 79-99, 2007.

OLIVEIRA, V. **Uma proposta de ensino de tópicos de eletromagnetismo via instrução pelos colegas e ensino sob medida para o ensino médio**. 2012. 234 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/61863>. Acesso em: 01 de jul. 2017.

PEEBLES, P. J. E. *et al.* The case for the relativistic hot Big Bang Cosmology. **Nature**, v. 352, p. 769. 1991.

PEEBLES, P. J. E. *et al.* The evolution of the Universe. **Scientific American**, v. 271, p. 52-57, 1991.

PUZZO, D.; TREVISAN, R. H. Astronomia: a investigação da ação pedagógica do professor. In.: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2006, Londrina. **Anais...** Londrina: SBF, 2006.

VIEIRA, A. S. **Uma alternativa didática às aulas tradicionais: o engajamento interativo obtido por meio do uso do método peer instruction (instrução pelos colegas)**. 2014. 233 f. Dissertação – (Mestrado em Ensino de Física), Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

Artigo recebido em 25/03/2019.

Aceito em 03/06/2020.