



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM FÍSICA LICENCIATURA

HIAGO LIMA SARAGOSSA

**TÓPICOS DE ASTRONOMIA E COSMOLOGIA USADOS PARA ENTUSIASMAR
ALUNOS EM RELAÇÃO A APRENDIZAGEM POR MEIO DA
CONTEXTUALIZAÇÃO E DO MÉTODO INVESTIGATIVO**

FORTALEZA

2023

HIAGO LIMA SARAGOSSA

TÓPICOS DE ASTRONOMIA E COSMOLOGIA USADOS PARA ENTUSIASMAR
ALUNOS EM RELAÇÃO A APRENDIZAGEM POR MEIO DA CONTEXTUALIZAÇÃO
E DO MÉTODO INVESTIGATIVO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Física do Centro de
Ciências da Universidade Federal do Ceará,
como requisito parcial à obtenção do grau de
Licenciado em Física.

Prof. Dr. Daniel Brito de Freitas.

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S245t Saragossa, Hiago Lima.
Tópicos de astronomia e cosmologia usados para entusiasmar alunos em relação a aprendizagem por meio da contextualização e do método investigativo / Hiago Lima Saragossa. – 2023.
59 f.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Física, Fortaleza, 2023.
Orientação: Prof. Dr. Daniel Brito de Freitas.
1. Ensino de Física. 2. Proposta de aula. 3. Investigação científica. 4. contextualização e buracos negros. I. Título.

CDD 530

HIAGO LIMA SARAGOSSA

TÓPICOS DE ASTRONOMIA E COSMOLOGIA USADOS PARA ENTUSIASMAR
ALUNOS EM RELAÇÃO A APRENDIZAGEM POR MEIO DA CONTEXTUALIZAÇÃO
E DO MÉTODO INVESTIGATIVO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Física do Centro de
Ciências da Universidade Federal do Ceará,
como requisito parcial à obtenção do grau de
Licenciado em Física.

Prof. Dr. Daniel Brito De Freitas.

Aprovada em: / /2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Daniel Brito de Freitas (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Nildo Loiola Dias
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Afrânio Araújo Coelho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dedicatória

Aos meus colegas estudantes do curso de licenciatura em Física.

Aos meus professores que dedicam seu tempo e esforço a ministrar as aulas.

Aos servidores da Universidade Federal do Ceará.

Em especial ao Professor Doutor Daniel Brito.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de iniciar expressando meu profundo agradecimento a minha mãe, Adair da Silva Lima, que foi a maior defensora dos meus estudos na face da Terra; todos os seus resumos, noites estudando matérias que eu tinha dificuldade, que contratou professores particulares quando tirava nota baixa, entre tantos outros esforços financeiros e suporte emocional. Quero dedicar um agradecimento especial a minha avó, Nair da Silva Lima, que foi uma protetora e guardiã durante toda a minha infância, e que hoje está no céu tendo muito orgulho do homem que me tornei. À minha família no geral, que sempre me incentivou a me empenhar nas atividades acadêmicas.

Aos meus amigos do grupo Trivial, pelo o apoio em todas as dúvidas, questões que me explicaram, trabalhos em grupo, e por toda a experiência compartilhada em sala de aula. Aos meus amigos do Curso Aprender, por compartilharem comigo grande parte do que aprendi até hoje sobre sala de aula. Ao Professor Doutor Daniel Brito, por todo o apoio nesta última etapa de graduação.

"A mind that opens to a new idea will never return to its original size." (Albert Einstein).
"A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original." (Albert Einstein).

RESUMO

O ensino de física se tornou algo mecânico e maçante na maioria das escolas, visando deter essa visão maléfica, apresento neste trabalho uma proposta de aula mais interessante e que cause entusiasmo nos alunos em geral, através de métodos eficientes como investigação e contextualização, em que o professor tenha o papel de instigar e despertar nos alunos um senso crítico sobre a ciência através da investigação. O uso do conhecimento prévio para contextualizar e aproveitar o que o aluno já sabe, a fim de mostrar para ele que a gnose pode ser simples e útil quando aplicado corretamente. Abaixo, será abordado o tema relacionado a “Buracos Negros” e todas suas correlações. A utilização da interrogativa para dar início ao processo de aula, deve-se procurar uma contextualização em uma sociedade pós-pandêmica para que o senso crítico como base da BNCC seja realizado como papel prioritário da Física no Ensino Médio. O poder da retórica não é exclusivo aos professores ou orientadores e suas emplacadas honras outorgadas pelo poder docente, pelo contrário, o discente e todas suas ingerências dominam e precisam imperar suas indagações e assim criar uma resposta concreta e relevante com intuito final de sanar e resultar no aprendizado significativo.

Palavras-chave: Ensino de física, proposta de aula, investigação, contextualização e Buracos Negros.

ABSTRACT

The teaching of physics has become something mechanical and dull in most schools. In order to counteract this harmful view, I present in this work a more interesting lesson proposal that generates enthusiasm among students in general, through efficient methods such as investigation and contextualization. The teacher has the role of stimulating and awakening in students a critical sense of science through investigation, and using their prior gnosis to contextualize and make use of what the student already knows, in order to show them that knowledge can indeed be simple and useful when applied correctly. Below, the topic related to “Black Holes” and all its correlations will be discussed. Resorting to the interrogative to start the class process, one must seek a contextualization in a post-pandemic society so that the critical sense as the basis of the BNCC is carried out as a priority role of Physics in High School. The power of rhetoric is not exclusive to professors or advisors and their emphasizing honors bestowed by the teaching power, on the contrary, the student and all his interference dominate and need to prevail their inquiries and thus create a concrete and relevant answer with the final intention of remedying and resulting in meaningful learning.

Keywords: Physics education, lesson proposal, investigation, contextualization and Black Hole.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Calendário lunar	20
Figura 2	- Sistema solar 1.....	23
Figura 3	- Sistema solar 2.....	25
Figura 4	- Lei da gravitação de Newton.....	25
Figura 5	- Terra e Lua.....	27
Figura 6	- Buracos Negros	28
Figura 7	- Stephen W. Hawking	29
Figura 8	- Buracos Negros	31

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Pergunta 1	44
Gráfico 2 - Pergunta 2	45
Gráfico 3 - Pergunta 3	45
Gráfico 4 - Pergunta 4	45
Gráfico 5 - Pergunta 5	45
Gráfico 6 - Pergunta 6	46
Gráfico 7 - Pergunta 7	46
Gráfico 8 - Pergunta 8	46
Gráfico 9 - Pergunta 9	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Sistema Solar	24
Tabela 2	- Contextualização de Buracos Negros.....	43
Tabela 3	- Amostra 1º ano	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CIRET	<i>Centre International de Recherches et d'Études Transdisciplinaires</i>
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
EM13CNT301	<i>Tecnologia e Linguagem Científica</i>
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
PC	Parcialmente corretas
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Estudantes
PTD	Plano de Trabalho Docente
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TDIC	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
UFC	Universidade Federal do Ceará
UNESCO	<i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	18
2.1	Objetivos específicos	18
3	REFERENCIAL TEÓRICO	19
3.1	Importância da Astronomia e Cosmologia	19
3.2	Buracos negros, uma abordagem acessível	20
3.2.1	<i>Estrelas e suas utilidades</i>	21
3.2.2	<i>Gravidade dos planetas e sua relação com massa e tamanho dos mesmos</i>	22
3.2.3	<i>Órbitas e como nos movemos no espaço, uma contextualização de sistema solar em buracos negros</i>	23
3.2.4	<i>Gravitação Universal de Newton</i>	25
3.2.5	<i>Formato da terra</i>	26
3.3	Influência do Einstein no estudo de Buracos Negros	27
3.4	O que são Buracos Negros?	28
3.5	Teorias sobre Buracos Negros, sua origem e porquê estudá-los	30
4	METODOLOGIA	32
4.1	O uso da interdisciplinaridade na Astronomia e o papel do professor em relação ao ensino	33
4.2	A construção do conhecimento ligado aos avanços tecnológicos	34
4.3	Método investigativo aplicado ao ensino e seus benefícios	35
4.4	Conexão entre conhecimento prévio dos alunos, utilizados para uma aula mais explicativa e contextualizada	37
4.5	Outras visões (transdisciplinaridade e multidisciplinaridade)	38
4.6	Metodologia utilizada na aula	39
4.7	Incentivo e entusiasmo fundamentais para a utilização da metodologia	41
4.8	Metodologia investigativa na prática	42
4.9	Metodologia de contextualização	43
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
6	PERSPECTIVAS E CONCLUSÕES	52
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
	REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

O ensino de física no Brasil tem longa tradição e ótimos cientistas; paradoxalmente, existe uma carência nos ensinamentos fundamental e médio de Ciências e Física, respectivamente. E isso se deve por fatores externos, além da Física em si, como economia, valorização do professor em sala de aula, valores de horas-aula, sob os quais o professor é visto como vilão no procedimento de aprendizagem, pela não conscientização dos alunos, visto que eles precisam se esforçar juntamente ao professor para absorver o conteúdo.

Esse ensino está em crise. A carga horária semanal que chegou a 6 horas-aula por semana, hoje é de 2 ou menos. Aulas de laboratório praticamente não existem. Faltam professores de Física, nas escolas e os que existem são obrigados a treinar os alunos para as provas, para as respostas corretas, ao invés de ensinar Física. A interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade são confundidas com não disciplinaridade e tiram a identidade da Física. Os conteúdos curriculares não vão além da Mecânica Clássica e são abordados da maneira mais tradicional possível, totalmente centrada no professor, baseada no modelo de narrativa criticado por Finkel (1999), na educação bancária de Freire (2007), no comportamentalismo de Skinner (1972). O resultado desse ensino é que os alunos, em vez de desenvolverem uma predisposição para aprender Física, como seria esperado para uma aprendizagem significativa, geram uma indisposição tão forte que chegam a dizer, metaforicamente, que “odeiam” a Física (Moreira, 2018).

A falta de aulas de laboratórios está atrelada diretamente à carência de interesse tanto dos alunos quanto dos professores em relação à ciência. O professor muitas vezes perde seu papel de incentivador, deixando o aluno com um único objetivo: obter a média na matéria previamente designada. Esse “ódio” pela física pode ser maléfico pelo fato de que muitas vezes a matéria é decorada ou até depreciada pelos alunos e, infelizmente, deixa uma lacuna de conhecimento, a qual não prepara o indivíduo prestes a solucionar problemas e muito menos a alcançar resultados positivos nos vestibulares subsequentes.

Nas sociedades contemporâneas, muitos são os exemplos da presença da Ciência e da Tecnologia, e de sua influência no modo como vivemos, pensamos e agimos: do transporte aos eletrodomésticos; da telefonia celular à internet; dos sensores óticos aos equipamentos médicos; da biotecnologia aos programas de conservação ambiental; dos modelos submicroscópicos aos cosmológicos; do movimento das estrelas e galáxias às propriedades e transformações dos materiais. Além disso, questões globais e locais com as quais a Ciência e a Tecnologia estão envolvidas – como desmatamento, mudanças climáticas, energia nuclear e uso de transgênicos na agricultura – já passaram a incorporar as preocupações de muitos brasileiros. Nesse contexto, a Ciência e a Tecnologia tendem a ser encaradas não somente como ferramentas capazes de solucionar problemas, tanto os dos indivíduos como os da sociedade, mas também como uma abertura para novas visões de mundo (BNCC, 2017, p. 549).

A partir do supracitado, este estudo mostra uma perspectiva de uma aprendizagem mais interessante e empolgante para os alunos, na qual eles realmente entendam os conteúdos, baseando-se na sua própria dúvida e sendo auxiliados pela contextualização e investigação. Vista acima a importância da ciência em nossa sociedade, é imprescindível que o colégio e as instituições de ensino e professores estejam preparados para atender essa demanda de formação de novos cientistas e mentes capazes de solucionar questionamentos, e não apenas aprovar o aluno sem bases concretas de ensino necessárias para a continuidade dos anos letivos seguintes.

É preciso pensar em como ensinar esses conteúdos, é preciso dar atenção à didática específica, à transferência didática, a como abordar a Física de modo a despertar o interesse, a intencionalidade, a predisposição dos alunos, sem os quais a aprendizagem não será significativa, apenas mecânica para “passar” (Moreira, 2018).

Perante um panorama de insatisfação e desinteresse na área da educação, o processo de ensino e aprendizagem busca por novos métodos de docência, que visam motivar e interessar os alunos em seu conhecimento. O trabalho exposto sugere o uso do método investigativo, trata-se de um dispositivo que propõe aguçar os alunos a refletir, argumentar e debater assuntos em sala de aula, por meio de circunstâncias vivenciadas e indagações.

O objetivo deste trabalho é ponderar como a metodologia investigativa e contextualizada pode ser um instrumento cabal no ensino. Para tal propósito, foi elaborada uma unidade didática discutindo o tema aludido com uma atuação investigativa, predisposto a averiguar quais as vantagens de se usar o exercício docente por investigação ao lado da contextualização.

Dessa maneira, podemos observar com as práticas de ensino da física uma maior aceitação por parte dos alunos, incentivando a aprendizagem do conteúdo, e induzindo o conhecimento através de perguntas. Isso torna possível que haja uma perspectiva atrelada ao método socrático, de busca pelo conhecimento, como podemos analisar em Café (2022),

[...] focaremos na característica da filosofia socrática de condicionar seus discípulos a uma reflexão sobre suas próprias afirmações e conclusões, mostrando a carência e a superficialidade do que é conhecido, estimulando uma autorreflexão na busca de autonomia e conhecimento, por meio da ironia e da maiêutica, associada a valorização da crítica e do pensamento autônomo do aluno em busca da virtude e do bem viver.

Com base nisso, ressalto que essa prática do ensino da física pode gerar uma maior aceitação e empenho por parte dos alunos.

Desta forma, foi empregado um questionário aos alunos a fim de avaliar a proposta metodológica. O plano e o questionário foram executados em uma turma de Ensino Médio, estabelecida em uma escola particular no município de Fortaleza. Foi possível perceber o envolvimento ativo dos estudantes na aula e a animação dos próprios com a demonstração especuladora. O ensino investigativo comporta atingir a motivação e o interesse compareceram presentes no momento da aplicação, confirmando que um ensino ativo pode ser feito por meio desse método, que será definida e explicada em próximos capítulos.

Este trabalho tem o foco em utilizar perguntas e questionamentos para entusiasmar os alunos em relação a aprendizagem de física, tornando-a mais acessível e palpável para os alunos, fugindo em parte, de métodos tradicionais e mecânicos. Com o objetivo de dar ao aluno outro olhar para a física, um olhar de utilidade, de surpresa, de que naquela matéria existem respostas para seus questionamentos. Esse “brilho no olho” pela física é o que está faltando em algumas instituições e em alguns professores também, ocasionalmente, pelo pouco incentivo governamental ou pela falta de estrutura no geral, mas que cabe ao professor entender que deve mostrar que a física é fantástica e desafiadora.

Os processos e práticas de investigação merecem também destaque especial nessa área. Portanto, a dimensão investigativa das Ciências da Natureza deve ser enfatizada no Ensino Médio, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área. A abordagem investigativa deve promover o protagonismo dos estudantes na aprendizagem e na aplicação de processos, práticas e procedimentos, a partir dos quais o conhecimento científico e tecnológico é produzido. Nessa etapa da escolarização, ela deve ser desencadeada a partir de desafios e problemas abertos e contextualizados, para estimular a curiosidade e a criatividade na elaboração de procedimentos e na busca de soluções de natureza teórica e/ou experimental (BNCC, 2017, p. 550,551).

As aulas apresentadas neste trabalho seguem uma série de perguntas que os alunos devem responder antes da aula, a fim de que o professor discuta com eles. Logo após, o professor deve iniciar a aula de forma que os alunos fiquem ansiosos positivamente pelas respostas, e por fim, é aplicado um teste de conhecimento sobre a aula, ou uma atividade do material didático adotado pela instituição e tido pelo aluno.

O aluno que está no ensino médio ou anos finais será em pouco tempo um membro atuante da sociedade; ele vai por diversas vezes precisar de protagonismo, raciocínio lógico, entre outras habilidades necessárias. O método de aula que a escola deve desenvolver

é o apresentado nas páginas abaixo, tal perspectiva é uma forma de utilizar o conhecimento prévio do aluno a favor dele, e deixando-o como protagonista do seu entendimento, através das perguntas ele se sente desafiado, se sente cobrado a pensar logicamente sobre um assunto. Quando isso acontece em uma turma, quando os questionamentos se juntam e começam a haver debates sobre ciência, o objetivo da aula está alcançado, pois é isso que esse método de aula busca, tornar os alunos seres pensantes e complementar o que eles já sabem e ensiná-los e incentivá-los a pensar.

Segundo Freire (1996), “quando o homem compreende a sua realidade, pode levantar hipóteses sobre o desafio dessa realidade e procurar soluções. Assim, pode transformá-la e o seu trabalho pode criar um mundo próprio”. Visto isso, cabe aos jovens serem capazes de compreender e reter tal capacidade.

O protagonismo do aluno está centrado no aprendizado. Ensinar deve garantir o aprendizado e, para isso, o educador deve respeitar as particularidades dos alunos e observá-las constantemente. O docente, além de ser um mediador de conhecimentos, tem a função de estimular o entusiasmo do aluno a fim de instigar o protagonismo. Vivemos em um mundo onde as crianças chegam à escola com uma grande bagagem de conhecimentos anteriores e muitas vezes os educadores não sabem como desenvolver um trabalho em que esses conhecimentos sejam valorizados, e acabam somente cobrando aprendizagens mecanicistas dos alunos. No entanto, mais importante que cobrar uma resposta é estimular questionamentos que levem os alunos a encontrarem e interpretar os resultados de uma pesquisa, por exemplo, ou levar casos práticos de aplicação do que é aprendido. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) inclui propostas de incentivo ao protagonismo dos alunos, da Educação Infantil aos anos finais do fundamental. Na primeira etapa da Educação Básica, a BNCC garante seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento para as crianças: conviver, brincar, participar, explorar, expressar e conhecer-se.

Nessa fase, deve-se garantir que os alunos exercitem seu protagonismo tanto na criação como realização das atividades cotidianas em sala de aula, na escolha das brincadeiras, dos materiais e dos ambientes, desenvolvendo linguagens e elaborando conhecimentos.

É importante incentivar cada aluno a tentar soluções, perguntar e interagir, em um processo muito mais ligado às possibilidades abertas pelas interações infantis do que a um roteiro de ensino preparado apenas pelo educador. Nos anos iniciais do Ensino Fundamental, o trabalho deve ser continuado a partir das experiências na educação infantil, com a valorização das situações lúdicas de aprendizagem.

A intenção é que a escola proporcione um ambiente, projetos e práticas pedagógicas favoráveis para que a criança e o adolescente desenvolvam sucessivamente sua autonomia. Essa autonomia vale tanto para a administração dos seus próprios estudos, quanto para a sua atuação em sociedade e para a construção do seu projeto de vida.

A motivação deste trabalho se baseia na minha curta experiência como professor, e de ouvir tantas vezes que “física é difícil” ou ver alunos olhando para essa ciência de forma tão traumatizada e receosa, e de ter a consciência de que cabe a mim, como futuro graduado em Física-licenciatura, mudar esse panorama e mostrar que esta área do conhecimento tem sim sua enorme importância, e que ela pode ser vista de forma descontraída e interessante. E mesmo que o aluno não seja tocado pelo entusiasmo na matéria, que ele minimamente entenda que pode e deve pensar logicamente, e se questione sobre o que ele realmente sabe ou não.

Nas próximas páginas veremos:

- A) Objetivos gerais e específicos do trabalho;
- B) Referências teóricas no qual foram baseados a aula;
- C) Definição e análise sobre os métodos de investigação e contextualização;
- D) Metodologia utilizada;
- E) Gráficos e Resultados;
- F) Considerações finais.

2 OBJETIVOS

Gerar entusiasmo pela ciência, através de aulas mais diferenciadas e dinâmicas, a fim de mostrar ao aluno a riqueza que é o conhecimento.

2.1 Objetivos específicos

- Gerar interesse dos alunos por astronomia e cosmologia através de perguntas e questionamentos;
- Tornando a sala de aula um ambiente de discussão e não de apenas passagem de conteúdo;
- Aumentar o interesse pela a área científica no geral;
- Proporcionar uma aula diferente;
- Tornar o aluno protagonista da busca pelo conhecimento.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, será comentado e mostrado todo o conteúdo utilizado na aula.

3.1 Importância da Astronomia e Cosmologia

A Astronomia é reconhecida como sendo uma das ciências mais remotas, em que seus conhecimentos são frutos de um processo que se confunde com o próprio desenvolvimento da humanidade. (PEDROCHI, NEVES, 2005; RIDPATH, 2007; MEURER, STEFFANI, 2009; GAMA, HENRIQUE, 2010; COSTA, 2011).

Desde os primórdios da humanidade, a astronomia mostrou-se de extrema importância para as sociedades que se desenvolviam. No período Pré-histórico, os céus eram observados com um olhar e uma interpretação mística. No entanto, nessa época, a análise das estrelas e astros já estava relacionada à sistematização da passagem do tempo e à navegação.

Antes ou durante o florescimento da ciência grega, os babilônios, chineses, egípcios, indianos e outros povos deram contribuições importantes à tecnologia, à matemática e à astronomia. Mesmo assim, foi da Grécia que a Europa extraiu seu modelo e inspiração, e foi na Europa que a ciência moderna começou, de modo que os gregos tiveram um papel especial na descoberta da ciência (Weinberg, 1993, p. 21).

Vários outros povos começaram a se interessar por ciência após perceberem que naquele estudo existia uma melhoria de vida, e viram que ela continha as respostas para os inúmeros questionamentos. Segundo a Metafísica de Aristóteles, “entre os primeiros filósofos, a maioria pensava que os princípios que eram da natureza da matéria eram os princípios únicos de todas as coisas” (Weinberg, 1993, p. 24).

A filosofia também foi essencial para que a ciência se firmasse solidamente. No começo, como aponta a citação acima, podemos ver que existiam associações que não parecem ter muita lógica atualmente, mas que na época poderiam fazer sentido, visto que temos que perceber que só sabemos e temos os conhecimentos hodiernos graças aos inúmeros cientistas da história antiga e da contemporânea, que testaram suas teorias e viram se eram benéficas à sociedade como um todo.

A astronomia trouxe inúmeras vantagens aos que a utilizavam, os fenícios, por exemplo, tinham vantagem em alto mar pois baseavam-se nas estrelas. Diversas sociedades conseguiram medir o tempo e determinar períodos de colheitas por terem conhecimento prévio de estações do ano, etc. Através do calendário lunar, evidenciado na Figura 1.

Figura 1 - Calendário Lunar



Fonte: <https://aerojr.com/blog/importancia-da-astronomia/>. Acesso em: 30 jun. 2023.

Na antiguidade, por mais que as observações fossem feitas a olho nu, o estudo dos astros possibilitou que os grupos humanos aprimorassem suas atividades, criando calendários e mapas e prevendo fenômenos. Os fenícios, por exemplo, estudavam o céu para que pudessem se deslocar e desenvolver suas navegações. Os maias, por sua vez, determinavam as melhores épocas para suas colheitas de acordo com o ciclo de Vênus. Dessa forma, o estudo da astronomia foi fundamental para o desenvolvimento das civilizações (Manfrini, 2019).

Dentro dessa questão, é imprescindível que a astronomia tenha uma relevância significativa sobre as descobertas antigas e contemporâneas. No contexto hodierno, astrônomos fazem pouco uso de telescópios e lunetas tradicionais. Esses profissionais desenvolvem suas pesquisas com o uso de câmeras com dispositivos de carga acoplada ou placas fotográficas. “O estudo da astronomia, no entanto, não se restringe à observação, na medida que a análise dos dados recolhidos também é de suma importância” (Manfrini, 2019).

É necessário que o aluno entenda essa importância, que pode ser contextualizada por exemplo com o GPS (*Global Positioning System* ou Sistema de Posicionamento Global), que é um aparelho que possivelmente grande parte da turma já usou, a utilização dele se deve aos avanços da astronomia. Entre todos os conhecimentos que temos sobre o sol, estrelas e planetas.

3.2 Buracos negros: uma abordagem acessível

Neste tópico, estará exposta toda a referência científica que será usada posteriormente nas aulas sobre o assunto Buracos Negros.

O assunto não é aprofundado de forma acessível em alguns exemplos, por isso é necessário abordar esse tema de forma simples e pontuada para que o aluno possa compreender da melhor maneira. De tal maneira, antes de iniciar o conteúdo de Buracos negros, é necessário que o aluno entenda alguns tópicos, tais como:

- Estrelas e suas características;
- Noções básicas de gravitação;
- Sistema solar (Como contextualização de gravitação).

3.2.1 Estrelas e suas utilidades

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

As estrelas são corpos celestes auto luminosos que consistem em gases altamente energéticos, principalmente hidrogênio e hélio. Elas são formadas por meio da condensação gravitacional de nuvens de gás e poeira interestelares. A força da gravidade faz com que essas nuvens se contraiam, aumentando a densidade e temperatura em seu núcleo. Quando a temperatura atinge valores suficientemente altos, ocorre uma reação nuclear conhecida como fusão nuclear, na qual núcleos de hidrogênio se combinam para formar hélio, liberando uma enorme quantidade de energia na forma de luz e calor.

O brilho das estrelas é resultado dessa reação de fusão nuclear em seus núcleos. A quantidade de energia liberada é tão grande que as estrelas se tornam fontes intensas de radiação eletromagnética, incluindo luz visível, infravermelha, ultravioleta e outras formas de radiação. O brilho das estrelas é medido em termos de sua magnitude aparente, que é uma escala logarítmica inversa na qual estrelas mais brilhantes possuem magnitudes menores.

Porém, nem todas as estrelas têm o mesmo brilho, pois isso depende de vários fatores, como tamanho, temperatura e idade. As estrelas podem variar de anãs vermelhas relativamente fracas até supergigantes brilhantes. Além disso, algumas estrelas podem experimentar explosões violentas conhecidas como supernovas, que podem resultar em um aumento significativo temporário em seu brilho.

As estrelas são grandes esferas formadas por plasma aquecido a milhares de graus. Seu formato deve-se à sua gravidade, que aponta em direção ao núcleo da estrela.

O sol, nossa fonte de luz e de vida, é a estrela mais próxima de nós, e a que melhor conhecemos. Basicamente, é uma enorme esfera de gás incandescente cujo núcleo acontece a geração de energia, através de reações termonucleares. O estudo do sol serve de base para o conhecimento de outras estrelas, que de tão distante aparecem para nós como meros pontos de luz (Oliveira; Saraiva, 2014).

Tendo em vista um conteúdo tão complexo, é importante mostrar para os alunos exemplos palpáveis e conhecidos para o melhor entendimento sobre as estrelas, e explicar sua importância. Segundo o portal de notícias BBC, as principais utilidades das estrelas são:

- Somos “poeira das estrelas”: A maioria dos elementos que compõem o corpo humano foi formado em estrelas, ao longo de bilhões de anos;
- A construção das civilizações, para além da base fundamental da vida, foi graças aos céus - mais especificamente, à capacidade de nossos antepassados em observar os céus.
- Ciclos biológicos. Nossos ciclos biológicos também estão obviamente ligados ao Sol: temos mais sono nos períodos em que não estamos expostos à luz do Sol, e mais disposição durante o período diurno, por exemplo (Schappo, 2022).

3.2.2 Gravidade dos planetas e sua relação com massa e tamanho dos mesmos

As influências da gravidade foram melhor estudadas por Isaac Newton (1642), na Lei da Gravitação Universal, que diz: *“dois pontos materiais quaisquer se atraem com forças gravitacional, cujas intensidades são diretamente proporcionais ao produto de suas massas e inversamente proporcionais ao quadrado da distância que os separa”* (Penteado, 1991).

Na respectiva aula, será usado o conceito de massa gravitacional:

De acordo com a lei da gravitação universal, todos os corpos que têm massa atraem-se mutuamente graças à força gravitacional. Tendo isso em vista, caso um corpo ou uma partícula não tenha massa, não será atraído(a) na direção de um campo gravitacional. Portanto, quanto maiores forem as massas interagentes, maior será também a força de atração entre elas.

Neste momento, o aluno deverá ser questionado sobre o porquê das coisas serem do jeito que são. Como exemplo, pode-se citar o fato de que, com certeza, muitos alunos têm plena consciência de que os planetas são redondos, mas poucos deles devem saber do porquê.

Pode parecer estranho aos olhos dos mais inexperientes com a matéria, mas uma das razões para que planetas sejam globos é a mesma que explica por que bolhas de sabão são redondas: um conceito conhecido como energia mínima.

Mas o que torna a esfera tão estável? “Ela é a única figura onde todos os pontos da superfície estão à mesma distância do núcleo”, diz o astrônomo Ronaldo Mourão, do Museu de Astronomia do Rio de Janeiro (Feijó, 2018).

3.2.3 Órbitas e como nos movemos no espaço, uma contextualização de sistema solar em buracos negros

Na aula de buracos negros, é necessário que o aluno entenda o mínimo de astronomia, e conceitos importantes como: gravidade, forma dos planetas, como funcionam os movimentos no espaço, e proporções de tamanho que o espaço tem. Dessa forma, antes da explicação propriamente dita, o professor tem a incumbência de elucidar a turma sobre detalhes do tema a ser trabalhado em sala.

Por exemplo, entre as milhares de estrelas que compõem a nossa galáxia, existe uma de tamanho médio, situada em um dos braços da espiral da Via Láctea, que nos interessa especialmente.

Claro, porque estamos muito próximos dessa estrela e, de certa forma, vivemos dela. É, naturalmente, o nosso Sol. À sua volta está um sistema planetário que inclui o nosso planeta, a Terra, conforme mostrado na Figura 2.

Figura 2 - Sistema Solar 1



Fonte: (<https://www.astromia.com/solar/planetas.htm>). Acesso em: 30 jun. 2023.

Nossa estrela, o Sol, junto aos planetas e outros corpos que giram em torno dele, formam o que chamamos de Sistema Solar . Foi formado há cerca de 4,6 bilhões de anos e, longe de ser estável, é um sistema dinâmico em constante mudança e evolução.

Os planetas, asteroides e cometas descrevem órbitas elípticas ao redor do Sol quase no mesmo plano em que a Terra gira, chamado de eclíptica, e no mesmo sentido anti-horário, se fossem observados do polo norte solar. Há poucas exceções e geralmente são objetos muito distantes do Sol. Como esse conteúdo é muito extenso, iremos abordar alguns pontos específicos, visando o entendimento dos alunos de ensino médio.

No sistema solar, podem ser enfatizados 2 movimentos, rotação e translação. Rotação é quando o planeta gira em torno do seu próprio eixo, já na translação, a Terra gira em torno de sua estrela. Devido ao movimento de translação, essas estrelas descrevem órbitas ao redor do Sol. Cada órbita é o ano do planeta, e cada uma leva um tempo diferente para completar essa volta. Como podemos assemelhar com a Tabela 1 posteriormente.

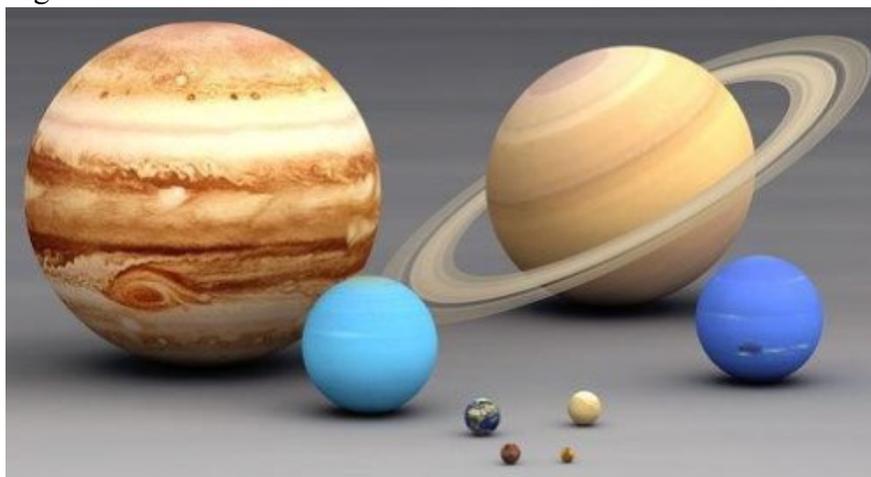
Tabela 1 - Sistema Solar

Planeta	Raio do equador (km)	Distância do Sol (km)	Luas	Período de Rotação (dia terrestre)	Órbita (ano terrestre)	Inclinação do eixo (°)(')
Mercúrio	2.440	57.910.000	0	58,6	0,24	0,1°
Vênus	6.052	108.200.000	0	243	0,61	177°
Terra	6.378	149.600.000	1	1	1	23° 27'
Marte	3.397	227.940.000	2	1,02	1,88	25° 59'
Júpiter	71.492	778.330.000	79	0,41	11,86	3° 05'
Saturno	60.268	1.429.400.000	82	0,43	29,46	27° 44'
Urano	25.559	2.870.990.000	27	0,75	84,01	98°
Netuno	24.746	4.504.300.000	14	0,67	164,8	30°
Plutão	1.160	5.913.520.000	5	6,39	248,54	120°

Fonte: (<https://www.astromia.com/solar/planetas.htm>). Acesso em: 30 jun. 2023.

Os planetas têm forma quase esférica, como uma bola ligeiramente achatada nos polos, definida como geóide. Os materiais compactos estão no núcleo, mais densos quanto mais ao centro. Os gases, se houver, formam uma atmosfera acima da superfície, de acordo com a Figura 3.

Figura 3 - Sistema Solar 2



Fonte: <https://www.astromia.com/solar/planetas.htm>. Acesso em: 30 jun. 2023.

Mercúrio, Vênus, Terra e Marte são mundos pequenos e rochosos com alta densidade. Eles têm rotação lenta, poucas (ou nenhuma) luas e têm uma forma bastante redonda. Em contraste, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno, os gigantes gasosos, são enormes e leves, feitos de gelo e gases. Eles giram rápido, possuem muitos satélites, além de bojo e anéis equatoriais.

3.2.4 Gravitação Universal de Newton

Como já dito anteriormente neste trabalho, Newton (1642) foi um dos responsáveis por explicar como funcionam as órbitas e a relação de gravidade e massa. “Dois pontos materiais quaisquer se atraem com forças gravitacionais, cuja as intensidades são diretamente proporcionais ao produto de suas massas e inversamente proporcionais ao quadrado da distância que os separa” (Penteado, 1991). Situação cuja fórmula temos exposta na Figura 4.

Figura 4 – Lei da gravitação de Newton

O diagrama mostra a fórmula da Lei da Gravitação de Newton: $F = G \frac{m_1 \times m_2}{d^2}$. Linhas conectam os termos da fórmula a suas respectivas descrições:

- F : força de atração entre corpos de massas m_1 e m_2
- $=$: igualdade
- G : constante gravitacional
- m_1 : massa do corpo 1
- \times : produto
- m_2 : massa do corpo 2
- d^2 : distância entre os corpos, ao quadrado
- o denominador d^2 é dividido por d^2 (representado no diagrama por uma linha apontando para o símbolo de divisão na fração).

Fonte: <https://www.obaricentrodamente.com/2019/01/a-lei-da-gravitacao-universal-de-newton.html>. Acesso em: 30 jun. 2023.

Sendo:

F = Força gravitacional de atração.

m_1 = Massa do corpo 1.

m_2 = Massa do corpo 2.

d =Distância entre o centro do corpo 1 e o centro do corpo 2.

Ao analisar o livro *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*, obra de Isaac Newton, temos várias frases que confirmam o tópico 3.5.2 e este 3.6.3. Proposição LXXIV Teorema XXXIV: O mesmo sendo suposto, afirmo que um corpúsculo situado fora da esfera é atraído por uma força inversamente proporcional ao quadrado da distância a partir do seu centro.

3.2.5 Formato da Terra

Define-se a forma da Terra como geóide, que tem uma superfície irregular e, portanto, não corresponde a uma esfera. Mais precisamente, o geóide é uma superfície equipotencial do campo da gravidade, ou seja, sobre essa superfície o potencial do campo da gravidade é constante, coincidindo, portanto, com uma superfície de equilíbrio de massas de água. Assim, podemos visualizar, aproximadamente, essa superfície por meio do prolongamento do nível médio dos mares por dentro dos continentes.

Como o geóide é uma superfície de características físicas complexas, os cartógrafos buscaram a figura geométrica matematicamente definida que mais se aproximasse

dele, possibilitando assim a realização de cálculos relacionados a medições sobre a superfície terrestre (por exemplo, medições de coordenadas de pontos, distâncias, ângulos e áreas).

Figura 5 - Terra e Lua



Fonte: <https://images.nasa.gov/details/PIA00342>. Acesso em: 30 jun. 2023.

3.3 Influência do Einstein no estudo de Buracos Negros

Albert Einstein foi um dos maiores cientistas que o mundo já viu. Grande parte da física moderna foi formulada e estruturada com os estudos desenvolvidos por sua mente brilhante.

Dentre as descobertas realizadas na busca do conhecimento através de séculos de estudos, temos um objeto pertencente ao Universo responsável por contradizer muitos desses conhecimentos obtidos. A suposição da existência dos buracos negros advém da teoria da relatividade publicada por Albert Einstein em 1915. Esta teoria consegue descrever o Universo de um modo geral como um tecido quadridimensional chamado espaço-tempo, este que é formado por três dimensões espaciais, largura, altura e profundidade, em conjunto com o tempo. Segundo Einstein a matéria curva o espaço-tempo, modificando sua trajetória e a de objetos que passam próximo a corpos massivos. Resumidamente, Einstein conseguiu descrever o comportamento dos planetas, estrelas e inclusive, sua teoria ainda permitia a existência dos buracos negros (Almeida, 2021).

Uma de suas inúmeras conquistas foi o Prêmio Nobel de Física, segundo o site UOL educação: diferentemente do que muitos pensam, não foi o desenvolvimento da famosa Teoria da Relatividade o motivo pelo qual o cientista Albert Einstein ganhou o Nobel da Física, há cem anos. As razões para o título dado em reconhecimento a figuras ilustres de diversos campos de conhecimento foram as contribuições do cientista à física teórica,

especialmente sua descoberta da Lei do Efeito Fotoelétrico, fundamental no estabelecimento da teoria quântica.

Considerado um dos estudiosos mais influentes do século passado, o alemão naturalizado suíço e, posteriormente, norte-americano, publicou mais de 300 trabalhos científicos, além de mais de 150 obras não científicas. Além do Nobel, o intelectual é mencionado cotidianamente em aulas para estudantes desde o ensino fundamental ao mais alto grau de pós-graduação de universidades em todo o mundo.

Einstein não escapa do terreno das distorções e imprecisões. O pesquisador, crítico da utilização da ciência para a promoção da guerra, advertiu o governo norte-americano sobre a preparação de armas nucleares pela Alemanha nazista, assinando um documento no qual alertava as autoridades sobre os riscos da empreitada. Por conta disso, muitos consideram indevidamente que ele tenha sido responsável pelo desenvolvimento do artefato. Dez anos após a explosão da bomba atômica no Japão, em 1955, o cientista morreu, aos 76 anos, mas suas descobertas atravessam o tempo (Matias, 2021).

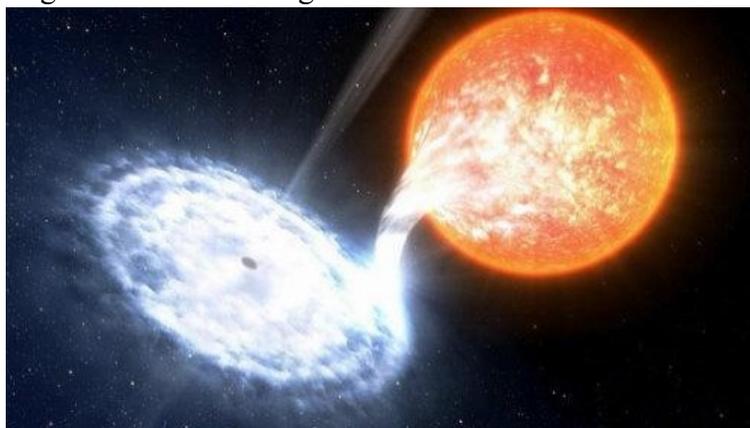
3.4 O que são Buracos Negros?

Diante da necessidade de uma explicação adequada aos alunos sobre o assunto dos Buracos Negros, torna-se também necessária sua conceituação, que será apresentada a seguir.

Podemos definir um buraco negro conforme disposto no site oficial da NASA, como um “objeto astronômico com uma atração gravitacional tão forte que nada, nem mesmo a luz, pode escapar dele. A “superfície” de um buraco negro, chamada de horizonte de eventos, define o limite onde a velocidade necessária para escapar excede a velocidade da luz, que é o limite de velocidade do cosmos. A matéria e a radiação entram, mas não conseguem sair. Logo, muitos cientistas acreditam que entender este objeto é necessário para podermos entender o Universo e sua criação, afinal, dentro do que conhecemos até o momento, este pode ser o “fim de tudo” ou seu “início” (Oliveira, 2022 apud Gardner, 2020).

Os chamados buracos negros são lugares com um campo gravitacional descomunal. Nenhuma radiação eletromagnética ou luminosa pode escapar, por isso são “negros”. Eles são cercados por um limite esférico chamado "horizonte de eventos", que permite a entrada de luz, mas não a saída.

Figura 6 - Buracos Negros



Fonte: <https://www.astromia.com/universo/agujerosnegros.htm>. Acesso em: 30 jun. 2023.

Existem dois tipos de buracos negros: corpos de alta densidade e baixa massa concentrados em um espaço muito pequeno, e corpos de baixa densidade, mas massa muito grande, como acontece nos centros das galáxias. Se a massa de uma estrela é mais do que o dobro da massa do Sol, chega um ponto em seu ciclo em que nem mesmo os nêutrons podem suportar a gravidade. A estrela entra em colapso e tem grande probabilidade de torna-se um buraco negro.

O cientista britânico Stephen W. Hawking (Figura 7) dedicou grande parte de seu trabalho ao estudo dos buracos negros. Em seu livro *History of Time*, ele explica como, em uma estrela em colapso, os cones de luz que ela emite começam a se curvar na superfície da estrela.

Figura 7 - Stephen W. Hawking



Fonte: <https://www.astromia.com/universo/agujerosnegros.html>. Acesso em: 30 jun.

2023.

À medida que diminui, o campo gravitacional cresce e os cones de luz se inclinam cada vez mais. Os buracos negros não são eternos. Embora nenhuma radiação escape, parece que algumas partículas atômicas e subatômicas podem escapar.

Alguém observando a formação de um buraco negro de fora veria uma estrela ficando menor e mais vermelha até que finalmente desaparecesse. Sua influência gravitacional, no entanto, permaneceria intacta. Tal como aconteceu no Big Bang, também nos buracos negros ocorre uma singularidade, ou seja, as leis físicas e a capacidade de prever falham. Nenhum observador externo, se houver, pode ver o que está acontecendo lá dentro.

As equações que tentam explicar uma singularidade, como a que ocorre nos buracos negros, têm que levar em conta o espaço e o tempo. As singularidades sempre estarão localizadas no passado do observador (como o Big Bang) ou em seu futuro (como colapsos gravitacionais), mas nunca no presente. Essa curiosa hipótese é conhecida como Censura Cósmica.

Dessa forma, a primeira detecção de ondas gravitacionais, em 14 de setembro de 2015, veio da colisão de dois buracos negros, que se fundiram, liberando energia equivalente a cerca de três vezes a massa do nosso Sol (Portal AstroMía, [s.d.]).

3.5 Teorias sobre Buracos Negros, sua origem e porquê estudá-los

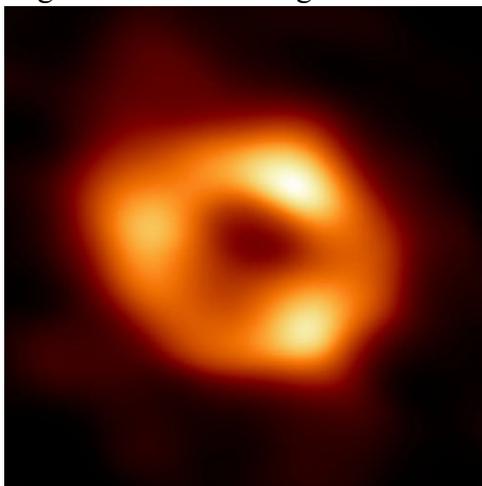
A maioria dos buracos negros surge dos restos condensados de uma estrela massiva, ou seja, o que sobra após a morte de uma estrela grande, com a massa de pelo menos três sóis do tamanho do nosso. Segundo Nemmen:

[...] as estrelas são mantidas por reações de fusão nuclear – o que significa que fundem o hidrogênio em hélio em seus núcleos –, um processo no qual elas perdem uma pequena quantidade de massa, que se converte em enorme quantidade de energia. É daí que vem o seu brilho natural.

Com o tempo, esse combustível acaba, e as estrelas morrem. Antes de isso ocorrer, o desequilíbrio favorece a gravidade, e o núcleo começa a entrar em colapso. Algumas estrelas, cuja massa é igual ou menor que o nosso Sol, terminam sua evolução como anãs brancas.

Mas, em estrelas maiores, com massa superior a 10 sóis, a probabilidade é de que a sua morte cause um colapso gravitacional, explodindo em uma supernova e deixando para trás um buraco negro (*National Geographic Brasil*, 2022).

Figura 8 - Buracos Negros



Fonte: Imagem do Event Horizon Telescope mostra pela primeira vez o Sagittarius A*, buraco negro supermassivo a mais de 26 mil anos-luz da Terra. — Foto: EHT.

Vendo a foto borrada do Sagitário A, ou do M87 – buraco negro supermassivo no centro da galáxia Messier 87 e o primeiro a ser fotografado – podemos nos perguntar o porquê de tanto alvoroço por algo que nem conseguimos enxergar direito.

Para os astrofísicos, apesar das descobertas ainda não impactarem diretamente a nossa vida, entender melhor os buracos negros, principalmente os supermassivos, pode ser a chave para responder perguntas sobre a origem e a história do universo. “Buracos negros são os corpos mais estranhos e encantadores do cosmos”, afirma Nemmen. “Eles, literalmente, distorcem as noções de espaço e tempo em uma existência tão complexa quanto o universo em si” (*National Geographic Brasil*, 2022).

De acordo com Duarte, as fotos dos buracos negros – que ela enfatiza serem extremamente nítidas, considerando a distância dos fotografados – possibilita observar a gravidade em seu extremo, algo que ainda entendemos muito pouco. “Qual é o melhor lugar para entender a gravidade do que um objeto que é feito dela?”, questiona a astrofísica (*National Geographic Brasil*, 2022).

Para ela, estudar os buracos negros pode nos possibilitar resolver questões que ainda nem existem, assim como os estudos da física polonesa Marie Curie sobre radioatividade, em 1898, ajudaram no desenvolvimento de tratamentos para o câncer, mesmo não sendo seu objetivo inicial. “Quem sabe, entender a gravidade não nos ajuda a resolver questões cruciais para viagens mais rápidas ou até energia limpa? A ciência funciona assim”. (*National Geographic Brasil*, 2022).

4 METODOLOGIA

“O termo grego Méthodos é composto pelas palavras ‘Meta’ e ‘hódos’, possíveis de serem traduzidas interpretativamente como caminho através do qual se faz ciência” (Bailly, 1950).

Para González; Estrada e León (2006), a proposta de investigação estrutura e dá sentido a outros princípios didáticos, como o da autonomia (autocontrole do indivíduo) e da comunicação (pois presta atenção nos processos comunicativos na construção do conhecimento). Destarte, ensinar através da investigação é guiar a aprendizagem do aluno, estruturada em torno do trabalho sobre problemas que são “investigados” pelo aluno com a orientação do professor. Para Pérez (2000):

[...] os passos adequados para a aplicação da metodologia investigativa são: a ideia básica da construção do conhecimento por parte do que se aprende e do caráter social e histórico do processo; a concepção da realidade como algo complexo que deve ser abordado com estratégias adequadas do planejamento e resolução de problemas; a organização do currículo (escolar e profissional) em torno de problemas relevantes; o tratamento da realidade a partir de uma perspectiva questionadora e crítica.

O princípio da investigação, segundo o mesmo autor, também estrutura e dá sentido a outros princípios didáticos, como o da autonomia (autocontrole do indivíduo) e da comunicação (pois presta atenção nos processos comunicativos na construção do conhecimento). O princípio da investigação é guiar a aprendizagem do aluno, estruturado em torno do trabalho sobre problemas que são “investigados” por ele sob a orientação do professor.

Além do método investigativo, será utilizado e explorado o método da contextualização. A contextualização do ensino e a interdisciplinaridade, segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - DCNEM (Brasil, 1998), são alguns dos princípios organizadores do currículo do Ensino Médio:

[...] interdisciplinaridade e contextualização formam o eixo organizador da doutrina curricular expressa na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (1996). Elas abrigam uma visão do conhecimento e das formas de tratá-los para ensinar e para aprender que permite dar significado integrador a duas outras dimensões do currículo de forma a evitar transformá-las em novas dualidades ou reforçar as já existentes: base nacional comum/parte diversificada, e formação geral/preparação básica para o trabalho (Brasil, 1998, p. 38).

O método supracitado é uma ferramenta interessante no ensino, pois busca proporcionar uma aprendizagem com sentido e significado, o que implica uma prática comprometida com o processo de ensino e aprendizagem. Dessa forma, busca levar o conhecimento relacionado à vivência e às necessidades dos alunos. Apesar da importância, a contextualização é um tema escasso e pouco adotado na literatura e por educadores.

4.1 O uso da interdisciplinaridade na Astronomia e o papel do professor em relação ao ensino

Dentro das Diretrizes Curriculares do Ensino Fundamental e dos cinco conteúdos fundamentais da história da Ciência encontramos a Astronomia como eixo estruturante da disciplina. De acordo com as Diretrizes Curriculares da Educação Básica:

[...] a Astronomia tem um papel importante no Ensino Fundamental, pois é uma das ciências de referência para os conhecimentos sobre a dinâmica dos corpos celestes. Numa abordagem histórica traz as discussões sobre os modelos geocêntrico e heliocêntrico, bem como sobre os métodos e instrumentos científicos, conceitos e modelos explicativos que envolveram tais discussões. Além disso, os fenômenos celestes são de grande interesse dos estudantes porque por meio deles buscam-se explicações alternativas para acontecimentos regulares da realidade, como o movimento aparente do Sol, as fases da Lua, as estações do ano, as viagens espaciais, entre outros (Paraná, 2008, p. 65).

Dessa forma, estão discriminados seis conteúdos básicos (Universo, Sistema Solar, Movimentos celestes e Terrestres, Astros, origem e evolução do Universo e gravitação universal), os quais caracterizam o eixo como altamente interdisciplinar, possibilitando diversas ligações com outras disciplinas, proporcionando aos discentes uma visão mais geral de conhecimento.

O uso da interdisciplinaridade é uma proposta perspicaz visando que ela seja benéfica para o aluno, e quanto mais ela for explorada, mais o nível de conhecimento dessa aula pode ser potencializado. De forma que fuja um pouco do método mecanizado, que já está mais do que ultrapassado, podemos perceber isso pelo baixo entusiasmo dos alunos em relação à física, ou pela baixa procura do curso de graduação. Entre diversos motivos, quantos possíveis cientistas podem perder o interesse na matéria por achar pouco interessante? Thiesen (2008, p. 552) afirma:

[...] quanto mais interdisciplinar for o trabalho docente, quanto maiores forem as relações conceituais estabelecidas entre as diferentes ciências, quanto mais problematizantes, estimuladores, desafiantes e dialéticos forem os métodos de

ensino, maior será a possibilidade de apreensão do mundo pelos sujeitos que aprendem.

O um dos papéis da escola é desenvolver um ser crítico, que seja capaz de analisar situações ou problemas e encontrar soluções lógicas, como já descreve uma das habilidades almeçadas pela a BNCC (2017):

[...] (EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

O que a BNCC almeja é tornar o aluno alguém que tenha seus próprios raciocínios e pensamentos lógicos, pois uma sociedade sem ciência e sem senso crítico não tem descobertas e não avança como humanidade. Logo, é necessário que desde a saída do aluno do fundamental ou médio ele tenha esse senso trabalhado e estabelecido, para que seja um ser crítico. Sob esse viés, Soares (2009, p.18) afirma que:

[...] é nesta unidade, por meio da dinâmica do processo dialógico-problematizador, que possibilita aos indivíduos serem transferidos gradativamente de uma percepção ingênua da realidade, de um estado de consciência ingênua para uma percepção crítica, para um estado de consciência crítica que lhes garanta condições subjetivas de se inserirem criticamente no mundo para assim se engajarem no compromisso histórico de transformação, como sujeitos que são.

O professor tem papel essencial sobre essa demanda de transformar o aluno de acordo com suas dificuldades e auxiliá-lo em dúvidas e questionamentos, e o papel do professor é fazer a ligação entre o conhecimento teórico e aplicação ou utilidade desse princípio na realidade.

A astronomia está ligada a diversas leis da física e conhecimentos gerais; não é difícil associar esses assuntos a outros tratados no ensino médio. Complementando, para Freire (1996), ensinar exige respeito aos saberes dos educandos, por isso o professor precisa estabelecer ligações entre os saberes curriculares fundamentais à formação do aluno e a experiência social que eles têm como indivíduos.

4.2 A construção do conhecimento ligado aos avanços tecnológicos

A educação formal (aquela que ocorre nos sistemas de ensino tradicionais) é o princípio da formação humana, ou seja, as formações sociais de sua organização para a vida.

São várias as transformações no decorrer dessa formação para a construção do conhecimento na sociedade em que vivemos, para que possamos formar cidadãos verdadeiramente agentes de transformações.

É cada vez mais evidente a presença constante dessas transformações na sociedade e a cada dia vemos a importância do homem e da tecnologia criando um novo olhar diante do sistema educacional e que estão ligadas aos avanços tecnológicos.

Porém, observa-se que a educação não está preparada para uma mudança em curto prazo para o novo de uma nova geração computadorizada. As escolas encontram-se em fase de adaptação, visto que no Brasil há, em média, menos de 1 computador para 4 alunos de 15 anos; assim o País é penúltimo em ranking de computador por aluno de acordo com o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), pois sabemos que poderia ser muito mais nas escolas para o acesso de todos (Agência Brasil, 2020).

4.3 Método investigativo aplicado ao ensino e seus benefícios

Discussões sobre metodologias de ensino de ciências são sempre relevantes, pois é comum encontrar cenários de práticas de ensino com aulas conteudistas e meramente expositivas, onde o aluno é tido como um sujeito passivo no processo de ensino-aprendizagem. Isso não significa dizer que essa abordagem deve ser abolida. Porém, ela pode ser melhorada com a agregação de outras metodologias mais dinâmicas, como os chamados métodos ativos. Segundo Borrajo (2017, p. 12), por vezes, os alunos conseguem até realizar os procedimentos exigidos sem, porém, compreenderem de fato o que estão fazendo, o que torna a física ou qualquer outra matéria uma aprendizagem mecanizada.

Em uma aula investigativa, são os alunos que conduzirão o andamento das atividades possibilitando o desenvolvimento de suas atividades (Gibin; Souza Filho, 2016). Cleophas (2016) defende que o professor através de um estímulo, suficientemente capaz de despertar a curiosidade do aluno, ajude-o a superar uma espécie de “desafio interno”, no qual o aluno busque encontrar respostas, de modo a superar os desafios impostos. Porém, buscar a motivação dos estudantes não é algo muito simples, é complexo, processual e contextual; não é simplesmente inovar algumas aulas e achar que se resolve o problema (Brito, 2016). Mais do que saber a matéria que está ensinando, o professor que se propõe a fazer de sua atividade didática uma atividade investigativa deve tornar-se um professor questionador, que argumente, saiba conduzir, perguntar, estimular e propor desafios. Ou seja, ele passa de simples expositor a orientador do processo de ensino (Azevedo, 2012).

O ensino por meio da investigação tem como objetivo levar o aluno a um estado de ser crítico. Wilsek e Tosin (2009) afirmam que ensinar Ciências pela metodologia da investigação científica significa inovar e mudar o foco, fazendo com que a aula deixe de ser uma mera transmissão de conteúdo. Essa metodologia tem por finalidade a aprendizagem por meio de situações-problema ou enigmas que desenvolvam habilidades cognitivas primordiais a todas as áreas de conhecimento, focando a aprendizagem no aluno.

Visto que na BNCC (2017) um os objetivos do ensino de ciências da natureza seja:

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Neste trabalho, o principal método ativo investigativo é de problemas abertos e questões abertas, em que são feitas perguntas curtas e médias para os alunos, a fim de que eles pensem sobre os conceitos da aula, e reflitam sobre o que realmente sabem ou não. É necessário também que os alunos sejam orientados a pensar direcionando seu pensamento no que está sendo discutido.

Em primeiro lugar, é preciso saber formular problemas. E, digam o que disserem, na vida científica os problemas não se formulam de modo espontâneo. É justamente esse sentido do problema que caracteriza o verdadeiro espírito científico. Para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído (Bachelard, 1996, p. 18).

De acordo com a citação acima, percebe-se que é preciso ter o espírito científico, para que sejam construídos os questionamentos que tornem a aula mais interessante e melhor vista pelos alunos, e fuja o máximo possível da mecanização e da simples memorização de fórmulas. O estudante tem que “andar com as próprias pernas” e não ser “levado até o caminho”; ele deve ter seus questionamentos.

No ensino por investigação, o aluno é o protagonista e possui graus de liberdade para propor e planejar as atividades, defender seus pontos de vista junto aos professores e aos colegas.

4.4 Conexão entre conhecimento prévio dos alunos, utilizados para uma aula mais explicativa e contextualizada

A tese de Ricardo (2005) buscou fazer uma análise crítica sobre as noções de competência, interdisciplinaridade e contextualização. Para isso, analisou documentos orientadores do currículo escolar, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN e PCN+) e as Diretrizes Curriculares Nacionais do ensino médio, entrevistou autores dos Parâmetros Curriculares e professores formadores dos cursos de biologia, química, física e matemática.

Suas considerações afirmam que para a política de orientação curricular, “A interdisciplinaridade e a contextualização são tratadas do ponto de vista epistemológico e histórico-social, com vistas à promoção de uma alfabetização científica e tecnológica e à superação de falsas interpretações que escondem velhas práticas” (Ricardo, 2005).

No entanto, a pesquisa reconhece que os documentos não são claros quanto à definição de um entendimento dos conceitos analisados. A diversidade de opiniões acerca das competências, interdisciplinaridade e contextualização demonstra que esses documentos não foram suficientemente claros e, segundo sugeriu um dos formadores entrevistados, são vocabulários que não têm identificação com os professores do ensino médio. Poderia-se dizer que não ficaram claras as razões dessas opções teóricas, o que leva alguns críticos a supor que não passou de um efeito de moda.

O efeito de moda recai sobre as discussões de que os professores compreendem estes conceitos (competência, interdisciplinaridade e contextualização) a partir do senso comum, visando “mudar” a prática em sala de aula, sem sustentação teórica que movimente uma práxis, ou seja, os professores muitas vezes colocam em “prática” uma contextualização sem que haja um entendimento do que se objetiva com a contextualização. As considerações da pesquisa de mestrado (Reis, Nehring, 2016) corroboram com os apontamentos de Ricardo (2005), em que afirma que os professores possuem concepções frágeis sobre o ensino contextualizado.

Apesar disso, a ideia da contextualização do conhecimento, do ensino e da aprendizagem ocupa grande relevância no atual panorama educativo, visto que esse método se mostra eficiente segundo Freire (1996) “A contextualização é uma maneira poderosa de envolver os alunos e tornar o aprendizado mais autêntico. Ao conectar o conteúdo escolar com situações reais, os alunos são incentivados a buscar soluções e a aplicar o conhecimento de maneiras práticas”.

Esse tipo de conhecimento autêntico é o que falta para o ensino de física atual, visto que os alunos querem obter apenas a média como já dito anteriormente. É necessário que o aluno entenda que o conhecimento tenha alguma utilidade, pois é comum escutar em salas de aula: “para que eu vou usar isso na minha vida?”. Ao contextualizar o ensino, os educadores possibilitam que os alunos vejam o conhecimento como uma ferramenta poderosa para compreender e transformar a realidade.

A astronomia, por exemplo, é uma ferramenta poderosa que tem inúmeras aplicações na vida cotidiana, e cabe ao professor contextualizar e utilizar conhecimentos prévios para uma aula interessante e eficaz.

Falar em educação vai além da reflexão sobre a docência de conteúdos específicos elencados em uma matriz curricular. Na atualidade, cada vez mais, discute-se sobre a necessidade da formação integral, aquela capaz de desenvolver, além de competências e habilidades técnicas, também atitudes e, com isso, ser capaz de despertar nos estudantes um olhar mais crítico sobre os fenômenos que cercam seu contexto. Para essa formação, porém, é importante que os professores tenham clareza sobre o papel da educação e que reconheçam a função que exercem nesse processo. Quando o educador ultrapassa o posto de mero reprodutor de conhecimento, assumindo a postura de transformador da realidade, enxerga a importância da forma de condução do ensino dos alunos, independentemente da etapa de escolarização (Frigotto, 1995).

4.5 Outras visões (transdisciplinaridade e multidisciplinaridade)

A transdisciplinaridade tem sido discutida de forma ainda vaga, mas parece trazer em seu interior a chance de um “vale-tudo” um pouco perigoso.

Os mesmos promotores originais da interdisciplinaridade propuseram a transdisciplinaridade ao se defrontarem com as limitações epistemológicas inevitáveis daquela. Poucos anos mais tarde, mas o novo conceito Propostas Interativas na Educação Científica e Tecnológica permaneceu no limbo acadêmico, com uma conotação francamente menos prática do que sua antecessora. Em parte, esse período de latência talvez se deva ao equívoco natural que a denominação do movimento, dada por Jean Piaget, produz quando se tem o primeiro contato com ela. O nome *trans* lembra muito mais *entre*, ou *em trânsito*, do que *além de*, e reforça o sufixo *disciplinaridade*, com a carga de limitações que este conceito possui (SOUZA, 2006). Há cerca de uma década, porém, um documento da UNESCO - *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*, e do CIRET - Centre

International de Recherches et d'Études Transdisciplinaires, liderado atualmente pelo físico Basarab Nicolescu, apontou definições mais claras do termo, e sua urgência perante a complexidade com que a Ciência, então, apresentava a natureza.

Tentando algumas reflexões para clarear os pressupostos epistemológicos da transdisciplinaridade que, embora iniciais, ajudam-nos a entender as diferenças conceituais que aqui se fazem necessárias. A transdisciplinaridade insere-se na busca atual de um novo paradigma para as ciências da educação bem como para outras áreas, como na saúde coletiva, por exemplo (Almeida Filho, 1997). Busca, como referência teórica, o holismo e a teoria da complexidade, que, embora venham se constituindo em um referencial interessante, ainda estão pouco compreendidos (Grün, 1995).

A totalidade, anunciada para o holismo tem sido tomada de forma factual; total é tudo e, assim, pode apresentar um caráter de a-historicidade. A totalidade não se esgota na soma das partes, mas constitui-se, num outro patamar, na síntese histórica da realidade. A ideia de rede, ou de comunicação entre os campos disciplinares parece reforçar esta tendência a-histórica. Sobre a ideia de rede discute Almeida Filho (1997) que, ao contribuir para uma redefinição do modelo de transdisciplinaridade, coloca o indivíduo, o sujeito da prática cotidiana, no caso, da prática pedagógica, como eixo das interações e, assim, pode-se identificar aqui a necessidade de historicizar as interações. Sujeitos - ou indivíduos - históricos, sociais, agentes sociais. Neste sentido, o caminho epistemológico da transdisciplinaridade parece comprometido pela desvalorização da materialidade histórica da organização da sociedade e da construção do indivíduo pela educação e pelo ensino.

Assim, a superação do caráter fragmentado da organização do ensino exige que se considere as relações sociais fragmentadas da organização capitalista. Um vale-tudo neste sentido é preocupante por correr o risco de não ir às últimas consequências na necessidade de transformação social para e pela construção de um projeto de ensino que tenha o processo de humanização do indivíduo como meta, humanização só possível na perspectiva de transformação da sociedade atual (Frigotto 1995).

4.6 Metodologia utilizada na aula

Plano de Aula - Buracos Negros

Área de conhecimento: Ciências da Natureza – Física

Ano de ensino: Ensino Médio

Objetivo geral: compreender os conceitos básicos sobre buracos negros, suas características e consequências, utilizando o método da contextualização e investigação, e falar um pouco sobre Sistema solar como contextualização dos conceitos vistos.

Duração: 2 aulas (45 minutos cada)

Aula 1: Na primeira aula, é necessário que os alunos respondam com suas palavras as seguintes perguntas (em uma folha em branco a parte):

1. O que são estrelas? Todas têm que brilhar?
2. A gravidade de todos os planetas são diferentes? O que influencia nisso?
3. Por que Einstein ficou tão famoso?
4. Por que giramos em torno do sol?
5. Buracos negros são realmente buracos onde posso entrar e sair?
6. Quem ou Oque formou os buracos negros?
7. Os Buracos Negros são passagens para outra dimensão?
8. E se entrasse em buraco negro oque aconteceria?
9. A NASA tira as fotos dos buracos negros em *iPhones*?

O aluno irá destacar essa folha e entregar ao professor, a qual o docente lerá e analisará as respostas, e utilizando como base as respostas, ele irá conduzir a aula de acordo com a análise prévia que terá quando ler as justificativas dos alunos; com elas, ele saberá no que os alunos têm mais dificuldades e lacunas científicas, e conduzirá a aula focando nessas lacunas.

Esse tempo de aula é dedicado aos alunos pensarem por si próprios e serem protagonistas na busca pelo conhecimento. Deve ser orientado aos alunos que evitem respostas vazias como: não sei, não.

Aula 2: Na segunda aula, o professor tem o papel de mediador no debate sobre a matéria, ele responderá as perguntas que os alunos já responderam, e discutindo e tirando dúvidas sobre as perguntas.

Avaliação (10 minutos).

a. fiz uma breve avaliação formativa, utilizando questões orais ou escritas para verificar a compreensão dos alunos sobre o tema.

b. incentivei os alunos a fazerem perguntas adicionais, caso ainda tivessem dúvidas.

Recursos adicionais:

- Quadro branco ou lousa para anotações;

- Notebook;
- Slides;
- Acesso à internet;
- Projetor.

Observações:

- Durante todo o plano de aula, incentive a participação ativa dos alunos, promovendo discussões, debates e perguntas;
- Forneça materiais complementares, como artigos científicos ou livros, para os alunos que desejarem se aprofundar no assunto;
- Este plano de aula pode ser adaptado de acordo com o nível de conhecimento prévio dos alunos e o tempo disponível.

4.7 Incentivo e entusiasmo fundamentais para a utilização da metodologia

No ensino de ciências se tem discutido várias propostas de melhoria na abordagem educacional. Especialmente no ensino da Física, há uma grande necessidade de motivar mais os alunos, pois inúmeros são os relatos de professores da disciplina sobre o nível de desmotivação dos alunos em suas aulas (Torre, 2006).

Nesse contexto, algo deve ser mudado para fazer com que os alunos recuperem ou mantenham o interesse em aprender e, o professor, nesse aspecto, deve proporcionar um ambiente motivacional. O professor tem a obrigação de incentivar o aluno da melhor maneira possível, entre os deveres dos docentes (Art. 13, LDB), são citados os seguintes:

1. Participar Proposta pedagógica da escola;
2. Elaborar um Plano de Trabalho Docente (PTD);
3. Zelar Aprendizagem dos alunos;
4. Elaborar estratégias para os alunos de menor rendimento;
5. Ministras aulas nos dias letivos estabelecidos pela escola;
6. Participar do Planejamento, à avaliação e ao desenvolvimento profissional;
7. Articular-se com as famílias dos alunos e a comunidade

Como visto acima, o professor tem o dever de zelar pela a aprendizagem dos alunos, a física infelizmente é uma área da ciência tida como difícil ou chata, parcela de culpa se dá ao desinteresse dos professores em relação à ciência.

Professores de Física são essenciais no ensino de Física. Mas suas condições de trabalho não lhes permitem buscar um verdadeiro ensino que conduza a uma verdadeira aprendizagem de Física. Por outro lado, sua formação em Física é fraca. Além de serem formados com o ensino tradicional, das aulas expositivas e listas de problemas, têm pouca Física na graduação, quase nada de Física moderna e contemporânea. No seu ensino, não passam da Física clássica, iniciando com a Cinemática, na qual os alunos começam a não gostar da Física. Contudo, “mais Física” não significa mais conteúdos a serem decorados, memorizados mecanicamente. É preciso pensar em como ensinar esses conteúdos, é preciso dar atenção à didática específica, à transferência didática, a como abordar a Física de modo a despertar o interesse, a intencionalidade, a predisposição dos alunos, sem os quais a aprendizagem não será significativa, apenas mecânica para “passar” (Moreira, 2018).

Diante do exposto, percebe-se que é necessário que o professor tenha entusiasmo pela sua própria aula. Neste trabalho serão mostrados exemplos de aulas em que o aluno é motivado a responder perguntas “simples” para que o professor pare de ser apenas uma máquina de replicar conteúdos.

Porém, buscar a motivação dos estudantes não é algo muito simples, é algo complexo, processual e contextual; não é simplesmente inovar algumas aulas e achar que se resolve o problema (Brito, 2016). Mais do que saber a matéria que está ensinando o professor que se propõe a fazer de sua atividade didática uma atividade investigativa deve tornar-se um professor questionador, que argumente, saiba conduzir, perguntar, estimular e propor desafios. Ou seja, ele passa de simples expositor a orientador do processo de ensino (Azevedo, 2012).

4.8 Metodologia investigativa na prática

O método investigativo foi utilizado de forma que os alunos tivessem acesso às perguntas que despertam um pouco de curiosidade, as perguntas são formuladas para que o aluno realmente coloque em cheque o que ele realmente sabe ou não sabe, e com isto o professor tem papel de esclarecedor sobre os assuntos tratados na aula.

O aluno, em primeiro contato com as perguntas, tende a desistir ou a dizer simplesmente “não sei”. Como já dito anteriormente, é necessário o incentivo. É notável que os alunos tendem a fazer mais perguntas baseadas nas perguntas já realizadas, o que é altamente proveitoso para a didática da aula.

4.9 Metodologia de contextualização

Baseado nas perguntas do tópico acima é importante que o professor contextualize os assuntos de acordo com a necessidade da turma.

“O conhecimento não pode ser separado do contexto em que é adquirido” (Piaget, 1972).

Sabendo disto, na Tabela 2 abaixo, serão citadas várias sugestões de como contextualizar e enriquecer a aula.

PERGUNTAS	CONCEITOS REQUERIDOS
O que são estrelas? Todas têm que brilhar?	Fusão e Fissão Nuclear Conceitos básicos de Astronomia Sistema solar
A gravidade de todos os planetas é diferente? O que influencia nisso?	Aceleração Gravidade Gravitação Universal de Newton Leis de Kepler Sistema Solar
Por que Einstein ficou tão famoso?	Teoria da Relatividade Geral/Restrita Efeito Fotoelétrico Física Moderna Ondas Gravitacionais
Por que giramos em torno do Sol?	Gravitação Universal de Newton Leis de Kepler Força centrípeta Sistema Solar
Buracos negros são realmente buracos onde posso entrar e sair?	Densidade

	Gravidade
Quem ou o que formou os buracos negros?	Supernovas Morte de estrelas Choque de corpos massivos
Os Buracos Negros são passagens para outra dimensão?	Buracos de Minhoca Espaço-Tempo
E se entrasse em um buraco negro o que aconteceria?	Densidade Gravidade
A NASA fotografa os buracos negros em iPhones?	Satélites Sondas NASA

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo será discutido e analisado como os alunos responderam às na aula, de modo que todas as respostas foram dispostas em gráficos para melhor análise. Os alunos têm como objetivo compreender os conceitos básicos sobre buracos negros, suas características e consequências, utilizando contextualização e investigação.

Na aula aplicada em questão, foram utilizados slides para que o discente contemplasse melhor os termos e deixasse a aula mais dinâmica e ilustrativa, visto que o estilo de aula supracitado não se limita aos slides, e as indagações e tópicos podem ser abordados na lousa. Como já mencionado na metodologia, o professor tem papel de mediador no debate e o aluno tem como objetivo refletir sobre os diversos assuntos contextualizados e ponderados.

Nos momentos iniciais, quando o aluno percebe que a aula se inicia com questionamentos e não com respostas prontas ou simplesmente memorização de fórmulas, já é notável que existe um entusiasmo imediato por parte da turma. É de fundamental relevância que seja questionado sobre conhecimentos pseudocientíficos e de senso comum, para que os conceitos básicos abordados nas perguntas sejam devidamente explicados.

A aula foi conduzida nas dependências do Colégio Ateneu Industrial, situado em Maracanaú, Região Metropolitana de Fortaleza, no estado do Ceará. Nessa instituição, desempenhei o papel de docente, lecionando para as turmas correspondentes ao 1º, 2º e 3º anos do ensino médio, majoritariamente na disciplina de física. Na tabela abaixo, é especificado a turma e tamanho da amostra.

Tabela 3 - Amostra 1º ano

Números de alunos	18
Turma	1º ano EM

Fonte: Autor do trabalho.

Data: 01/06

Horário: início às 7h20 e término às 9h

Foi orientado aos alunos que eles respondessem com o máximo de clareza e simplicidade, e explicassem suas respostas de maneira objetiva.

Definido o parâmetro utilizado no julgamento das respostas como certas ou erradas:

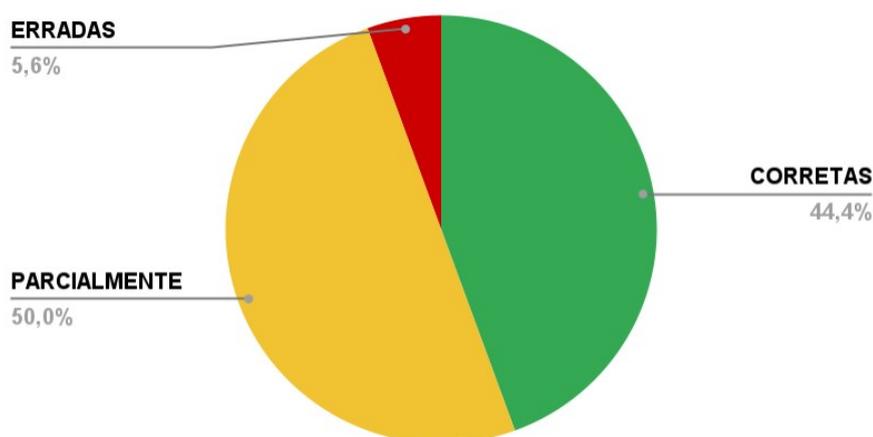
- **Certas:** Respostas que refletem o consenso científico atual, teorias mais aceitas, conceitos satisfatórios a nível de ensino médio.
- **Parcialmente corretas (PC):** Respostas ambíguas, sem complemento, apenas uma resposta quando feita duas perguntas, termos genéricos como sim, não, talvez.
- **Erradas:** Respostas sem lógica científica, conspirações infundadas, “não sei”.

Os dados foram recolhidos das respostas que os alunos entregaram no início da aula.

Abaixo estão os gráficos em que separei as respostas:

O Gráfico 1 corresponde à pergunta: “O que são estrelas? Todas têm que brilhar?”.

Gráfico 1 - Pergunta 1

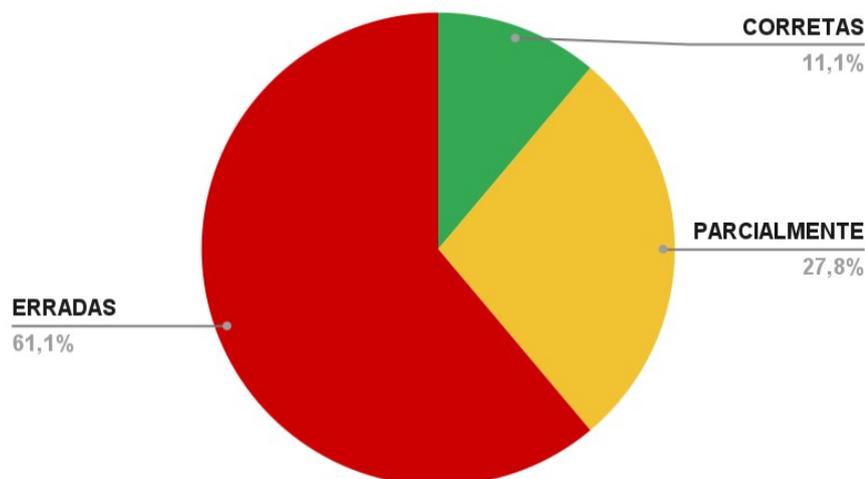


Fonte: Elaboração própria.

Os discentes têm o conhecimento necessário para replicar questões de forma imprecisa, pois ou não sabem expor um desenvolvimento plausível ou não têm as competências basilares sobre a temática. Isso torna o momento do debate ainda mais essencial para o desenvolvimento do estudante, além de que alguns alunos fizeram referências incoerentes em relação ao brilho das estrelas, alegando que a lua seria um exemplo de estrela que parcialmente não brilha.

O gráfico abaixo corresponde à pergunta: “As gravidades de todos os planetas são diferentes? O que influencia nisso?”.

Gráfico 2 - Pergunta 2

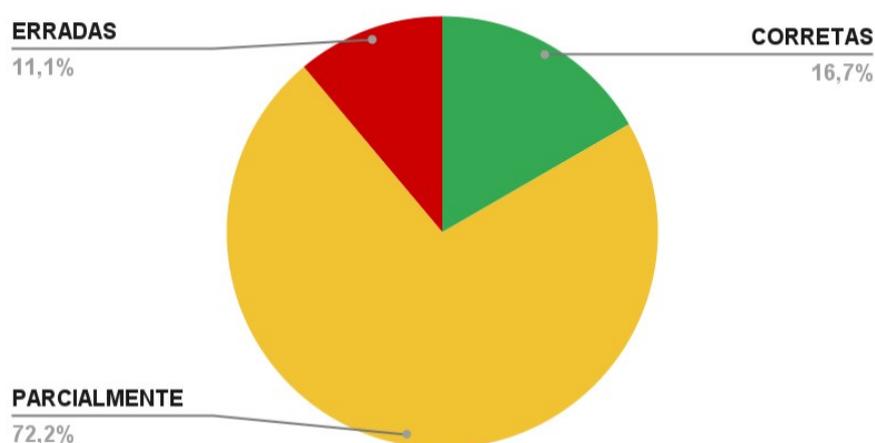


Fonte: Elaboração própria.

Neste tópico, é significativo ressaltar que grande parte da turma não tinha o conhecimento preciso sobre a diferenciação entre aceleração e velocidade e não tinha domínio da aplicação desses conceitos em conexão com a gravidade, o que gerou uma pequena argumentação sobre o assunto, e que foi uma sublime oportunidade de relembrar e explicar conceitos tão primordiais na física.

O gráfico abaixo corresponde à pergunta: “Por que Einstein ficou tão famoso?”.

Gráfico 3 - Pergunta 3



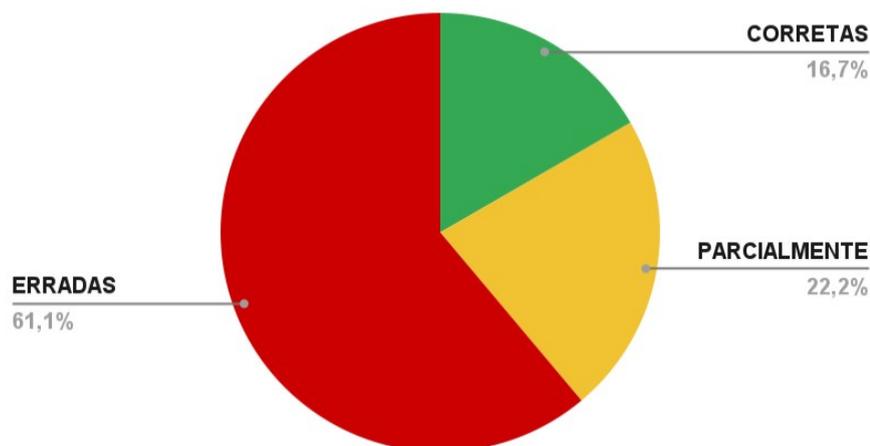
Fonte: Elaboração própria.

A maioria das respostas parcialmente corretas ou erradas trazia uma informação incompleta e superficial, era de conhecimento da grande parte da classe que Albert Einstein é um icônico nome da ciência, mas apenas 16,7% dos alunos souberam explicar a razão. Um

nome relacionado a tantas descobertas e inúmeras importâncias no meio científico não tem seu merecido reconhecimento por contribuições como o Efeito Fotoelétrico e a Teoria da Relatividade.

O gráfico abaixo corresponde à pergunta: “Por que giramos em torno do Sol?”.

Gráfico 4 - Pergunta 4

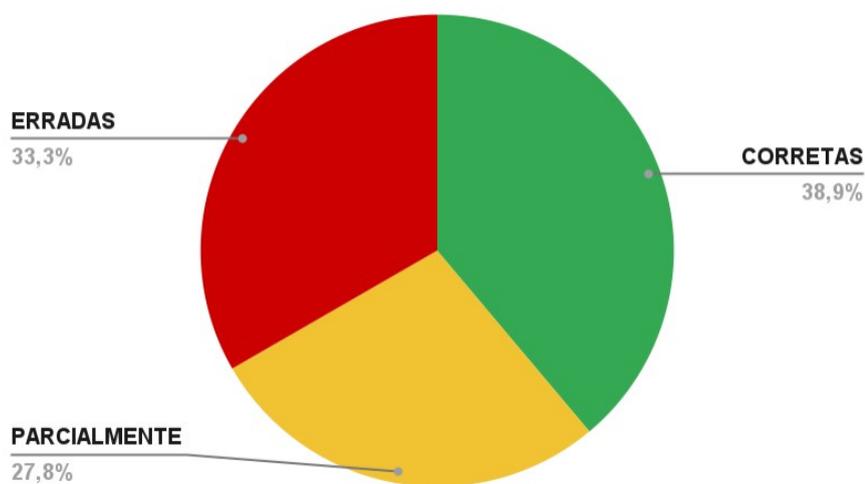


Fonte: Elaboração própria.

Visto que as explicações dos alunos neste tópico orientaram-se de modo resumido e breve, foi de extremo proveito utilizar esse momento para contextualizar e relembrar diversos tópicos como: introdução a ondas gravitacionais, gravitação universal de Newton, gravidade, rotação e translação, entre inúmeros conceitos que podem ser reforçados com essa indagação e debate.

O gráfico abaixo corresponde à pergunta: “Buracos negros são realmente buracos onde posso entrar e sair?”.

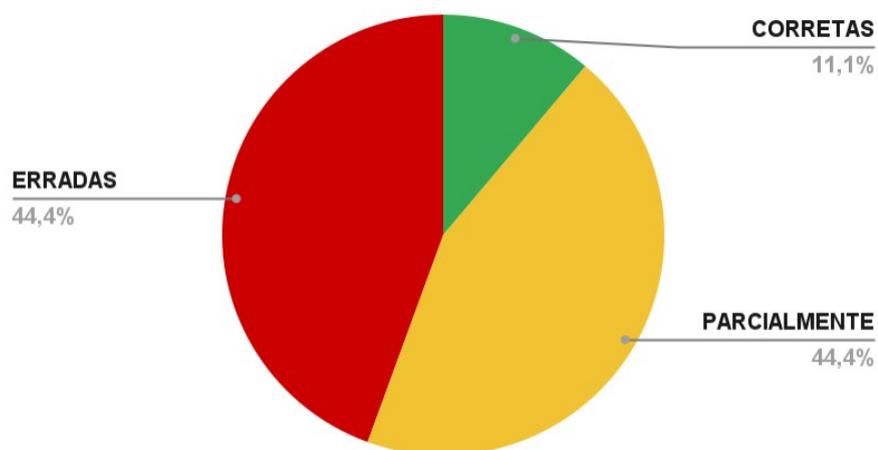
Gráfico 5 - Pergunta 5



Fonte: Elaboração própria.

O gráfico abaixo corresponde à pergunta: “Quem ou o que formou os buracos negros?”.

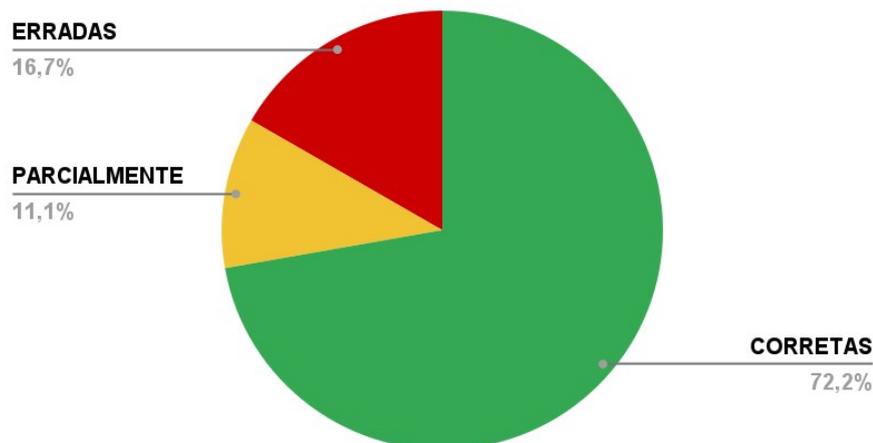
Gráfico 6 - Pergunta 6



Fonte: Elaboração própria.

O gráfico abaixo corresponde à pergunta: “Os Buracos Negros são passagens para outra dimensão?”.

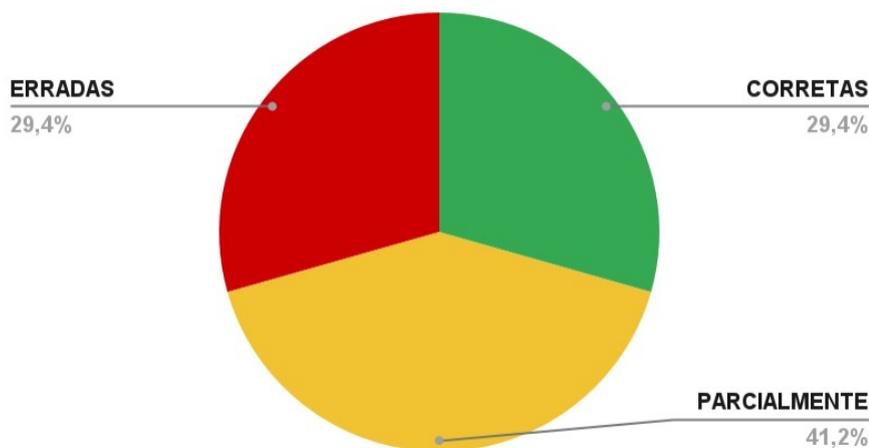
Gráfico 7 - Pergunta 7



Fonte: Elaboração própria.

O gráfico abaixo corresponde à pergunta: “E se entrasse em um buraco negro o que aconteceria?”.

Gráfico 8 - Pergunta 8

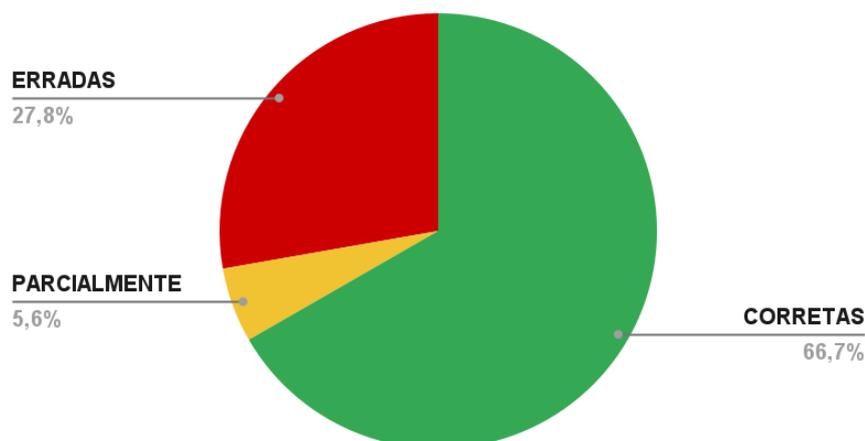


Fonte: Elaboração própria.

É importante mostrar ao discente que nem todas as respostas já existem e são explícitas, é atribuição do professor esclarecer que o debate sobre a ciência é imprescindível para novas descobertas e inovações. As indagações acima não são simples e nem o professor tem as respostas exatas pois há uma incerteza na ciência sobre essas questões, mas o debate sobre isso e novas teorias ou curiosidades tem potencial de tornar a aula mais envolvente.

O gráfico abaixo corresponde à pergunta: “A NASA fotografa os buracos negros em iPhones?”.

Gráfico 9 - Pergunta 9



Fonte: Elaboração própria.

Na sociedade, é comum a utilização de câmeras, cada vez mais presentes em *smartphones*, isso conduz o aluno sem conceitos científicos estruturados a cogitar que as fotos que temos sobre os diversos corpos celestes são tiradas de modo análogo a fotos de smartphones no geral. É uma ótima oportunidade para o professor fazer indagações que levem o aluno a questionar seus próprios conhecimentos, por exemplo:

- Como que uma câmera consegue tirar fotos do sol?
- Como temos a foto de um buraco negro se ele “absorve” a luz?

Quanto mais for aprofundado esse debate e esses questionamentos, será reforçado ainda mais os conhecimentos adquiridos na argumentação.

A mais rápida incorporação dos alunos em meio à tecnologia deixa claro que os estudantes são saturados de informações que na maioria dos casos são incompletas ou equivocadas, e a falta do senso crítico e científico pode ter consequências incertas para a sociedade no geral; os debates acima têm como tem potencial aguçar esses sentidos.

Os resultados foram muito satisfatórios, tendo em vista que a maior parte dos alunos se sentiu incentivado pelo o método proposto, e que após a aula seus conhecimentos foram mais vigorosos que anteriormente em outros tipos de aula. Diante de tal cenário, percebe-se que é isso que esse método de aula almeja, tornar os alunos seres pensantes e complementar o que eles já sabem e ensiná-los e incentivá-los a se questionarem sobre diversas temáticas.

6 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Ao propor uma discussão no processo ensino-aprendizagem de Física, é necessário vinculá-lo ao processo histórico-evolutivo da educação brasileira. Desta forma, trata-se de conhecer o processo e os caminhos que levaram à sua inserção nos currículos escolares e as visões que têm sido dadas ao ensino desta Ciência ao longo da história educacional do país. A educação escolarizada no Brasil vem sendo construída ao longo dos anos fortemente apoiados em questões de ordem política, o que, de certo modo, tem proporcionado um descaso e uma falta de compromisso com a formação cultural, moral, intelectual e científica do nosso povo. O ensino das Ciências é um reflexo desta situação educacional, já que não existe uma política nacional para o desenvolvimento da Ciência, nem mesmo para direcionar de forma estratégica seu ensino, como já vem acontecendo em países como a Inglaterra, a França, a Alemanha e outros. Nestes países, a política estrategista existe desde o século XVIII, definindo como se deve ensinar, qual a prioridade e inclinação que necessitam ser dadas à Ciência e ao seu ensino nas escolas e nas universidades.

Neste sentido, discutir o processo escolarizado do ensino de Física requer uma identificação com as teorias cognitivas de aprendizagem como forma de discutir os mecanismos que favorecem a compreensão dos conceitos e fenômenos físicos. Diversas são as teorias que têm sido propostas como forma de subsidiar o ensino nestes últimos anos, porém algumas podem ser vinculadas diretamente ao ensino de Física.

Mesmo que os professores tenham consciência da gravidade do problema imposto pelo sistema educacional ao ensino de disciplinas como a Física na escola básica, a mudança no quadro depende de outros fatores que transcendem a lógica interna do ensino. Tais questões decorrem da visão de pessoas que muitas vezes desconhecem o complexo que representa a educação e quão importante esta etapa é na vida dos indivíduos.

O professor é responsável pela culminância do processo de ensino, ele é encarregado por possibilitar mecanismos de eficácia deste sistema, não sendo possível a sua organização e gerência. Ou seja, o professor deve favorecer a compreensão dos conteúdos específicos de cada disciplina escolar de forma a abranger a gama diversificada de objetivos a que o ensino se propõe; porém, não cabe a ele influenciar a esfera que decide e organiza o saber a ser ensinado na escola. Ao mesmo tempo em que se exime o professor de sua responsabilidade sobre a esfera de adaptação do conhecimento científico para os níveis escolares, lhe é delegada a responsabilidade sobre o enfoque ou as possíveis abordagens deste conhecimento. Assim, se ele não pode alterar o curso da esfera que seleciona e organiza os

conhecimentos, ele poderá contribuir com o direcionamento deste conhecimento. Seguramente, a questão principal que se pode destacar ao final deste trabalho é a mencionada anteriormente, evidenciando a importância do professor no processo de transposição didática.

A tomada de consciência por parte do docente acerca desse processo lhe permitirá uma melhor adequação do saber que chega à escola a um saber a ser ensinado aos alunos. Nesse sentido, a sua busca permanente por uma atualização, a retomada reflexiva na sua ação docente e a flexibilidade nas discussões em torno do fazer pedagógico lhe permitirão atingir mais rapidamente o seu objetivo no processo ensino-aprendizagem. A preocupação constante com o ensino da Física e a melhor maneira de aproximá-lo dos alunos lhe fornecerá o suporte necessário para que a Física perca o *status* de disciplina odiada por todos aqueles que dela se “aproximam”.

A perspectiva geral deste trabalho é instigar no aluno a sua autonomia e comunicação, que são fatores importantíssimos na atualidade. Ao ter como foco despertar no aluno um senso crítico, esse modelo de aula pode ter outras adaptações, alterações e melhorias, com o objetivo de formar cada vez mais mentes críticas que estejam preparados para a sociedade que os aguarda logo após o ensino médio.

O método de aula explicado nos capítulos anteriores é uma ideia de como é possível deixar de tratar a física como algo longe e inalcançável para os alunos, e a perspectiva que pode ser gerada é de avanço nos métodos didáticos a fim de ultimar esse olhar temeroso que alguns estudantes têm em relação a essa tão fundamental ciência.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há a percepção de que nem todas as questões são complexas, além disso, os assuntos supracitados são de conhecimento de muitos, percepção racional lógica e amparados até mesmo pelas redes sociais.

Visto isso, o consumo desenfreado de meios pseudo-científicos afeta diretamente a percepção não só dos alunos, mas de todo o mercado consumidor acerca de tudo aquilo que aborda a ciência no meio pedagógico e social. Esse contexto se mostra grave, uma vez que ameaça a confiança em trabalhos verdadeiramente significativos para a comunidade científica.

É importante trazer para o meio discente o entendimento de que a ciência é o mistério constante e infindável do saber, esse sentimento de investigar e investigar uma resposta é o que move a ciência como um todo. Os gráficos supracitados mostram que o aluno, mesmo estando no início do seu ensino médio, e tendo passado por todo o processo do ensino fundamental, ainda não consegue desenvolver partes conceituais basilares, mostrando assim, a falta do domínio essencial do assunto.

Dessa forma, é papel do professor analisar e explicar para o aluno as mais práticas formas de preencher as lacunas. Este trabalho tem como objetivo gerar um aumento de ensino significativo e de qualidade para o aluno brasileiro, que muitas vezes não tem todo o recurso pedagógico e psicológico para aprender tudo que é planejado pela BNCC.

Na aula ministrada para inserção na metodologia deste estudo, foi notória a empolgação dos alunos em relação à discussão e investigação teórica e à expressão de opiniões. Há de salientar o aproveitamento e os relatos dos próprios alunos. Atuamos em uma experiência diferente e divertida.

Até alunos que não se interessavam nenhum pouco por ciência ficaram empolgados com as perguntas e ansiosos pelas respostas. A ideia básica da construção do conhecimento por parte do que se aprende e do caráter social e histórico do processo; a concepção da realidade como algo complexo que deve ser abordado com estratégias adequadas do planejamento e resolução de problemas; a organização do currículo (escolar e profissional) em torno de problemas relevantes; o tratamento da realidade a partir de uma perspectiva questionadora e crítica.

Esta monografia mostrou uma possibilidade de motivar o aluno a ter um apreço pelo conhecimento, e o docente, como um apoio para o verdadeiro protagonista desta jornada, o aluno.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA FILHO, Naomar de. Transdisciplinaridade e saúde coletiva. **Debate Ciência. Saúde Coletiva** [online], v. 2, n. 1-2, 1997. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/ZvbpZyt8VYHSQT4jbcWzbHw/#>. Acesso em: 15 jun. 2023.
- ALMEIDA, Carla Rodrigues. Buracos negros: mais de 100 anos de história. **Cadernos de Astronomia**, v. 2, n. 1, p. 93-105, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/astrologia/article/view/33499>. Acesso em: 06 jun. 2023.
- AZEVEDO, Maria Cristina P. Stella de. **Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula**. In: CARVAHO, Anna Maria Pessoa de (Org.). *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática* (pp. 19-33). São Paulo: Cengage Learning, 2012.
- BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. [online]. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/fis2008/Bachelard1996.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2023.
- BAILLY, Anatole. **Dictionaire: Grec-Français**. Rédiger avec le concours de E. Egger. Paris: Hachette, 1950.
- BORRAJO, Thiago Balacó. **Atividades investigativas para o ensino de óptica geométrica**. 118f. Dissertação (Mestrado em Física) - Universidade Federal do Ceará, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/23546>. Acesso em: 03 jun. 2023.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Atlas escolar. [online]. Disponível em: <https://atlasescolar.ibge.gov.br/>. Acesso em: 02 jun. 2023.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. [online], 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/imagens/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 03 jun. 2023.
- _____. **Diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio**. Conselho Nacional de Educação. Brasília: MEC/CNE, 1998. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/1998/pceb015_98.pdf. Acesso em: 10 ago. 2023.
- BRASIL. Portal EBC. Brasil tem em média menos de 1 computador para 4 alunos de 15 anos. Por Mariana Tokamia. Agência Brasil. [online], 2020. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/educacao/noticia/2020-09/brasil-tem-em-media-menos-de-1-computador-para-4-alunos-de-15-anos>. Acesso em: 21 jun. 2023.
- BRITO, André Chaves **Motivação intrínseca e extrínseca aplicada ao ensino de física: um estudo de caso**. 103f. Dissertação (Mestrado Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Ceará, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/21032>. Acesso em: 03 jun. 2023.
- CAFÉ, Laércio de Jesus; SIMÕES, Regina Maria Rovigati. A Importância do pensamento socrático para o ensino de filosofia na educação básica. **Revista Triângulo**, Uberaba - MG, v.

15, n. 2, p. 69–75, 2022. Disponível em: <https://seer.uftm.edu.br/revistaelectronica/index.php/revistatriangulo/article/view/6242>. Acesso em: 5 nov. 2023.

CLEOPHAS, Maria das Graças. Ensino por investigação: concepções dos alunos de licenciatura em Ciências da Natureza acerca da importância de atividades investigativas em espaços não formais. **Revista Linhas**, Florianópolis, v. 17, n. 34, p. 266-298, maio/ago. 2016. Disponível em: https://www.revistas.udesc.br/index.php/linhas/article/%20view/1984723817342016266/pdf_132. Acesso em: 03 jun. 2023.

COSTA, Jaqueline de Moraes; PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel. O ensino por meio de temas-geradores: a educação pensada de forma contextualizada, problematizada e interdisciplinar. **Imagens da Educação** [online], v. 3, n. 2, p. 37-44, 2013. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ImagensEduc/article/view/20265>. Acesso em: 02 jun. 2023.

FEIJÓ, Bruno Vieira. **Por que os planetas são redondos?** Portal Super Interessante [online]. Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/por-que-os-planetas-sao-redondos/>. Acesso em: 30 jun. 2023.

FRANCESCONI, Laércio. **O protagonismo como elemento norteador no processo de ensino e aprendizagem**. Salão do Conhecimento, UNIJUÍ, 2019. Disponível em: <https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaocohecimento/article/view/12683>. Acesso em: 21 jun. 2023.

FREIRE, Paulo. **Educação e mudança**. 12. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

_____. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa** / Paulo Freire. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FRIGOTTO, Gaudêncio. **A interdisciplinaridade como necessidade e como problema nas ciências sociais**. In: BIANCHETTI, Lucídio; JANTSCH, Ari Paulo. Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito. Petrópolis: Vozes. 1995.

GIBIN, Gustavo Bizarria; SOUZA FILHO, Moacir Pereira de. **Atividades experimentais investigativas em física e química: uma abordagem para o ensino médio**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

GONZÁLEZ, Gabriel Travé; ESTRADA, Francisco Pozuelos; LEÓN, Pedro Cañal de. Como ensinar pesquisando? Análise das percepções de três equipes docentes com diferentes graus de desenvolvimento profissional. **Revista Iberoamericana de Educación** [online], v. 39, n. 5, p. 1-25, 2006. Disponível em: <https://rieoei.org/RIE/article/view/2555>. Acesso em: 03 jun. 2023.

GRÜN, Mauro. **Questionando os pressupostos epistemológicos da educação ambiental: a caminho de uma ética**. Dissertação (Mestrado). UFRGS, Porto Alegre. 1995.

HAWKING, Stephen. **Universo em uma casca de noz**. Korytowsky, Ivo (Trad.), São Paulo: Mandarim, 2001.

HAWKING, Sthefen. **Uma breve história do tempo: do big bang aos buracos negros**. Rio de Janeiro: Rocco, 1988.

HELEBROCK, Rafael. **O que é massa?** Portal Brasil Escola [online]. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-massa.htm>. Acesso em: 01 jun. 2023.

LIMA, Ariela Batista de Souto. **Astronomia no ensino de ciências: a construção de uma sequência didático-pedagógica a partir da análise dos livros didáticos de ciências**. 270f. Dissertação (Mestrado em Educação em Astronomia) - Universidade de Brasília, UnB, Brasília/DF, 2018. Disponível em: <https://www.btdea.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/astronomia-no-ensino-de-ciencias-a-construc-ao-de-uma-sequencia-didatico-pedagogica-a-partir-da-analise-dos-livros-didaticos-de-ciencias>. Acesso em: 02 jun. 2023.

LIMA, Ariela Batista de Souto; BRITO, Paulo Eduardo de; ROTTA, Jeane Cristina Gomes. Um espaço não formal de ensino aprendizagem: o Planetário de Brasília. **Anais... VI ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA E VIII ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA**. Maringá – PR, 2016.

LOZANO, Héctor; BELTRÁN, Rebecca. **A filosofia de Merlí**. São Paulo: Faro Editorial 2017.

MANFRINI, Luíza. **A Importância da astronomia na história da humanidade**. [online], 2019. Disponível em: <https://aerojr.com/blog/importancia-da-astronomia/>. Acesso em: 02 jun. 2023.

MATIAS, Murilo. **Einstein ganhou Prêmio Nobel há 100 anos, mas não foi por teoria famosa**. Portal UOL [online], 2021. Disponível em: <https://educacao.uol.com.br/noticias/2021/07/18/eistein-ganhou-premio-nobel-ha-100-anos-m-as-nao-foi-por-teoria-famosa.htm>. Acesso em: 06 jun. 2023.

MOREIRA, Marco Antonio. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados** [online], v.32, n. 94, Sept./Dec. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/3JTLwqQNsfWPqr6hjzyLQzs/?lang=pt>. Acesso em: 31 ago. 2023.

MOURÃO, Matheus Fernandes; SALES, Gilvandenys Leite. O uso do ensino por investigação como ferramenta didático-pedagógica no ensino de Física. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 5, 2018. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/113>. Acesso em 03 set. 2023.

NATIONAL Geographic Brasil. **Buracos negros: tudo o que você precisa saber** [online], 2022. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/ciencia/2022/05/buracos-negros-tudo-o-que-voce-precisa-saber>. Acesso em: 03 jun. 2023.

OLIVEIRA FILHO, Kepler. de; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. **Astronomia e Astrofísica**. Departamento de Astronomia-Instituto de Física, Universidade Federal do Rio

Grande do Sul, Porto Alegre: UFRGS, 2014. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/#gsc.tab=0>. Acesso em: 30 jun. 2023.

OLIVEIRA, Raquel Fátima de. **A história da investigação dos buracos negros**. 67f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciado em Matemática) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 2022. Disponível em: <http://docplayer.com.br/235046335-Universidade-tecnologica-federal-do-parana-raquel-fatima-de-oliveira.html>. Acesso em: 02 jun. 2023.

PARANÁ (Estado). **Diretrizes curriculares da educação básica: ciências**. Secretaria de Educação do Estado do Paraná, [online], 2008. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_cien.pdf. Acesso em: 10 ago. 2023.

PENTEADO, Paulo Cesar M. **Física: conceitos e aplicações**. São Paulo: Editora Moderna, 1991.

PÉREZ, Francisco F. García. Um modelo didático alternativo para transformar a educação: o modelo de pesquisa na escola. **Escrita Nova** [online], v. 4, p. 55-78, 2000. Disponível em: <https://revistes.ub.edu/index.php/ScriptaNova/article/view/193>. Acesso em: 06 jun. 2023.

PORTAL AstroMía. **Buracos negros**. [online], [s.d.]. Disponível em: <https://www.astromia.com/universo/agujerosnegros.htm>. Acesso em: 03 jun. 2023.

REIS, Ana Queli Mafalda; NEHRING, Cátia Maria. A contextualização como processo de ensino e aprendizagem da matemática. *In: Educação matemática na contemporaneidade: desafios e possibilidades*. São Paulo – SP. 2016. Disponível em: https://www.sbem.com.br/enem2016/anais/pdf/6013_3108_ID.pdf. Acesso em: 15 jun. 2023.

RICARDO, Elio Carlos. **Competências, interdisciplinaridade e contextualização: dos Parâmetros Curriculares Nacionais a uma compreensão para o ensino das ciências**. 257f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2005. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/102668/222646.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 jun. 2023.

SCHAPPO, Marcelo Girardi. **Astronomia: os astros, a ciência, a vida cotidiana**. São Paulo: Editora Contexto, 2022. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/estrelas.htm/>. Acesso em 03 set. 2023.

SOUZA, Ronaldo Tadeu. **O grande desafio epistemológico do século XXI: a questão ética**. *In: DESAULNIERS, Julieta. Beatriz Ramos (Org.). Responsabilidade Social & Universidade*. Porto Alegre: EDIPUCRS/ULBRA, 2006.

THIESEN, Juarez da Silva. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação** [online], v. 13 n. 39 set./dez. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/swDcnzst9SVpJvpx6tGYmFr/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 10 ago. 2023.

TORRE, J.C. Apresentação: a motivação para a aprendizagem. *In*: TAPIA, Jéus Alonso; FITA, Enrique Caturla. **A motivação em sala de aula: o que é, como se faz**. São Paulo: Edições Loyola, 2006.

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

WEINBERG, Steven. **Para explicar o mundo: a descoberta da ciência moderna**. Trad. Denise Bottmann. São Paulo: Companhia das Letras, 2015. Disponível em: <https://www.companhiadasletras.com.br/trechos/13933.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2023.

WILSEK, Marilei Aparecida Gionedis; TOSIN, João Angelo Pucci. Ensinar e aprender ciências no ensino fundamental com atividades investigativas através da resolução de problemas. **Programa de Desenvolvimento Educacional da Secretaria de Estado da Educação do Paraná SEED-PR**, 2009, p. 1-44. [*online*]. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1686-8.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2023.