
MATÉRIA ESCURA E ENERGIA ESCURA EM ATIVIDADES DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

DIEGO CORRÊA PERES DE SOUZA

Instituto Federal de São Paulo (IFSP), Campus Caraguatatuba
E-mail: peres.souza@aluno.ifsp.edu.br

RICARDO ROBERTO PLAZA TEIXEIRA

Instituto Federal de São Paulo (IFSP), Campus Caraguatatuba
E-mail: rteixeira@ifsp.edu.br

RESUMO:

Este artigo tem o objetivo de investigar atividades de Divulgação Científica envolvendo matéria escura e energia escura e avaliar como elas podem colaborar para o Ensino de Física. Para a fundamentação teórica do trabalho desenvolvido, foi feita uma revisão bibliográfica sobre Ensino e Divulgação Científica acerca dos temas da matéria escura e da energia escura, por meio da análise de teses, dissertações, artigos em revistas especializadas e trabalhos apresentados em congressos acadêmicos, usando ferramentas da internet como o “Google Scholar” e o “Scielo”. Uma ênfase foi conferida para o processo histórico de produção de conhecimentos científicos, suas contradições e seus dilemas. Durante esta pesquisa foram estruturadas e realizadas atividades de Divulgação Científica sobre matéria escura e energia escura para alunos de diferentes Instituições de Ensino públicas do litoral norte paulista. As respostas dadas pelos participantes a um questionário aplicado em uma dessas apresentações permitiram compreender melhor a aprendizagem de conceitos de Astronomia e Astrofísica. Esta é uma pesquisa de natureza qualitativa que envolveu uma intervenção pedagógica de divulgação científica realizada no ambiente escolar e na qual foram adotados procedimentos do tipo observação participante. Os dados obtidos indicam a existência de um considerável interesse dos alunos envolvidos por temas de Astronomia, algo que pode ser utilizado para despertar o interesse e produzir uma aprendizagem mais efetiva na disciplina de Física.

PALAVRAS-CHAVE:

Astrofísica, Fronteira da Ciência, Setor Escuro, Ensino de Ciências, Aprendizagem.



DARK MATTER AND DARK ENERGY IN SCIENTIFIC DISSEMINATION ACTIVITIES

ABSTRACT:

This article aims to investigate scientific outreach activities involving dark matter and dark energy and evaluate how they can contribute to the teaching of physics. For the theoretical basis of the work developed, a bibliographic review was made on teaching and scientific dissemination on the themes of dark matter and dark energy, through the analysis of theses, dissertations, articles in specialized magazines and works presented in academic congresses, using internet tools such as "Google Scholar" and the "SciELO". An emphasis was given to the historical process of producing scientific knowledge, its contradictions and dilemmas. During this research, activities for the dissemination of science on dark matter and dark energy were structured and carried out for students from different public education institutions on the north coast of São Paulo. The answers given by the participants to a questionnaire applied in one of these presentations allowed a better understanding the learning of Astronomy and Astrophysics concepts. This qualitative research involved a pedagogical intervention of scientific dissemination carried out in the school environment and in which participant observation procedures were adopted. The data obtained indicate the existence of considerable interest from students involved in Astronomy topics, something that can be used to arouse interest and produce more effective learning in the discipline of Physics.

KEYWORDS:

Astrophysics, Frontier of Science, Dark Sector, Science Teaching, Learning.



1. INTRODUÇÃO

A Astronomia vem se desenvolvendo ao longo de milênios, desempenhando um papel importante para a formação das sociedades humanas: os conhecimentos científicos em áreas da Astronomia fazem parte inseparável da Cultura produzida pela humanidade (KANTOR, 2001). Como corpo de conhecimento, a Astronomia é uma das Ciências mais antigas produzidas pela humanidade e tem como intuito básico investigar o universo e seus constituintes, tais como estrelas, planetas e galáxias (SCHIPANSKI; VOGEL, 2017). Os mistérios do universo, associados à natureza das estrelas, provocaram a imaginação dos povos, servindo como pano de fundo para o desenvolvimento da Filosofia, das Religiões e da Matemática, com o propósito de produzir coisas práticas, como, por exemplo, para auxiliar no controle e desenvolvimento da agricultura.

Em geral, o trabalho didático com temas relacionados à Astronomia, Astrofísica e Cosmologia desperta um interesse considerável em alunos da Educação Básica, independentemente do sexo, por abordar assuntos que são considerados fascinantes por muitos jovens. Deste modo, o trabalho com temas destas áreas de conhecimento pode colaborar decisivamente para estimular o entusiasmo e a dedicação pelo estudo da Física, uma disciplina que no Ensino Médio costuma ser classificada como uma das menos estimadas (FRÓES, 2014). Além disso, devido ao seu caráter bastante interdisciplinar e às suas interfaces com disciplinas como Física, Química, Biologia, Matemática, História e Geografia, o trabalho na Educação Básica com conteúdos de Astronomia pode proporcionar aos alunos uma visão menos fragmentada do conhecimento (DIAS; RITA, 2008).



A abordagem de tópicos de Astronomia em ações de Divulgação Científica tem um caráter pedagógico, pois possibilita uma reflexão sobre o papel da Ciência no desenvolvimento de novas tecnologias, desperta habilidades importantes como a de observação, incentiva a formação do senso crítico e destaca a importância das questões relacionadas às concepções sobre o universo no contexto da existência humana (CARNEIRO; LONGHINI, 2015). A realização de apresentações de Divulgação Científica pode também aproximar os estudantes da realidade das carreiras científicas e estabelecer um maior contato dos jovens com os pesquisadores e suas pesquisas, o que pode contribuir para a realização de escolhas profissionais mais bem embasadas e reduzir os índices de evasão universitária ocasionados pela falta de conhecimentos acerca dos cursos pretendidos (CALDAS; CRISPINO, 2018). O conceito de Divulgação Científica é polissêmico e pode ser abordado sobre diferentes pontos de vista, de diferentes profissionais, como por exemplo, jornalistas, cientistas e educadores (NASCIMENTO, 2008). Este trabalho compreende a Divulgação Científica no âmbito das atividades que colaboram para a difusão de conhecimentos científicos e para a formação dos cidadãos em geral, ao propiciar uma melhor compreensão acerca dos métodos pelos quais a ciência procura enfrentar os problemas com os quais se depara.

O objetivo principal deste artigo é investigar atividades de Divulgação Científica envolvendo matéria escura e energia escura e avaliar como elas podem colaborar para o Ensino de Física, em particular para a aprendizagem de conceitos da área de Astrofísica. Após uma introdução acerca da importância da Astronomia no Ensino e na Divulgação Científica, são analisados brevemente os conceitos de matéria escura e energia escura, tanto do ponto de vista das suas características científicas



intrínsecas, quanto a respeito do contexto histórico em que foram produzidos. Na sequência é descrita a metodologia utilizada nas ações de Divulgação Científica implementadas, bem como são analisados os dados obtidos pela aplicação de um questionário. Ao término, são realizadas as considerações finais, nas quais são retomadas algumas ideias discutidas previamente e feitas algumas recomendações aos leitores que desejam realizar trabalhos similares.



2. MATÉRIA ESCURA E ENERGIA ESCURA

Observar o céu e anotar os movimentos executados pelas estrelas e pelos planetas é uma prática milenar que continua produzindo conhecimentos que estão situados na fronteira da Ciência contemporânea (DAMINELI; STEINER, 2010): dois dos principais “mistérios” acerca do Universo existentes na atualidade dizem respeito à natureza da matéria escura e da energia escura, o chamado “setor escuro”.

Os problemas da massa faltante – ou seja da natureza da matéria escura (SHULGA *et al.*, 2013) – e da aceleração da expansão do universo – ou seja da natureza da energia escura (WAGA, 2005) – são possivelmente as duas principais questões em aberto da Cosmologia atual. Para colocar estes dois problemas em perspectiva, em termos quantitativos, de acordo com os dados consolidados para os principais parâmetros cosmológicos, em maio de 2021, pelo sumário do WMAP – Wilkinson Microwave Anisotropy Probe , o universo é constituído aproximadamente da seguinte forma em termos percentuais: 4,6 % de matéria convencional (ou matéria bariônica), 23,3 % de matéria escura e 72,1 % de energia escura. Assim, de um modo mais informal, é possível afirmar que no Universo as coisas não são como parecem ser: tudo que conseguimos observar compõe apenas cerca de 5 % do universo (CLEGG, 2019). Isso quantifica a nossa “ignorância” atual, ou seja, a nossa falta de conhecimentos: assim, nos dias de hoje, conseguimos observar experimentalmente e explicar cientificamente apenas cerca de um vigésimo de tudo quanto existe no universo.

Enigmas como os da matéria escura e da energia escura representam, nos dias atuais, oportunidades científicas que são possivelmente da mesma escala de diversos desafios enfrentados pela Física do século XX, os quais produziram



transformações expressivas na ciência, como foi o caso da Teoria da Relatividade e da Mecânica Quântica (BAHCALL; PIRAN; WEINBERG, 2004). Portanto, abordar estes temas em atividades de Divulgação Científica e de Ensino de Física é importante também para apresentar para as novas gerações assuntos que com certeza serão foco de muitas pesquisas no futuro e para mostrar que a ciência é fruto de um processo coletivo de construção pela humanidade que continua se desenvolvendo e apresentando problemas que desafiam e estimulam a comunidade de cientistas.

O astrônomo Fritz Zwicky (1898-1974), na década de 1930, a partir das observações das velocidades das galáxias pertencentes à um aglomerado de galáxias denominado COMA, percebeu que a energia cinética de todo o aglomerado (obtida pelas velocidades das galáxias), não era compatível com a quantidade de energia potencial gravitacional (obtida por meio da contagem de objetos existentes e pela inferência de sua massa): a energia cinética inferida excedia, de uma forma expressiva, a quantidade de energia potencial gravitacional, ou seja, faltava matéria para explicar as altas velocidades observadas. Assim, deveria haver naquele sistema muito mais matéria do que podia ser observado opticamente. A denominação “genérica” de matéria escura foi conferida para este tipo desconhecido de matéria que é capaz de interagir gravitacionalmente, mas que não emite nenhum tipo de radiação eletromagnética. Mais à frente, as pesquisas realizadas pela astrônoma Vera Rubin (1928-2016), a partir da década de 1950, sobre a velocidade de rotação do disco de galáxias espirais, indicaram também que as altas velocidades das estrelas situadas nas regiões periféricas destas galáxias não podiam ser explicadas pela quantidade de matéria observada nelas: novamente, a conclusão era que deveria existir bem mais matéria nestas galáxias do que podia ser visto (VELTEN, 2020).



No final da década de 1990, uma descoberta realizada por dois grupos de pesquisa diferentes, liderados por Adam Guy Riess (1969-) e por Saul Perlmutter (1959-), alterou consideravelmente a compreensão cosmológica existente acerca do universo. A observação de explosões de Supernovas classificadas como sendo do tipo Ia, indicou que estes eventos apresentavam uma intensidade luminosa abaixo daquela que seria esperada se o universo estivesse em expansão desacelerada, como se deduzia até então que ocorresse, devido à atração gravitacional entre os objetos que existem no universo. As supernovas, com base em seu espectro óptico, são classificadas como sendo do tipo Ia, Ib, Ic ou II: as Supernovas do tipo Ia (SN Ia) são as mais luminosas e homogêneas e podem ser usadas como “velas padrão” (“*standard candles*”) para a determinação de distâncias extragalácticas (BRANCH; TAMMANN, 1992). Como solução para este problema, foi proposta a ideia de que o universo está passando por uma fase de expansão acelerada devido à existência de uma nova componente cósmica, a chamada energia escura: o efeito resultante disto era que estas supernovas estariam mais distantes do observador do que se imaginava anteriormente, o que esclareceria o fato de seu brilho ser menor. Para explicar esta aceleração da expansão do universo, a energia escura deveria ter propriedades antigravitacionais, ou seja, deveria ser repulsiva e não atrativa, como ocorre com a força de atração gravitacional atuando entre corpos constituídos de matéria convencional (VELTEN, 2020).

3. PERCURSO METODOLÓGICO

3.1. METODOLOGIA DA PESQUISA

Esta é uma pesquisa de natureza qualitativa que envolveu uma intervenção pedagógica de divulgação científica realizada no ambiente escolar, sobre tópicos



como matéria escura e energia escura que estão estreitamente relacionados a conteúdos tratados na disciplina de Física. Foram adotados procedimentos do tipo observação participante no percurso da coleta de dados. Basicamente, foram planejadas e realizadas atividades de divulgação científica para alunos do Ensino Médio, tendo como temas centrais a matéria escura e a energia escura. Após essas apresentações terminarem, os participantes responderam a um questionário curto (em papel), com perguntas tanto sobre o perfil de cada um, quanto sobre as suas concepções acerca dos assuntos tratados. As respostas foram inseridas em uma planilha eletrônica para a produção de tabelas e gráficos com porcentagens que foram fundamentais para uma melhor compreensão de todo o contexto educacional envolvido nas ações e dos seus impactos, bem como acerca do modo como os alunos concebem as questões científicas e educacionais que foram trabalhadas nas atividades implementadas.

Esta é uma investigação que buscou verificar as possibilidades de inserção de temas relacionados ao estudo da matéria escura e da energia escura em apresentações de Divulgação Científica, de modo a construir experiências de ensino realmente efetivas (MOURÃO, 2009). Neste sentido, como o assunto envolveu a área da Astronomia, foi fundamental propiciar aos alunos, no processo, uma visão cosmológica sobre as escalas espaciais e temporais do universo, apresentando-lhes os instrumentos científicos existentes para isto (BRASIL, 2002). Uma das fontes desta pesquisa neste sentido são os materiais didáticos produzidos pelo INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais para o Curso de Introdução à Astronomia e Astrofísica (CIAA) que é regularmente ministrado por esta instituição para professores da Educação Básica. Estes materiais e apostilas podem ser acessados no



site do INPE¹. Outras fontes de pesquisa úteis para pesquisas na área de Astronomia e que colaboraram para a realização deste trabalho são: o site do LIneA², o site do IAG-USP³, o site do IF-UFRGS⁴, o site ASTRONOO⁵, o site do Observatório Nacional⁶ e o site do “International Centre for Theoretical Physics – South American Institute for Fundamental Research (ICTP-SAIFR)”⁷.

O ponto de partida desta pesquisa foi o estudo da Literatura Científica de referência consolidada acerca de questões centrais para esta investigação como matéria escura, energia escura, Ensino de Física, Divulgação Científica, História da Ciência, fronteira da Ciência e aprendizagem de temas de Astronomia, em especial na Educação Básica.

No processo de pesquisa realizado, os dois autores deste artigo envolveram-se tanto na elaboração e realização das apresentações de Divulgação Científica propostas, quanto na mensuração dos seus impactos educacionais, de modo qualitativo, pela observação das reações do público atingido, e de modo quantitativo, pela coleta de dados por meio da aplicação de um questionário junto a este público. Trata-se, portanto, de uma pesquisa na qual os pesquisadores se engajaram ativamente no contexto educacional e nas situações de aprendizagem investigadas, interagindo e colaborando com todos os envolvidos.

¹ Disponível em: <<http://www.inpe.br/ciaa2019/material-curso.php>>.

² Disponível em: <<http://www.linea.gov.br/010-ciencia/1-projetos/2-des-brazil/aglomerados-de-galaxias/>>.

³ Disponível em: <<http://www.iag.usp.br/astrologia/>>.

⁴ Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/aglogal.htm>>.

⁵ Disponível em: <<http://www.astronoo.com/pt/>>.

⁶ Disponível em: <<https://www.gov.br/observatorio/pt-br>>.

⁷ Disponível em: <<https://www.ictp-saifr.org/>>.



3.2. METODOLOGIA PEDAGÓGICA

A partir da apropriação dos conhecimentos existentes sobre os eixos temáticos desta pesquisa, foram organizadas e realizadas atividades de Divulgação Científica sobre matéria escura e energia escura para alunos da Educação Básica de diferentes escolas públicas situadas no litoral norte do estado de São Paulo ao longo do ano de 2018. A pesquisa prévia realizada sobre o atual estado da arte dos conhecimentos existentes acerca do setor escuro permitiu realizar uma transposição didática que tornasse os conceitos científicos abordados mais compreensíveis. A linguagem utilizada também foi escolhida de modo a ser a mais adequada possível para o público de estudantes que iriam participar das ações de Divulgação Científica planejadas e os conteúdos foram trabalhados levando em consideração o nível de conhecimento dos participantes.

As apresentações de Divulgação Científica elaboradas procuraram evidenciar a forma como cientistas pensam e enfrentam desafios quando se defrontam com problemas para os quais ainda não há respostas científicas definitivas, como é o caso da energia escura e da matéria escura, de modo a despertar o interesse dos alunos não só pelos temas de Astrofísica em si, mas também pelas etapas do método científico. Um ponto de partida adotado diz respeito à importância de que se faça uma Divulgação Científica comprometida com a ideia de colaborar para a formação cidadã dos presentes, ampliando a visão deles a respeito da Ciência e superando reducionismos e visões distorcidas a respeito do fazer científico.



Normalmente, nas apresentações que duravam cerca de 30 minutos, era usado um projetor *datashow* com uma caixa de som acoplada a um computador, em um ambiente razoavelmente escuro com uma tela ou parede branca para projetar os slides e vídeos. Para ajudar nas explicações além de imagens e gráficos, foram apresentados também trechos de documentários e de vídeos de caráter científico disponíveis na plataforma *YouTube*.

4. RESULTADOS

As diferentes apresentações de Divulgação Científica sobre matéria e energia escura realizadas ao longo de 2018 permitiram ganhar maior experiência e conhecimento acerca das reações e dúvidas dos presentes acerca deste tipo de temática. No auditório do campus de Caraguatatuba do Instituto Federal de São Paulo (IFSP), esta apresentação ocorreu em dois momentos no primeiro semestre de 2018: em uma visita ao IFSP de um grupo de estudantes de Ensino Médio de uma escola estadual localizada em Caraguatatuba e durante o IV Minicurso Livre de Astronomia do IFSP-Caraguatatuba, uma atividade de extensão aberta a quem tivesse interesse por Ciência. Esta mesma apresentação também ocorreu em visitas que os autores deste artigo fizeram, em 2018, a quatro escolas estaduais localizadas no município de Caraguatatuba. Estas apresentações contaram com a presença de alunos que eram previamente selecionados pelos professores e gestores de cada escola.

O principal intuito das apresentações era que os alunos tivessem acesso a problemas científicos de fronteira da Física, de modo que pudessem compreender as maneiras pelas quais a Ciência atual é produzida e os desafios encontrados no



percurso. Em uma das apresentações, no caso da visita feita por estudantes de uma escola estadual de Ensino Médio, ao IFSP-Caraguatatuba, no primeiro semestre de 2018, os alunos, após o término das apresentações, responderam algumas perguntas de um questionário curto que foi elaborado e aplicado (em forma de papel) com o intuito de fornecer dados que permitissem entender a forma como se deu a recepção e a apropriação dos temas trabalhados, assim como sobre o perfil dos alunos presentes. Este questionário foi respondido por um número total de N=50 alunos. A seguir serão apresentados dados referentes às respostas dadas para as perguntas deste questionário, na forma de percentuais. No total, havia 6 questões (juntamente com duas perguntas iniciais sobre gênero e idade dos participantes, de modo a traçar o seu perfil) que foram respondidas pelos participantes.

Dos 50 estudantes que responderam ao questionário, 58 % eram do gênero feminino, enquanto 42 % eram do gênero masculino (Tabela 1). Nas outras apresentações realizadas também foi evidenciada uma participação sistematicamente maior de alunas em relação aos alunos.

Tabela 1: Distribuição das porcentagens por gênero dos alunos que participaram das ações.

GÊNERO	PORCENTAGENS
Feminino	58 %
Masculino	42 %
TOTAL	100 %

Fonte: Autores (2021).



No que diz respeito à distribuição de idades, como o público-alvo era constituído de alunos de Ensino Médio, 88 % tinham entre 14 e 16 anos de idade (Tabela 2).

Tabela 2: Distribuição das porcentagens por idade (em anos) dos alunos que participaram das ações.

IDADE (anos)	PORCENTAGENS
14	14 %
15	56 %
16	18 %
17	2 %
18	6 %
19 ou mais	4 %
TOTAL	100 %

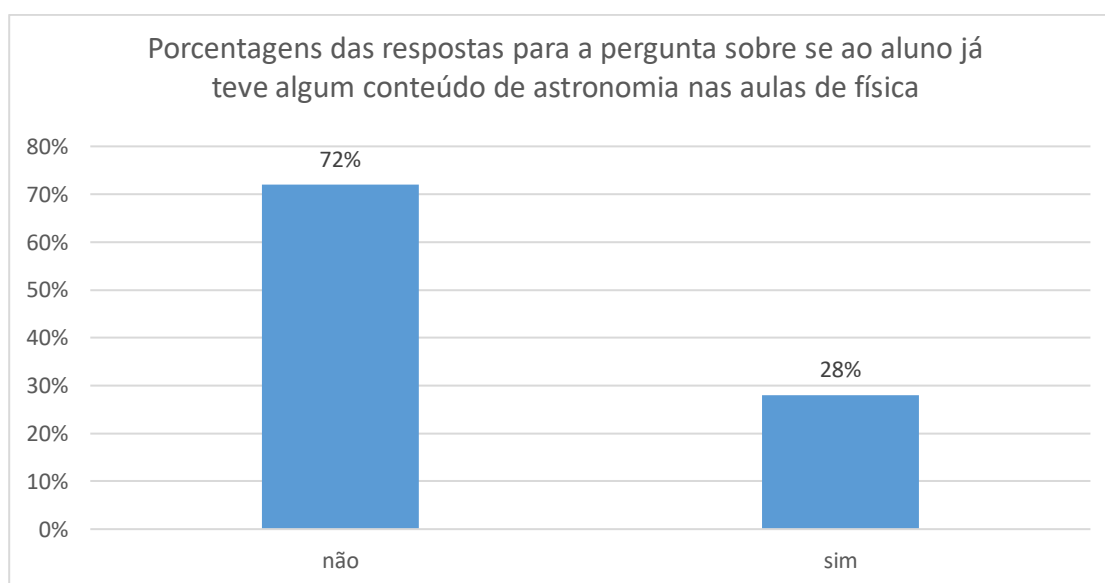
Fonte: Autores (2021).

A primeira pergunta do questionário indagou os alunos se eles já tiveram algum conteúdo de Astronomia abordado nas suas aulas de Física: uma grande maioria de 72% afirmou que não, enquanto uma minoria de 28 % respondeu que sim (Figura 1). De fato, há pesquisas indicando que a Astronomia, em geral, não tem uma presença tão expressiva no ensino quanto poderia se esperar dado o seu potencial didático e os interesses que ela desperta nos jovens (FARIA; VOELZKE, 2008). Para os alunos que



responderam esta pergunta afirmativamente, era feita a solicitação adicional de que eles citassem que tópico de Astronomia já tinha sido abordado em sala de aula na disciplina de Física e os assuntos mais mencionados foram em ordem decrescente de frequência: Cosmologia (citado por 12 % dos alunos), planetas (por 8 %), Sistema Solar (por 4 %), força gravitacional (por 2 %), buracos negros (por 2 %) e galáxias (por 2 %).

Figura 1: Gráfico com as porcentagens das respostas para a pergunta sobre se o aluno já teve conteúdos de Astronomia abordados nas aulas de Física (N=50).



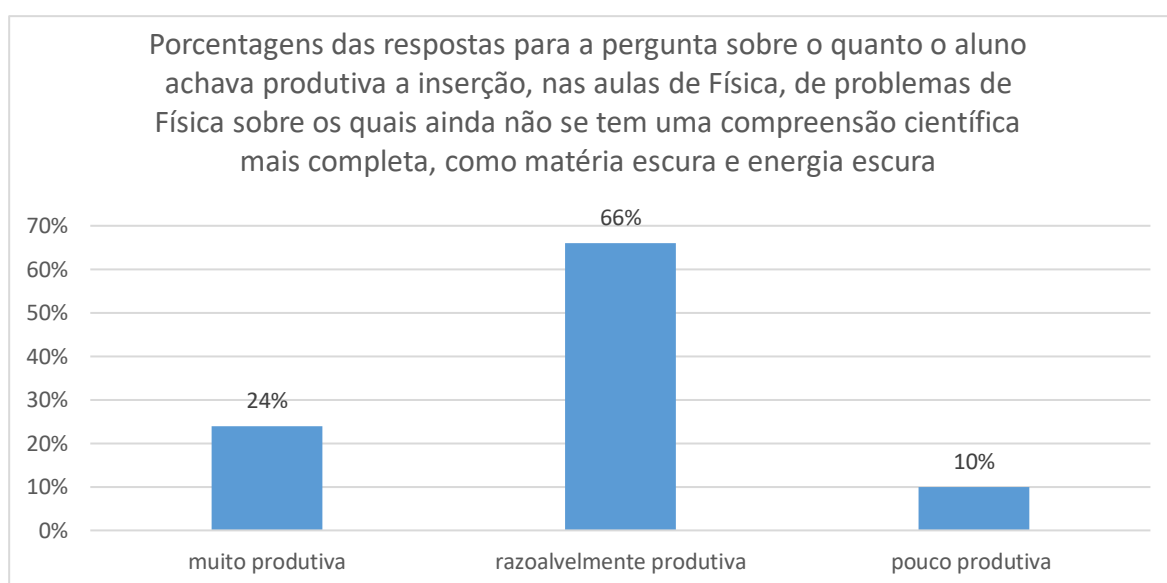
Fonte: Autores (2021).

A segunda pergunta do questionário indagava sobre o quanto o aluno julgava produtiva a inserção, nas aulas de Física, de problemas de Física sobre os quais ainda não se tem uma compreensão científica mais completa, como matéria escura e energia escura: 24 % consideraram muito produtiva, 66 % consideraram



razoavelmente produtiva e 10 % consideraram pouco produtiva esta inserção de temas de fronteira do conhecimento atual em aulas de Física (Figura 2). O trabalho educacional sobre aquilo que ainda é, pelo menos parcialmente desconhecido está inevitavelmente relacionado a incertezas, e algumas pessoas sentem-se inseguras quando não estão lidando com certezas. Adicionalmente, a ideia de senso comum equivocada de que a Ciência é a verdade pronta e acabada – associada à conhecida expressão “comprovado cientificamente” –, é muito disseminada no público leigo em geral, particularmente junto aos alunos da Educação Básica: deste modo, um trabalho com temas sobre os quais ainda não há uma explicação consensual da comunidade científica, pode deixar alguns alunos desconfortáveis, especialmente aqueles que não pensam ser este o papel tradicional associado às aulas de Física.

Figura 2: Gráfico com as porcentagens das respostas para a pergunta sobre o quanto o aluno achava produtiva a inserção, nas aulas de Física, de problemas de Física sobre os quais ainda não se tem uma compreensão científica mais completa, como matéria escura e energia escura (N=50).



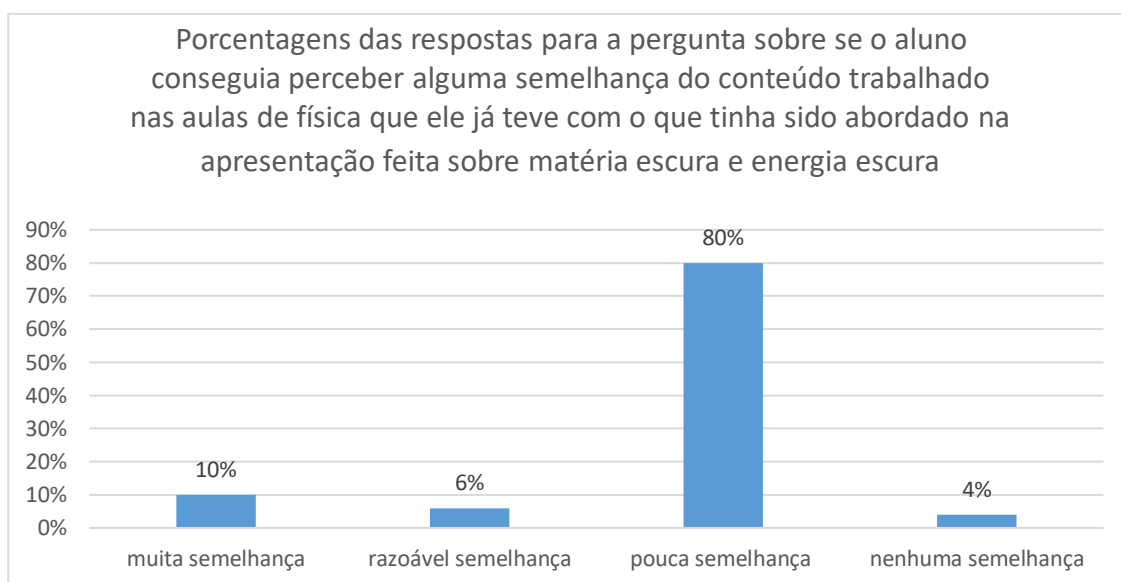
Fonte: Autores (2021).



A terceira pergunta do questionário indagava sobre se o aluno era capaz de perceber alguma semelhança do conteúdo abordado nas aulas de Física que ele já teve com o que tinha sido abordado na apresentação feita sobre matéria escura e energia escura: uma esmagadora maioria de quatro quintos (80 %) dos alunos respondeu que percebia pouca semelhança entre os conteúdos trabalhados nas aulas de Física do Ensino Médio e os temas abordados na apresentação feita sobre matéria escura e energia escura (Figura 3). Entretanto para situar melhor esta questão, durante a explicação a respeito da matéria escura, para abordar a discrepância existente sobre as velocidades de rotação das estrelas situadas na periferia das galáxias espirais, em relação ao centro dessas galáxias, foram utilizadas a equação da aceleração centrípeta, a lei da gravitação universal e a segunda lei de Newton da mecânica clássica, conteúdos que normalmente são abordados no primeiro ano do Ensino Médio (XIMENES, 2016). Adicionalmente, na explicação sobre a energia escura, foi feita uma analogia com o lançamento vertical ascendente de um objeto situado na superfície terrestre, um tema de cinemática que também é usualmente trabalhado no primeiro ano do Ensino Médio.

Figura 3: Gráfico com as porcentagens das respostas para a pergunta sobre se o aluno conseguia perceber alguma semelhança do conteúdo trabalhado nas aulas de Física que ele já teve com o que tinha sido abordado na apresentação feita sobre matéria escura e energia escura (N=50).



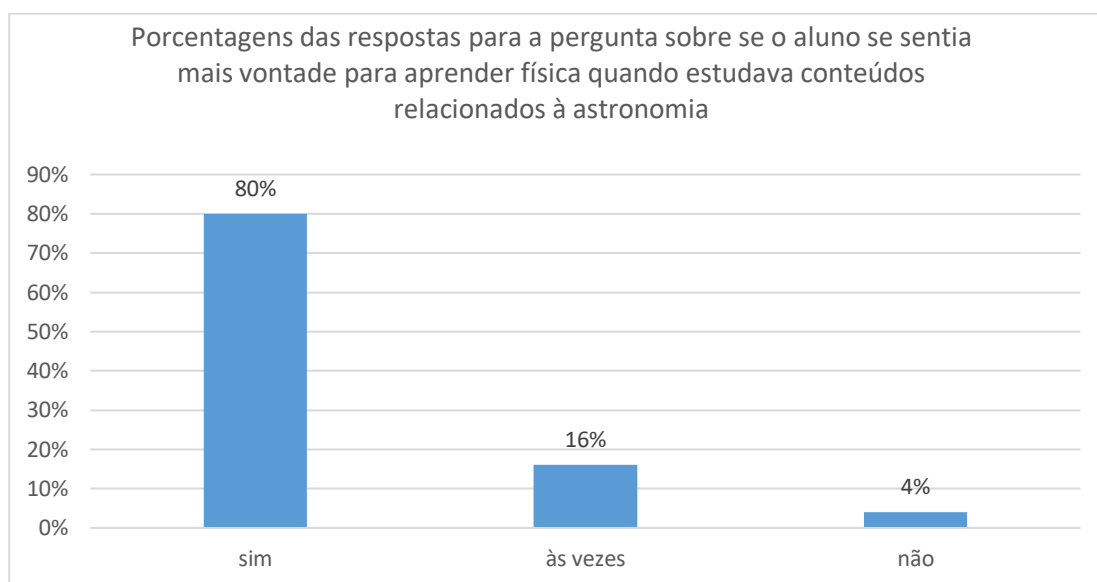


Fonte: Autores (2021).

A quarta pergunta do questionário indagava o aluno sobre se ele se sentia mais à vontade para aprender Física quando estudava conteúdos relacionados à Astronomia: a esmagadora maioria de 80 % (quatro em cada cinco alunos) respondeu que sim, indicando que a disciplina de Física que é vista com um certo grau de antipatia e aversão por uma parcela do público discente de nível médio, pode se tornar mais atraente e despertar mais interesse dos alunos ao abordar temas relacionados à Astronomia em suas aulas (Figura 4).

Figura 4: Gráfico com as porcentagens das respostas para a pergunta sobre se o aluno se sentia mais vontade para aprender Física quando estudava conteúdos relacionados à Astronomia (N=50).



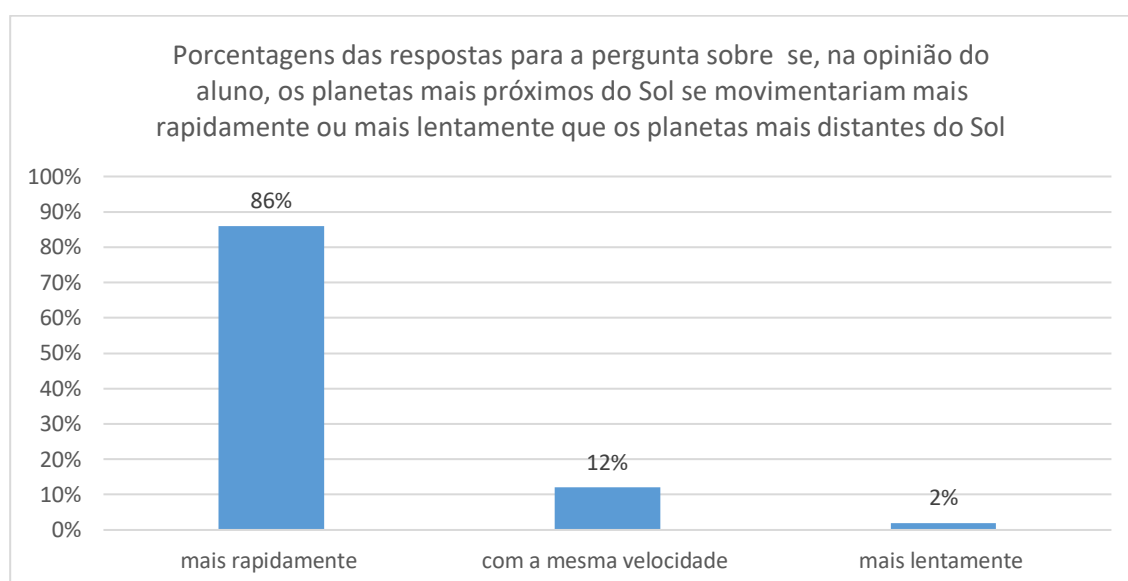


Fonte: Autores (2021).

A quinta pergunta do questionário indagava o aluno sobre se, na opinião dele, os planetas mais próximos do Sol se movimentariam mais rapidamente ou mais lentamente que os planetas mais distantes do Sol: a grande maioria (88%) respondeu que os planetas mais próximos do Sol se movimentavam mais rapidamente que os planetas mais distantes do Sol, algo que está de acordo tanto com a previsão da Física clássica, quanto com o que acontece na realidade (Figura 5). Este tema da velocidade de rotação orbital dos planetas foi discutido nas apresentações realizadas, quando se abordou a respeito das evidências experimentais acerca da existência de matéria escura: para explicar sobre isto, foram feitas analogias entre o movimento dos planetas ao redor do Sol e o movimento de estrelas ao redor do centro de galáxias espirais.

Figura 5: Gráfico com as porcentagens das respostas para a pergunta sobre se, na opinião do aluno, os planetas mais próximos do Sol se movimentariam mais rapidamente ou mais lentamente que os planetas mais distantes do Sol (N=50).





Fonte: Autores (2021).

A sexta e última pergunta do questionário, indagava o aluno sobre o quanto ele achava que ainda faltava para ser descoberto e desenvolvido na Física: todos os alunos (100%) responderam assinalando a opção segundo a qual faltava muita coisa a ser descoberta e desenvolvida na Física atual; nenhum aluno assinalou a outra opção, de que faltava pouca coisa a ser descoberta e desenvolvida na Física atual. Estas respostas foram consistentes com a ênfase das apresentações que procurou caracterizar a Ciência como um processo contínuo de construção pela humanidade e que teve como eixos temáticos dois tópicos de fronteira da Ciência – matéria escura e energia escura – sobre os quais há ainda, com certeza, uma amplitude de descobertas a serem realizadas e trabalhos a serem desenvolvidos.

Mesmo que o tamanho da amostra tenha sido relativamente pequeno e que não tenha ocorrido alguma metodologia estatística para a seleção dos alunos que responderam ao questionário (todos os alunos que estavam presentes em uma das apresentações, após o seu término, foram convidados a responderem ao



questionário), é possível notar, pelos dados obtidos com as respostas ao questionário e pelas observações que os autores fizeram em todas as apresentações que foram realizadas, que há um interesse expressivo acerca de temas de Astronomia por parte de uma parcela considerável dos alunos presentes nas atividades implementadas.

5. DISCUSSÃO

Entre os principais problemas não resolvidos da Ciência contemporânea estão aqueles que se referem à natureza desconhecida tanto da matéria escura, quanto da energia escura, algo que têm demandado estudos em diferentes partes do mundo, do ponto de vista teórico e observacional (ZIMDAHL, 2021). Matéria escura e energia escura são mistérios científicos de nosso tempo: enquanto esses tipos invisíveis de matéria e de energia parecem ser abundantes em nosso cosmos, os físicos tateiam no escuro cegos sobre sua natureza e origem (WOITHE; KERSTING, 2020).

A investigação sobre o setor escuro necessita de técnicas e conhecimentos de muitas subáreas diferentes da Física e da Astronomia, tornando este um problema que necessita de uma abordagem bastante interdisciplinar (MO; VAN DEN BOSCH; WHITE, 2010): o mesmo procedimento é aconselhável que seja feito no ensino acerca destes temas. Além disso, o trabalho com conceitos que estão sendo investigados contemporaneamente pela Cosmologia e pela Astrofísica, ao envolver controvérsias e debates, permite mostrar a Ciência como um processo dialético, vivo e em constante mudança, como algo inacabado e produto do esforço dos seres humanos e da sua interação com distintos níveis de realidade (DOPICO, 2019), como desafios esperando para serem resolvidos por cientistas das novas gerações, o que pode se tornar um elemento adicional motivador para estudantes da Educação Básica.



Aprender ciências envolve ser iniciado nas ideias e práticas da comunidade científica, dotando-as de significado no nível individual: o divulgador da ciência pode colaborar para este processo como mediador entre o conhecimento científico e os estudantes, ajudando-os a atribuírem sentido pessoal ao conhecimento apropriado. Assim, espaços e situações propícias para a aprendizagem são aquelas que efetivamente colaboram para que os alunos reflitam e se engajem ativamente na tentativa de compreender os fenômenos da natureza (GOMES *et al.*, 2021).

Embora a Ciência no passado já tenha sido dominada por pesquisadores individuais e isolados ou por grupos pequenos e localizados de cientistas, os avanços na tecnologia revolucionaram as formas como a Ciência é praticada e comunicada. As grandes colaborações de cientistas surgiram como o novo padrão: é a chamada “Big Science”. Projetos de Astronomia de grande escala se utilizam de pesquisas baseadas em evidências para esclarecer questões fundamentais sobre o nosso Universo. A vontade de resolver mistérios, como sobre a natureza da matéria escura e da energia escura, impulsiona o envolvimento nas tarefas, o desenvolvimento de instrumentos, a implementação de projetos e o compartilhamento de dados. Mas essas colaborações em larga escala pressupõem a cooperação e o respeito entre cientistas de diversas idades, gêneros e culturas, provocando um enriquecimento cultural dos envolvidos e experiências inovadoras que podem ser usadas também para captar o interesse do público pela Ciência (WOLF *et al.*, 2018). Este é um ponto que foi destacado nas apresentações, para que os alunos adquirissem uma visão mais realista sobre como a pesquisa em Astrofísica é realizada atualmente.

A Divulgação da Ciência é uma atividade importante para a sociedade. Deste modo, é necessário combater o estigma existente em partes do mundo acadêmico



segundo o qual o envolvimento público em ações de popularização da Ciência é considerado algo fora do escopo das tarefas profissionais de professores universitários e cientistas em geral. O preconceito acadêmico, associado à percepção de que pesquisadores que participam de atividades de extensão para o público leigo (em especial para crianças e adolescentes), ocupam um status marginal, é extremamente maléfico para a Educação Universitária e para a Educação Básica (FARAHI *et al.*, 2019).

As atividades de Divulgação Científica sobre Astronomia, quando bem exploradas, contribuem significativamente para a popularização de conhecimentos desta disciplina, bem como com uma melhor compreensão sobre os conceitos de Física envolvidos (COSTA JUNIOR *et al.*, 2018). Elas colaboram também para uma ampliação da visão de universo, propiciando uma perspectiva cósmica, que propicie que os alunos consigam se situar melhor, tanto no tempo, quanto no espaço, em termos da História do universo, de acordo com os conhecimentos produzidos pela Cosmologia até os dias de hoje (AGUIAR, 2010).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo investigou as potencialidades existentes e algumas estratégias possíveis para o trabalho didático com os temas da matéria escura e da energia escura por meio de atividades de Divulgação Científica realizadas com o intuito de desafiar os alunos a se apropriarem de conhecimentos que permitissem a eles uma compreensão efetiva de dois dos mais importantes problemas científicos enfrentados pela Astrofísica atualmente, estimulando-os, concomitantemente, a imaginarem soluções para estes problemas.



Os dados obtidos e as observações feitas durante esta pesquisa indicam que há um considerável interesse por parte dos alunos de Ensino Médio por temas de Astronomia, algo que pode ser bem utilizado por professores de Física, tanto para despertar o interesse e a curiosidade dos estudantes, quanto para trabalhar conceitos físicos – em particular de Mecânica Clássica – de modo a produzir uma aprendizagem mais efetiva. Além disso, foi possível notar que o trabalho didático com temas de fronteira da Ciência, além de ser desafiador para os alunos, pode ser uma forma de levar os estudantes a entenderem melhor como é a forma de pensar e de agir da Ciência, quando ela precisa “atacar” um certo problema em busca de soluções e de uma compreensão mais bem estruturada dos fenômenos naturais.



AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao IFSP pelo apoio concedido a esta pesquisa.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Ricardo Rechi. **Tópicos de Astrofísica e Cosmologia**: Uma aplicação de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. São Paulo: Dissertação de Mestrado – USP, 2010. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-25012011-112911/en.php>>. Acesso em: 30 nov. 2021.

BAHCALL, John; PIRAN, Tsvi; WEINBERG, Steven. **Dark Matter in the Universe** (2nd Edition) – 4th Jerusalem Winter School For Theoretical Physics. Singapore: World Scientific, 2004.

BRANCH, David; TAMMANN, G. A. Type Ia Supernovae as standard candles. **Annual Review of Astronomy and Astrophysics**, v. 30, p. 359-389, 1992. Disponível em: <<https://articles.adsabs.harvard.edu//full/1992ARA%26A..30..359B/0000359.000.html>>. Acesso em: 8 dez. 2021.

BRASIL. **PCN+ Ensino Médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.



CALDAS, Jocasta; CRISPINO, Luís Carlos Bassalo. Formação e Vocação: Palestras de Divulgação Científica para a Educação Básica na Amazônia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, p. 678-688, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2018v35n2p678/37454>>. Acesso em: 30 nov. 2021.

CARNEIRO, Dalira Lúcia Cunha Maradei; LONGHINI, Marcos Daniel. Divulgação Científica: as representações sociais de pesquisadores brasileiros que atuam no campo da Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 20, p7-35, 2015. Disponível em: <<https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/204/307>>. Acesso em: 30 nov. 2021.

CLEGG, Brian. **Dark Matter & Dark Energy: The Hidden 95 % of the Universe**. London, UK: Icon Books, 2019.

COSTA JUNIOR, Edio da *et al.* Divulgação e Ensino de Astronomia e Física por meio de abordagens informais. **Revista Brasileira de Ensino Física**, v. 40, n. 4, e5401, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2018-0051>>. Acesso em: 30 nov. 2021.

DAMINELI, Augusto; STEINER, João. **O fascínio do universo**. São Paulo: Odysseus, 2010.

DIAS, Claudio André C. M.; RITA, Josué R. Santa. Inserção da Astronomia como disciplina curricular do Ensino Médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 6, p. 55-65, 2008. Disponível em: <<https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/121/145>>. Acesso em:



29 nov. 2021.

DOPICO, Sabrina Isis Brugnarotto. **Como o Ensino de Cosmologia pode contribuir para o desenvolvimento de atitudes transdisciplinares nos alunos?** Porto Alegre: Mestrado (PUCRS), 2019. Disponível em: <<https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/14973/1/000495055-Texto+Completo-0.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2021.

FARAH, A. *et al.* **Astronomers' and physicists' attitudes toward education & public outreach: a programmatic study of the dark energy survey.** ArXiv, 2019. <<https://arxiv.org/pdf/1805.04034.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2021.

FARIA, Rachel Zuchi; VOLEZKE, Marcos Rincon. Análise das características da aprendizagem de astronomia no ensino médio nos municípios de Rio Grande da Serra, Ribeirão Pires e Mauá. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 4, 4402, 2008. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbef/a/csMfN6zwXKjb9hxjRR8KNvB/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 28 nov. 2021.

FRÓES, André Luís Delvas. **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>>. Acesso em: 30 nov. 2021.

GOMES, Verenna Barbosa *et al.* Contribuições de textos de divulgação científica para o ensino de ciências numa abordagem CTS. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, v. 8, n. 01, 2021. Disponível em: <<https://ojs.ifes.edu.br/index.php/dect/article/view/1054>>. Acesso em: 29 nov. 2021.



KANTOR, Carlos Aparecido. **A Ciência do céu: uma proposta para o Ensino Médio**. São Paulo: Dissertação de Mestrado – USP, 2001. Disponível em: <<https://www.btdea.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/a-ciencia-do-ceu-uma-proposta-para-o-ensino-medio>>. Acesso em: 30 nov. 2021.

MO, Houjun; VAN DEN BOSCH, Frank; WHITE, Simon. **Galaxy formation and evolution**. Cambridge, UK: Cambridge Press, 2010.

MOURÃO, D. R. Astrofísica: Por que e como ensiná-la no Ensino Médio. Um estudo qualitativo da inserção da matéria de Astrofísica no currículo de Física pelos Parâmetros Curriculares Nacionais. **Scientia Plena**, v. 5, n. 12, 2009. Disponível em: <<https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/681/351>>. Acesso em: 30 nov. 2021.

NASCIMENTO, Tatiana Galieta. Definições de Divulgação Científica por jornalistas, cientistas e educadores em ciências. **Ciência em Tela**, v. 1, n. 2, p. 1-8, 2008. Disponível em: <<http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/artigos/0208nascimento.pdf>>. Acesso em: 8 dez. 2021.

SCHIPANSKI, Henrique José; VOGEL, Huilquer Francisco. Diagnóstico do Ensino de Astronomia nas escolas da região do contestado. **Luminária**, v. 19, n. 2, p. 13-21, 2017. Disponível em: <<http://periodicos.unespar.edu.br/index.php/luminaria/article/view/1816>>. Acesso em: 30 nov. 2021.

SHULGA, V. M. *et al.* **Astrophysical and cosmological problems of invisible mass and dark energy in the Universe**. ArXiv, 2013. Disponível em:



<<https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1304/1304.4611.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2021.

VELTEN, Hermano. Matéria escura, energia escura e a busca por uma nova teoria para a gravitação. **Cadernos de Astronomia**, v. 1, n. 1, p. 40-51, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.ufes.br/astrofotografia/article/view/31674/21243>>. Acesso em: 30 nov. 2021.

WAGA, Ioav. Cem anos de descobertas em Cosmologia e novos desafios para o século XXI. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 27, n. 1, 2005. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rbef/v27n1/a18v27n1.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2021.

WOITHE, J.; KERSTING, M. **Bend it like dark matter!** ArXiv, 2020. Disponível em: <<https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/2010/2010.14826.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2021.

WOLF, R. C. *et al.* **New Science, New Media: An Assessment of the Online Education and Public Outreach Initiatives of The Dark Energy Survey.** ArXiv, 2018. Disponível em: <<https://arxiv.org/pdf/1804.00591.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2021.

XIMENES, Samuel Jorge Carvalho. **Matéria escura no Ensino Médio.** Rio de Janeiro: Mestrado (IF-UFRJ), 2016. Disponível em: <https://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2016_Samuel_Ximenes/dissertacao_Samuel_Ximenes.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2021.

ZIMDAHL, Winfried. Big Bang & Energia Escura: problemas atuais da Cosmologia. **Cadernos de Astronomia**, v. 2, n. 1, p. 106-114, 2021. Disponível em: <<https://periodicos.ufes.br/astrofotografia/article/view/33624/22915>>. Acesso em: 30 nov. 2021.

