



UEPB

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

ANA SUÊNIA DE PONTES FERREIRA

ABP: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DA RELATIVIDADE.

**CAMPINA GRANDE - PB
2022**

ANA SUÊNIA DE PONTES FERREIRA

ABP: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DA RELATIVIDADE.

Produto Educacional que compõe o Trabalho de Dissertação apresentado ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Estadual da Paraíba e da Sociedade Brasileira de Física, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ensino de Física.

Área de concentração: Física na Educação Básica.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Raquel Pereira de Ataíde.

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

F383a Ferreira, Ana Suênia de Pontes.
ABP [manuscrito] : uma proposta para o ensino da relatividade / Ana Suênia de Pontes Ferreira. - 2022.
53 p. : il. colorido.
Digitado.
Dissertação (Mestrado em Profissional em Ensino de Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, 2022.
"Orientação : Profa. Dra. Ana Raquel Pereira de Ataíde, Departamento de Física - CCT."
1. Aprendizagem Baseada em Problemas. 2. Buracos negros. 3. Ensino de Física. 4. Metodologias ativas. 5. Teoria da Relatividade. I. Título

21. ed. CDD 530.7

Produto Educacional

Instituição de Ensino: Universidade Estadual da Paraíba

Programa: Programa de Pós-graduação Profissional em Ensino de Física/ Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física- MNPEF

Nível: Mestrado

Área de Concentração: Física na Educação Básica.

Linha de Pesquisa: Física e Sociedade.

Título da Dissertação: Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino de Física: Uma Proposta Para o Ensino da Relatividade.

Produto Educacional: ABP: Uma Proposta Para o Ensino da Relatividade.

Autor: Ana Suênia de Pontes Ferreira.

Orientadora: Prof^a. Dra. Ana Raquel Pereira de Ataíde.

Ano: 2022



Universidade
Estadual da
Paraíba

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



SEQUÊNCIA DE ENSINO

PRODUTO EDUCACIONAL

**ABP: UMA PROPOSTA
PARA O ENSINO DA
RELATIVIDADE**

Ana Suênia de Pontes Ferreira

Ana Raquel Pereira de Ataíde.

Olá, professora! Olá, professor!

Este material é um produto educacional que visa facilitar o trabalho do(a) professor(a) na inclusão de metodologias ativas. Abordando temas da física contemporânea a sequência de ensino foi elaborada como pré-requisito parcial para a obtenção do título de mestre de um dos autores junto ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Este material corresponde a uma sequência de ensino pensada e elaborada para tornar as aulas mais dinâmicas e interativas seja no ensino presencial, híbrido¹ ou remoto. A sequência é apresentada para ser trabalhada em um ambiente de ensino remoto, podendo ser adaptada para híbrido e presencial.

Neste guia, as atividades e aulas são desenvolvidas norteando as habilidades e competências que são propostas pela BNCC para que os estudantes tenham a capacidade de tomar decisões no meio social de maneira mais autônoma, além de desenvolver a habilidade de resolver problemas, trabalhar a criatividade, comunicar-se melhor, criar a competência de argumentação e outros objetivos que são contemplados para que o estudante seja o protagonista. Nele, o foco será em temas que abranjam a dimensão da aprendizagem centrada no/a estudante e na construção de um ambiente colaborativo.

Desse modo, construímos este guia como forma de auxiliar os professores de Física durante a inserção do conteúdo de relatividade utilizando o tema Buracos Negros como eixo motivador, em turmas do segundo/terceiro ano do ensino médio ou em uma turma mista que contempla os estudantes do primeiro, segundo e terceiro ano do ensino médio (ELETIVA)². O nosso principal objetivo nesse guia é proporcionar aprendizagens mais significativas dos conceitos, fenômenos e equações³ inseridos nessa temática.

Assim, os temas que vão nortear os problemas geradores na sequência são: Buracos Negros, Conceito de Relatividade, Tempo e Espaço, Contração e Dilatação do Tempo, Equações de Galileu e Lorentz. Esses conceitos são abordados superficialmente em livros didáticos. Para atender nossa proposta iremos fazer uso

¹ Como sugestões usar o classroom

² ELETIVA: Definimos a eletiva como uma disciplina de livre escolha dos estudantes, respeitando suas reais necessidades e interesses (art. 2º da Res. 57/2000). Essas disciplinas podem ser computadas para efeito de carga horária necessária para a integralização curricular.

³ Livro a teoria da relatividade no nível médio.

de uma metodologia ativa ABP-PBL (Aprendizagem Baseada em Problemas- Problem Based Learning).

Portanto, diante desse contexto apresentamos uma sequência de ensino para professores da educação básica, em especial professores de Física, com o objetivo de promover a utilização de vários recursos como filme, documentário, simuladores, e tem como eixo principal utilizar os problemas geradores que foram construídos pelo professor como um elemento facilitador para a construção de conhecimentos físicos. A finalidade dos problemas geradores é auxiliar na abordagem do conteúdo de Relatividade e engajar o aluno no processo de aprendizagem desse conteúdo.

Este objeto de estudo é composto por uma sequência de 18 aulas⁴, a primeira e segunda aula contém uma inserção as estratégias de ensino da ABP, da terceira até a oitava abordaram o tema buracos negros, da nona até a decima oitava serão inseridos temas que versam sobre a teoria da relatividade.

Deste modo, você encontrará 04 temas:

01 – Tema 1- Metodologia ABP (2 aulas)

02 – Tema 2 - Buracos Negros (6 aulas)

03 – Tema 3 – Teoria da Relatividade (1ª parte) (6 aulas)

04 – Tema 4 – Teoria da Relatividade (2ª parte) (4 aulas)

⁴ Não é necessário que o tempo proposto seja seguido. Depende do desempenho da turma

TEMA 1

Metodologia ABP

*“O futuro está aqui, só não
está uniformemente
distribuído.”
-William Gibson*

TEMA:

Aprendizagem Baseada em Problemas

OBJETIVO:

Compreender o que é a metodologia ativa ABP e como será utilizada nas aulas.

PÚBLICO-ALVO:

Ensino Médio

DURAÇÃO:

1 momento de 50 min

Inicialmente será apresentado aos discentes o cronograma da disciplina, com os conteúdos que serão abordados, as atividades e avaliações, que acontecerão durante a disciplina. Em seguida, o(a) professor(a) deverá explicar para os discentes a metodologia ativa de ensino que será utilizada nesse processo metodológico. Nesta explicação, o(a) professor(a) deve pontuar todos os conceitos que estão presentes na ABP desde o posicionamento do aluno até a nova característica do professor, o tutor, e deixar bem claro as etapas que os estudantes terão que passar para a resolução do problema. Como essa metodologia depende bastante do envolvimento do estudante para ter um desempenho satisfatório é necessário que neste momento o(a) professor(a) realize um contrato com a turma, para que eles possam entender que boa parte dessa estratégia depende deles. Esse contrato servirá para que o aluno compreenda o seu papel, o do professor e o da instituição de ensino. Portanto, é necessário que o(a) professor(a) utilize-se dessa estratégia “contrato de aprendizagem”. O objetivo dessa prática é chamar a atenção do aluno para o seu papel dentro dessa metodologia ativa, como também sobre a sua responsabilidade no processo de assimilação do conhecimento e de desenvolvimento das competências necessárias para o exercício profissional.

Acadêmico(a): (Fulana da Silva), residente e domiciliado(a) na Rua (xxx), nº (xxx), bairro (xxx), CEP (xxx), Cidade (xxx), no Estado (xxx), devidamente matriculado(a) no (nome da escola).
Professor Genésio Dantas, docente da (nome da instituição).

As partes acima identificadas têm, entre si, justo e acertado, o presente Contrato de Aprendizagem, que se regerá pelas cláusulas seguintes descritas no presente.

DO OBJETO DO CONTRATO

Cláusula 1ª. O presente contrato tem como OBJETO o plano de aprendizagem, a ser vigorado de (xxx) a (xxx), a ser seguido pelos alunos e professor.

Parágrafo Único. O plano de aprendizagem poderá sofrer ajustes no decorrer do semestre letivo, para melhor adequação à demanda dos alunos, do calendário letivo e do processo de ensino-aprendizagem.

CONDIÇÕES GERAIS

Cláusula 2ª. O presente contrato passa a vigorar entre as partes a partir da sua assinatura.

Cláusula 3ª. Segue, em anexo, o plano de aprendizagem do estudante.

DO PROCESSO DE APRENDIZAGEM

Cláusula 4ª. O processo de aprendizagem universitária, de acordo com suas características próprias, deverá ter como princípios:

O protagonismo do estudante no processo de aquisição do conhecimento, incluindo-se a mediação do docente.

- I. A essência como significado: quando esse tipo de aprendizagem ocorre, o elemento de significado para o aprendiz é construído na experiência total.
- II. A dedicação à pesquisa: o estudante deve dedicar parte de seu tempo acadêmico ao desenvolvimento da pesquisa relacionada com os conteúdos apresentados em aula.
- III. O compromisso com a extensão: o estudante deve dedicar-se à extensão como parte significativa da práxis formativa e da formação do cidadão crítico e reflexivo.
- IV. O empreendedorismo: o estudante dos cursos da (nome da instituição de ensino superior – IES) deve demonstrar espírito empreendedor dentro de suas respectivas atuações profissionais como forma de intervir na realidade social local.

DO PERFIL DO ESTUDANTE

Cláusula 5ª. O perfil do estudante de (curso) da (IES) deve conjugar-se aos objetivos estabelecidos pela instituição e contemplar:

- I. Envolvimento pessoal: inclusive seus sentimentos aos aspectos cognitivos.
- II. Autonomia: mesmo havendo o estímulo por parte do docente, o aluno deve ter a consciência de que o maior estímulo é intrínseco.
- III. Responsabilidade: o estudante é responsável pela execução das atividades propostas, bem como pela participação nas atividades sugeridas.

DAS ATRIBUIÇÕES DO DOCENTE

Cláusula 6ª. Compete ao docente da disciplina:

- I. Mediar o processo de aprendizagem.
- II. Incentivar o estudante a resolver as atividades de forma autônoma.
- III. Auxiliar aqueles que demonstrarem dificuldades com a metodologia ativa.
- IV. Propor situações concretas e debruçar-se na resolução delas.
- V. Apresentar o planejamento das atividades docentes.

DA AVALIAÇÃO

Cláusula 7ª. Todas as avaliações elaboradas no curso devem ser de natureza formativa, processual e participativa.

Cláusula 8ª. As avaliações serão discutidas até 24 horas após sua realização.

Cláusula 9ª. As partes elegem a (IES) como depositária do contrato.

Por estarem assim justos e contratados, firmam o presente instrumento, em 2

(duas) vias de igual teor, juntamente com 2 (duas) testemunhas.

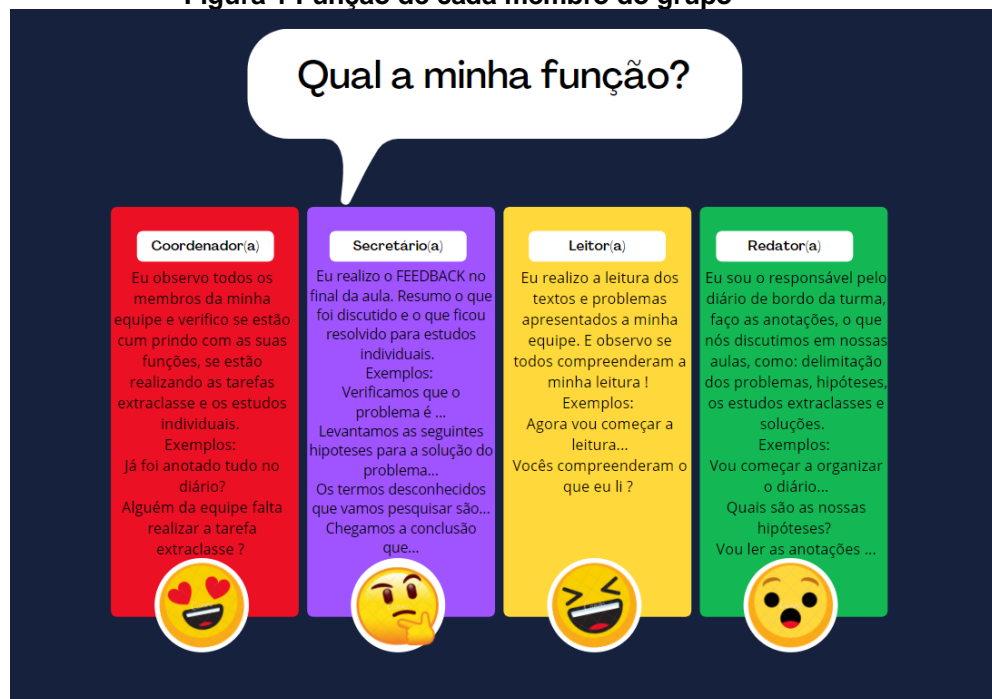
(Local, data e ano)

(Nome e assinatura do discente) (Nome e assinatura do discente)

Após a realização do contrato com os discentes, chegou o momento em que o(a) professor(a) terá que realizar a divisão dos grupos, como na explicação os estudantes já tem noção que vão trabalhar com grupos tutoriais. Neste momento o(a) professor(a) tem que conhecer o perfil dos estudantes, pois é necessário que a formação dos grupos seja bem diversificada, para que os grupos tenham alunos bem distintos com relação à postura em sala de aula. Para que os estudantes fiquem acomodados com a situação do grupo é bom o tutor(a) argumentar os pontos positivos, por exemplo, que futuramente na vida profissional não temos a opção de escolher nossos colegas de trabalho, e ainda assim temos que aprender a trabalhar de forma colaborativa.

Seguindo, o tutor(a) realizará a montagem dos grupos. Cada grupo deverá conter no máximo cinco indivíduos. Com todas as equipes definidas, cada estudante receberá um cartão explicativo de funções (Figura 1) que deverá exercer em seu grupo.

Figura 1 Função de cada membro do grupo



Fonte: Adaptado de Silva (2020)

A utilização de funções para os estudantes irá guiá-los em suas tarefas em sala de aula, em como eles devem proceder com seus colegas de turma, é importante ressaltar ao grupo que o coordenador é a figura principal, ou seja, o líder da equipe, entretanto ele também deve ser observado com relação as suas funções,

assim todos podem dar contribuições para ele exercer bem a duas funções. O objetivo de incumbir funções é principalmente estimular a participação de todos os membros da equipe de forma equivalente. O(A) professor(a) poderá indicar a função de cada estudante em seus respectivos grupos, desde que os estudantes façam um rodízio de funções entre eles para que todos possam ter a experiência de cada função.

Neste momento o(a) professor(a) informa aos estudantes que será criado um grupo no WhatsApp para facilitar a comunicação dos integrantes. Neste grupo serão passados avisos importantes e algumas atividades, textos, documentários entre outros, que serão encaminhadas tanto na sala de aula do Google Classroom como no WhatsApp.

ATIVIDADE EXTRACLASSE

A primeira atividade deverá ser a criação do diário de bordo⁵ dos grupos tutoriais. Os integrantes do grupo deverão criar um PADLET⁶ e compartilhar com o(a) professor(a) para que ele possa acompanhar o progresso das resoluções de problemas dos integrantes do grupo, cada grupo deve escolher um nome para a sua equipe. Para isto deve ser disponibilizado aos estudantes o *link* (<https://www.padlet.com/>).

O(A) professor(a) pode disponibilizar para os estudantes o seguinte vídeo Padlet: como criar um mural virtual (<https://youtu.be/tfAXW8pW2vc>) que mostra as funções desse site e como criar. O(A) professor(a) indicará o modelo de Padlet de coluna. Veja um exemplo neste link (<https://padlet.com/anapontes198/svbp9uatrhj2rssa>). Cada aluno terá o seu diário de bordo individual que poderá ser como este exemplo (<https://padlet.com/anapontes198/uvt4hryvax3mwmbt>)

MATERIAL DE APOIO

⁵ Para o(a) professor(a) que vai aplicar a proposta no modo presencial pode acessar o link para imprimir a tabela organizacional que é o nosso diário de bordo.

⁶ Padlet permite o compartilhamento dos murais com outras pessoas, facilitando a distribuição de tarefas em equipes de trabalho e turmas de estudo. Neste ambiente os estudantes e principalmente o redator do grupo tem que fazer as suas anotações e divisão de atividades.

Professor(a), este vídeo que será disponibilizado para os estudantes é para que eles se familiarizem com o que vão estudar em nossas próximas aulas. Este vídeo fala sobre a origem e a morte das estrelas, o vídeo é intitulado como “De poeira estelar a supernovas: O ciclo de vida das estrelas” está disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=1wPSGIV84aI>. Neste vídeo, o apresentador faz uma breve descrição do processo de evolução das estrelas e como acontece a morte dessas estrelas tornando-se supernovas, anãs brancas, estrelas de nêutrons ou buracos negros que é o nosso estudo principal. Esse vídeo deve ser passado para que o estudante consiga compreender todo o processo antes da morte de uma estrela.

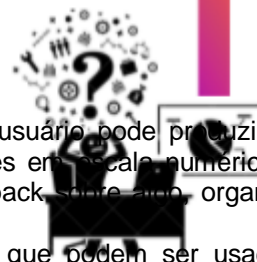
ATIVIDADE EXTRACLASSE

A segunda atividade será a realização de um quizz sobre o vídeo que eles assistiram, a realização desse quizz é uma forma de verificar se os estudantes assistiram ao vídeo, fizeram a leitura e se eles fizeram uma pesquisa sobre o ciclo das estrelas, até porque o vídeo é bem resumido, é necessário que o discente vá em busca de mais informações.

Fica a critério do(a) professor(a) o que irá utilizar para fazer o questionário com os estudantes. No quadro de sugestões temos o formulário do Google Forms⁷ e o Quizizz⁸, os dois permitem que o(a) professor(a) faça o questionário. Assim, neste link o(a) professor(a) terá acesso ao questionário no Quizizz:

Sugestões:

1. Formulário do Google forms
2. Quizizz



⁷ É um serviço gratuito para criar formulários online. Nele, o usuário pode produzir pesquisas de múltipla escolha, fazer questões discursivas, solicitar avaliações em escala numérica, entre outras opções. A ferramenta é ideal para quem precisa solicitar feedback sobre algo, organizar inscrições para eventos, convites ou pedir avaliações.

⁸ É uma ferramenta simples de elaboração de questionários que podem ser usados para fazer avaliação na forma de escolha múltipla ou verdadeiro/ falso, mas que também pode ser usada para receber feedback das aprendizagens dos alunos, em tempo real, em sala de aula ou como trabalho de casa. Link com a explicação de como realizar a conta e começar a criar os quiz. https://esfdferreira.files.wordpress.com/2018/03/tutorial_quizizz.pdf

<https://quizizz.com/admin/quiz/60dc560bc6e97b001d263023> (OBS: o professor pode copiar esse mesmo quiz e receber as repostas de seus estudantes).

Para a utilização do Quizizz o(a) professor(a) terá que realizar o cadastro na plataforma, esse cadastro é gratuito, basta entrar com um e-mail e senha. É uma plataforma em que os alunos utilizam o seu dispositivo móvel para visualizar as perguntas e para respondê-las, sendo de imediato informado se acertou ou não nas respostas.

TEMA 2

Buracos Negros

"Eu sou apenas uma criança que nunca cresceu. Eu ainda faço perguntas de 'como' e 'por que'. Ocasionalmente eu encontro uma resposta."

- Stephen Hawking

TEMA:

Buracos Negros

OBJETIVO:

Compreender as características de um Buraco Negro, por meio da metodologia ativa ABP.

PÚBLICO-ALVO:

Ensino Médio

DURAÇÃO:

6 aulas de 50 min

COMPETÊNCIAS DA BNCC:

1. Conhecimento.
 2. Pensamento científico, crítico e criativo.
 6. Cultura digital.
 7. Argumentação.
 9. Empatia e cooperação.
 10. Responsabilidade e cidadania.
-

HABILIDADES IDEPB:

Matriz de referência de Língua Portuguesa:

H1- Reconhecer a unidade temática de um texto.

H2- Localizar informações explícitas em um texto.

H3- Inferir o sentido de uma palavra ou expressão.

H4- Inferir uma informação implícita em um texto.

Matriz de referência de Matemática:

H08 - Resolver situações-problema que envolvem área e perímetro de superfícies planas limitadas por segmentos de retas e/ou arcos de circunferência, propondo soluções adequadas às demandas da região, envolvendo as medições e cálculos supramencionados.

H09 – Resolver e elaborar problemas que envolvam grandezas determinadas pela razão ou pelo produto de outras (velocidade, densidade demográfica, etc.).

H05 - Resolver e elaborar problemas em contextos que envolvem fenômenos periódicos reais (ondas sonoras, fases da lua, movimentos cíclicos, entre outros) e comparar suas representações com as funções seno e cosseno, no plano cartesiano, com ou sem apoio de aplicativos de álgebra e geometria.

H04 – Resolver problema que envolva variação proporcional, direta ou inversa, entre grandezas.

Inicialmente pretendemos organizar os estudantes em seus grupos tutoriais. Cada um será direcionado em uma sala temática do Google Meet⁹, (OBS: Na criação das salas temáticas o(a) professor(a) tem que assinar a plataforma do google workspace para ter acesso a essa função, ou pode utilizar o Firefox nele é possível o(a) professor silenciar as reuniões de cada grupo, ou pode escutar todos os grupos simultaneamente, se um dos grupos pedir alguma informação, o professor pode ouvir apenas um grupo silenciando os demais.). Assim, com os grupos organizados o(a) professor(a) vai disponibilizar a planilha com os resultados e questões do último questionário para os discentes, cada grupo vai analisar as questões que o componente do grupo errou e tentar explicar para ele a questão correta, essa estratégia é conhecida como *brainwriting*, após essa análise e discussões dessas questões os estudantes estão liberados para os próximos passos.

Posteriormente no segundo encontro, com os grupos tutoriais organizados, o(a) professor(a) deverá retomar sucintamente aos sete passos que compõem a metodologia, para que alunos tenham noção das funções que todos os estudantes devem desenvolver. Contudo, é importante ressaltar que o mais importante é o empenho do grupo para a resolução do problema, uma vez que é através dele que serão adquiridos conhecimentos relacionados a temas da disciplina.

Depois dessas orientações, o(a) professor(a) deverá verificar o modelo de diário de bordo do grupo tutorial (modelo disponível: <https://padlet.com/anapontes198/svbp9uatrhj2rssa>) e o problema em ABP a seguir.

PROBLEMA

⁹ É um serviço de comunicação por vídeo desenvolvido pelo Google. Essa ferramenta vem auxiliando os professores no ensino remoto. Como nossa proposta é para ser realizada no ensino remoto, ele irá nos ajudar nesse propósito.

Os estudantes da ECI Francisco Pessoa de Brito montarão um grupo de pesquisa para observação noturna, o clube de protagonismo: **DESVENDANDO ENIGMAS**; O grupo é responsável pela pesquisa e desenvolvimento da exploração espacial da região de Araçagi-PB e tem a finalidade de criar programas e missões para explorar o universo através de tecnologia de ponta – foguetes, satélites, robôs e etc. Sua missão é "fomentar o futuro na pesquisa, descoberta e exploração espacial". Em uma de suas observações identificaram uma região bem escura que dista cerca de 3.500 anos luz da terra, decidiram então nomear essa região como V616 Monocerotis, após algumas pesquisas conseguiram encontrar algumas informações sobre a região, e descobriram que um físico teórico já tinha falado sobre tal região e que tinha chamado de “estrela escura” e que elas são resultado de um colapso gravitacional, uma das características dessa região é que ela é a deformação do espaço-tempo e que o seu poder é tão grande que a luz não consegue escapar, de acordo com o Albert Einstein. Para que possam desmistificar e ajudar na divulgação da ciência atual esse grupo de pesquisadores vai em busca de mais informações. Sua primeira missão é explorar essa região, com a equipe unida os estudantes tem que apresentar e explicar para a comunidade escolar o que é essa região, porque elas se formam dentre outras características que eles possam apresentar.

Após a apresentação da situação problema, os alunos serão guiados pelo(a) professor(a) para que eles não pulem nenhum passo de nossa metodologia. Nesse momento é importante que o professor esteja atento ao que os discentes estão debatendo em cada grupo tutorial.

Passo 1 – Leitura e Identificação do problema (8 min)

Neste passo o(a) professor(a) apresentará o problema para os discentes, espera-se que os mesmos de posse dos setes passos da metodologia ABP e com o diário de bordo aberto, faça a leitura e consiga tirar do problema a ideia central.

Na construção do problema que é do tipo estruturado, foram inseridos conceitos, propositalmente não conhecidos pelos discentes, mas que não interferem na compreensão da questão central. Desse modo, espera-se que os discentes percebam que a ideia central do problema é *a região escura que foi chamada de “estrela escura” que vista 3.500 anos luz da terra e que a missão desses pesquisadores é a divulgação científica sobre essa região.*

Assim, os estudantes precisam identificar que região é essa que é chamada de estrela escura? Como se formam essas regiões? Quais os tipos e por que eles estão no centro de galáxias? Se isso é comprovado? Quais são as características principais dessa região e entender o conceito de ano luz. E qual é a solução mais adequada à resolução deste problema?

Professor(a) deixe que os estudantes deem sugestões de como eles pretendem fazer essa divulgação científica seja com um blog, uma página no Facebook ou Instagram da escola ou um específico.

O próprio problema traz essas informações, mas se os discentes não conseguirem achar a ideia central, o(a) professor(a) deve ajudá-los, tendo um cuidado para não dar as respostas, porque como já estamos acostumados com a metodologia tradicional pode ser que você fique tentado a responder. É importante conduzir o estudante através de perguntas, como por exemplo:

- ✓ *De acordo com o que vocês leram na redação do problema, ele se refere a quê? (professor(a))*
- ✓ *Segundo o que está escrito, qual a região que os pesquisadores pretendem explorar? O que eles precisam divulgar para a comunidade escolar? (professor(a))*

O(a) professor(a) deve explicar que o propósito deste momento ainda não é explicar o porquê ou como, mas definir em forma de pergunta o problema a ser solucionado. Espera-se que para este momento, os estudantes percebam que a solução para o problema é: *a divulgação científica sobre os buracos negros.* Portanto, questões como as que seguem abaixo, podem ser elaboradas pelas equipes como síntese do problema:

- ✓ *Como podemos conseguir mais informações sobre os buracos negros, a sua formação, as primeiras observações e as suas características? (equipes)*
- ✓ *Como podemos fazer a divulgação científica sobre os buracos negros para a comunidade escolar? (equipes)*
- ✓ *O que vamos produzir para essa divulgação (Ex.: Vídeo explicando, cartazes, uma palestra)? (equipes)*

Após isso vamos para o segundo passo

Passo 2 - Delimitar o problema (10 min)

Neste momento o(a) professor(a), deve nortear os alunos para que eles anotem os pontos que estão claros no problema e os que eles não conhecem. O que está explícito no problema e que eles podem conhecer são:

- ✓ É uma região que deforma o espaço-tempo e nem a luz consegue escapar dessa região.

E as expressões que os estudantes não conhecem e que precisam ser estudadas, são:

- ✓ “Estrela escura” = Buracos Negros.
- ✓ V616 Monocerotis.
- ✓ Colapso gravitacional.
- ✓ Dista 3500 anos luz da terra.

Nesse momento o(a) professor(a) pode orientar os estudantes a irem pensando sobre que tipo de decisão pode ser tomada para a solução do problema.

Passo 3 - *Brainstorming*/ chuva de ideias/ análise do problema com conhecimentos prévios (15 min)

Neste passo, os estudantes serão orientados pelo(a) professor(a) para discutir o problema utilizando os conhecimentos prévios e o senso comum para formular explicações e buscar respostas para o problema sem se preocuparem com a exatidão das informações ou com preconceitos sobre as ideias sugeridas no grupo.

É importante e necessário que todos da equipe expressem as suas ideias e sugestões, levantando, pelo menos uma hipótese/afirmação sobre o contexto do problema. O respeito pela opinião dos colegas de equipe deverá ser um ponto estimulado.

Perpassando esse momento o(a) professor(a) deverá levantar questões, fazendo com que as equipes percebam o enquadramento do problema, se por acaso algum grupo não chegar à questão chave do problema, pode ser feito algumas indagações para todos os grupos ou apenas para os que não conseguiram achar a questão do problema. Por exemplo:

- ✓ *Por que vocês acham que os buracos negros são formados através dos colapsos de estrelas?*
- ✓ *Por que depende da massa da estrela? Como vocês chegaram a essa afirmação? (professora)*
- ✓ *Quais seriam os passos para que isso ocorra? (professora)*
- ✓ *Por que vocês acham que ele engole qualquer coisa que se aproxime dele? (professora)*

Professor(a), os estudantes têm que estar conscientes que as suas respostas são ou devem ser fundamentadas nos dados disponibilizados no problema. Por exemplo: a formação dos Buracos Negros e o entendimento da evolução estelar.

SUGESTÃO:
Professor (a) essa aula pode ser dividida em dois momentos.

- 1º momento: aborda os conceitos iniciais para formação do BN
- 2º momento: Apresenta o que são os BN e as suas características.



É importante que neste passo os estudantes se sintam à vontade, expressando suas posições e entendendo a importância da discussão para elaborarem e fundamentarem suas hipóteses.

Passo 4 - Detalhar explicações / Sistematizar análises e hipóteses de explicação ou solução do problema (10 min)

Neste momento, os estudantes devem ser orientados a resumir a discussão, selecionando e organizando na tabela as afirmações e/ou hipóteses levantadas, que expliquem de forma coerente a possível solução do problema.

Passo 5 - Propor temas de aprendizagem autodirigida (8 min)

Neste momento, os grupos tutoriais devem discutir o problema e definir o objetivo, assim como deve, sistematizar a aprendizagem autodirigida, ou seja, precisa-se definir o que será pesquisado sobre o problema para que assim eles possam propor uma solução no nosso próximo encontro.

Finalizando o encontro em sala de aula, após realizarem todos os passos anteriores, os estudantes devem ser orientados a fazerem um resumo oral sobre o que foi realizado em sala de aula. Assim, o escritor de cada uma das equipes, de posse do diário de bordo, fará um resumo e feedback do que foi discutido, o que foi resolvido e o que ficou para pesquisas individuais. (Tempo estimado: 14 min).

Espera-se que entre os temas para pesquisa estejam os de colapso gravitacional, formação dos buracos negros, ano luz, e V616 monocerotis. Caso essas expressões não se encontrem na lista dos objetivos de pesquisa, o(a) professor(a) poderá chamar atenção dos grupos, questionando-os sobre o que significam e o que elas têm a ver com o problema anunciado, assim os estudantes poderão perceber que tais expressões necessitam ser mais bem estudadas.

Professor(a) fique atento a este passo, pois através dele será possível perceber os temas que foram citados pelos estudantes. Para que a partir daí você se organize para preparar e disponibilizar materiais de apoio para os estudos extraclasse, caso esses não estejam em seu planejamento anterior.

Passo 6 - Busca de informações no estudo individual

Após esse encontro, cada estudante tem consigo uma seleção de temas, termos ou expressões confusas e/ou desconhecidas que foram selecionados do problema para serem pesquisados em ambiente extraclasse.

É o momento no qual os alunos farão estudos a respeito dos conteúdos, inseridos intencionalmente e como parte integrante do problema. Os materiais de apoio a serem disponibilizados, proporcionam aos estudantes informações que esclareçam esses conceitos. Vejamos.

MATERIAL DE APOIO

Essa primeira parte do material de apoio será voltada para a formação dos buracos negros, os tipos de buracos negros e os primeiros estudos e teóricos que estudavam sobre os buracos negros.

1. O primeiro material de apoio é o vídeo: Nascimento de um buraco negro que está disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=lszKXnUhrNU>, esse vídeo é um recorte do documentário sobre os buracos negros da Discovery Channel e está legendado.
2. Buracos negros, como eles surgem. Está disponível em: <https://youtu.be/WvQlhMjGo4M>, neste vídeo os estudantes vão se nortear com a base de todo o estudo dos buracos negros a gravidade e estudar parcialmente como eles se formam.
3. Nosso terceiro material é uma leitura de um artigo disponível em: https://www.sbhc.org.br/arquivo/download?ID_ARQUIVO=2900 que está intitulado como as estrelas, a luz e os corpos escuros no século XVIII: uma tradução comentada de um artigo de John Michell (1724-1793). Professor(a), nesse momento é bom deixar claro para os estudantes que eles não precisam se atentar as equações matemáticas nesse momento, até porque a nossa principal ideia é a teoria da relatividade, e o conteúdo de buracos negros é a motivação.
4. Nosso quarto material é um Podcast sobre os buracos negros na ciência ON. Disponível em: <https://anchor.fm/ciencion/episodes/CienciON10-Buraco-Negro-no-Horizonte-e5mrbm/a-ap855a>. Esse podcast é muito interessante e vai falar sobre os teóricos que iniciaram os estudos sobre os buracos negros, vai nortear o conceito de velocidade de escape e gravidade.

ATIVIDADE EXTRACLASSE

Como uma forma de incentivar o estudo dos materiais de apoio disponibilizados, os estudantes deverão responder fazer um fichamento sobre o artigo: “As estrelas, a luz e os corpos escuros no século XVIII: uma tradução comentada de um artigo de John Michell (1724-1793)”.

Passo 7 – Avaliação. Retorno dos estudantes as equipes

Nesse momento acontecerá um encontro via Google Meet. Nesta aula os estudantes devem voltar aos grupos tutoriais para que cada um relate aos demais as informações que anotaram durante o estudo autodirigido, sintetizando, integrando os conhecimentos adquiridos e revisando as hipóteses iniciais para o problema.

Após isso, o(a) professor(a) deve pedir que cada grupo prepare uma breve apresentação e desenvolva um mini relatório escrito (incluindo referências e dados usados na solução do problema) a ser entregue juntamente com a tabela organizacional¹⁰ (Apêndice-B).

MOMENTO 2

Segundo momento está relacionado a nossa quarta aula, vamos nortear os estudantes para as características de um buraco negro. Como esse problema abrange uma questão muito ampla, iremos precisar de mais um momento com os estudantes para que estes se organizem novamente e assim possam reavaliar o problema e passar pelos 7 passos novamente, agora eles vão se nortear para as características dos buracos negros.

Passo 1 – Leitura do problema (2 min)

Neste momento os estudantes já têm o problema delimitado, mas são necessários alguns estudos relacionados às características dos Buracos negros. Assim, é pertinente que os estudantes releiam o problema e veja o que está faltando para a conclusão e o fechamento desse problema.

Passo 2 - Delimitar o problema (10 min)

Neste momento o(a) professor(a), deve nortear os alunos para que eles anotem os pontos que estão faltando para a resolução do problema.

- ✓ Quais as características que estão presentes em um buraco negro?

E as expressões que os estudantes não conhecem e que precisam ser estudadas são:

- ✓ Singularidade.
- ✓ Horizonte de eventos.
- ✓ O que pode acontecer com uma pessoa se ela cair num Buraco Negro?
- ✓ Os buracos negros se movem?
- ✓ Como se alimenta um buraco negro?
- ✓ O que é o Efeito espaguetificação?

¹⁰ Se for trabalhar presencial o(a) professor(a) acessa o link e pode fazer o download das tabelas. E quem tiver o interesse de aplicar no modo remoto sugiro colocar a tabela em drive no Excel para cada estudante, ou melhor, abre uma sala no google classroom e cada aluno terá acesso a tabela. Disponível em: <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1MEBfvMbxW3GDZHPzmLPpuerEcl4GD11v/edit?usp=sharing&ouid=103049323184860137386&rtpof=true&sd=true>

Passo 3 - *Brainstorming*/ chuva de ideias/ análise do problema com conhecimentos prévios (15 min)

Neste momento, os estudantes são organizados em grupos e a partir do senso comum apresenta aos demais companheiros o que eles já conhecem sobre o problema.

Perpassando esse momento o(a) professor(a) deverá levantar questões, fazendo com que as equipes percebam o que está faltando identificar no problema.

Por exemplo:

- ✓ *Quais as características de um buraco negro? (professor(a))*
- ✓ *Quais as regiões de um buraco negro? (professor(a))*
- ✓ *Por que os objetos não podem se aproximar do horizonte de eventos? (professor(a))*

Passo 4 - Detalhar explicações / Sistematizar análises e hipóteses de explicação ou solução do problema (10 min)

Neste momento, os estudantes devem ser orientados a resumir a discussão, selecionando e organizando no diário de bordo as afirmações e/ou hipóteses levantadas, que expliquem de forma coerente a possível solução do problema.

Passo 5 - Propor temas de aprendizagem autodirigida (8 min)

Como os estudantes já vão estar reunidos em seus grupos tutoriais, repetem o mesmo processo que foi realizado anteriormente, a proposta de temas para a busca de informações. Neste instante, o redator do grupo faz o feedback do que foi discutido e apresenta a equipe o que cada componente vai ser responsável de realizar na pesquisa individual.

Espera-se que entre os temas para pesquisa estejam os de singularidade, horizonte de eventos, raio de Schwarzschild, espaguetificação, o crescimento de um BN. Se por acaso algumas dessas expressões não forem citadas pelos estudantes, o(a) professor(a) poderá conversar com os discentes para que reveja o que é necessário estudar para concluir o problema.

Passo 6 - Busca de informações no estudo individual

Chegou o momento em que os estudantes fazem a busca de informações individuais para sanar as possíveis dúvidas que eles ainda carregam. Após a realização dessa busca, e dos materiais de apoio que estão disponíveis abaixo serem lidos pelos estudantes, eles estarão aptos para solucionar o problema em

nosso próximo encontro, a leitura é realizada extraclasse, os alunos tem em torno de 7 dias para fazer a leitura do material proposto.

MATERIAL DE APOIO

Professor(a), a segunda parte do material de apoio será voltada para as características de um buraco negro, assim como as novidades que possam aparecer ao longo das aulas sobre as curiosidades e as atuais notícias da evolução dos estudos sobre os buracos negros que fica á critério do estudante se embasar.

1. Minicurso realizado pelo International Center for Theoretical Physics- South American Institute for Fundamental Research (ICTP-SAIFR), com professora palestrante Cecília Chirente sobre os buracos negros realizada em 1 e 8 de maio de 2021, esse minicurso traz muitos conhecimentos sobre os buracos negros, é extremamente importante, está intitulado como Um passeio pela Astrofísica -- destino: buraco negro, a aula 1 disponível em : <https://youtu.be/iwAACs4LyE> e a aula 2 está disponível em: <https://youtu.be/ZfSFtrj7p50>.
2. O segundo material disponível para apoio é um vídeo que fala sobre os primeiros teóricos que estudavam os buracos negros, mas com um diferencial que ele responde à pergunta que os estudantes mais fazem: o que aconteceria se você caísse em um buraco negro? O vídeo está disponível em: <https://youtu.be/GbJJRsS6OR4> e está intitulado como Buracos Negros Explicados.
3. O terceiro é um livro de Buracos negros: palestras da BBC reith lectures, o livro é uma tradução da palestra que foi transmitida pela BBC em 2 de fevereiro de 2016 com o físico Stephen Hawking. Este livro tem leitura rápida, ele tem 62 páginas. O livro está disponível em: <https://cienciadoamanha.files.wordpress.com/2019/02/buracos-negros-stephen-hawking.pdf>
4. Esse material é um vídeo curto da NASA que está disponível em: <https://svs.gsfc.nasa.gov/13773>, intitulado como Ciência Hubble: buracos negros, do mito à realidade tem duração de 2:37 minutos. Está em inglês e legendado.

ATIVIDADE EXTRACLASSE

Para conseguir monitorar os estudantes com relação aos materiais de apoio, se estão realmente assistindo às palestras e fazendo a leitura, será pedido neste momento um resumo do livro (item três do material de apoio) que contém a palestra traduzida do Stephen Hawking. Como pretendo utilizar o Google sala de aula, as atividades e material vão estar inseridos neste ambiente.

Passo 7 – Avaliação. Retorno dos estudantes às equipes

Neste passo, que é desenvolvido em uma aula de 50 min, é o momento de os estudantes se juntarem e compartilharem o que estudaram e pesquisaram durante o estudo autodirigido, sintetizando, integrando os conhecimentos adquiridos e revisando as hipóteses iniciais para o problema. Como eles já tem em mente como vão fazer a divulgação científica, só vai organizar para a divulgação.

Após isso, o(a) professor(a) deve pedir que cada grupo prepare as suas apresentações e atualize o mini relatório escrito (incluindo referências e dados usados na solução do problema) que foi pedido nas aulas anteriores.

Após a apresentação dos grupos, o(a) professor(a) deve pontuar os conteúdos de física que foram estudados através do problema, abordando em síntese de revisão os conteúdos estudados. Em seguida o(a) professor(a) apresenta uma autoavaliação e avaliação entre pares do grupo conforme seu empenho no desenvolvimento do projeto proposto.

Por fim, o(a) professor(a) fará um feedback de todo o processo da atividade em ABP, fechando a sequência de atividades e concluindo a segunda aula da proposta de ensino.

Para encerrar o nosso 1º problema em ABP, iremos ter uma aula para assistir o documentário que está disponível na NETFLIX que está intitulado Buracos Negros no limite do conhecimento. Professor(a) fica ao seu critério passar esse documentário na escola ou deixar como material de apoio. A realidade da minha escola é diferente, logo pretendo passar o filme on-line com os meus estudantes.

TEMA 3

Teoria da Relatividade

1ª Parte

*“Se eu vi mais longe, foi
por estar sobre ombros de
gigantes.”*
-Isaac Newton

TEMA:

Teoria da Relatividade

OBJETIVO:

Compreender os conceitos iniciais para a introdução da relatividade. Compreender que a Teoria da Relatividade constitui um novo modelo explicativo para o universo uma nova visão de mundo.

CONTEÚDOS:

1. A Física pré-relativística.
 2. A luz como fenômeno ondulatório.
 3. O aparecimento da relatividade e o abandono do éter.
 4. Referencial inercial
 5. Espaço e tempo
-

PÚBLICO- ALVO:

Ensino Médio

DURAÇÃO:

4 momentos de 50 min

COMPETÊNCIAS DA BNCC:

1. Conhecimento.
2. Pensamento científico, crítico e criativo.
6. Cultura digital.

7. Argumentação.
 9. Empatia e cooperação.
 10. Responsabilidade e cidadania.
-

HABILIDADES IDEPB:

Matriz de referência de Língua Portuguesa:

H1- Reconhecer a unidade temática de um texto.

H2- Localizar informações explícitas em um texto.

H3- Inferir o sentido de uma palavra ou expressão.

H4- Inferir uma informação implícita em um texto.

Matriz de referência de Matemática:

H08 - Resolver situações-problema que envolvem área e perímetro de superfícies planas limitadas por segmentos de retas e/ou arcos de circunferência, propondo soluções adequadas às demandas da região, envolvendo as medições e cálculos supramencionados.

H09 – Resolver e elaborar problemas que envolvam grandezas determinadas pela razão ou pelo produto de outras (velocidade, densidade demográfica etc.).

H05 - Resolver e elaborar problemas em

contextos que envolvem fenômenos periódicos reais (ondas sonoras, fases da lua, movimentos cíclicos, entre outros) e comparar suas representações com as funções seno e cosseno, no plano cartesiano, com ou sem apoio de aplicativos de álgebra e geometria.

H04 – Resolver problema que envolva variação proporcional, direta ou inversa, entre grandezas.

Dando seguimento a nossa sequência de ensino vamos abordar o nosso segundo problema que tem como objetivo analisar os conceitos iniciais que foram mudados ao longo do século para chegar aos postulados propostos pelo Einstein. Nesta aula o(a) professor(a) deve apresentar o seguinte problema.

PROBLEMA

“É comprovado através de observações que os Buracos Negros são tão massivos que deformam a região do espaço-tempo a sua volta”. Esse trecho foi retirado de uma das postagens realizada pelos estudantes em sua rede social Instagram. Após várias especulações da comunidade escolar diante da divulgação realizada pelo grupo em sua primeira postagem na rede social sobre a formação dos buracos negros e suas principais características, surgiram vários comentários na postagem. Alguns comentários do tipo: Esse astro suga até a luz? A velocidade da luz tem limite? O porquê da palavra espaço-tempo juntos? Como também ficou um suspense entre os internautas e os moradores da região com a seguinte indagação “Se o sol é uma estrela ele pode se tornar um buraco negro e engolir a terra?” Diante dessas indagações em suas redes sociais, o clube de protagonistas da Escola Francisco Pessoa de Brito está envolvido nessa pesquisa de divulgação científica em sua região e se prontificaram em fazer a divulgação científica, com isso é necessário dar seguimento a seus estudos e agora incluir a teoria da relatividade, e para isso, explicar conceitos simples como noções de espaço e tempo que de acordo com o físico Isaac Newton são absolutos e para o Albert Einstein eles não são absolutos, assim como a partir dessas duas vertentes teóricas analisarem o conceito de referencial inercial e não inercial, que está intimamente ligado com os estudos de espaço e de tempo. Assim como é necessário analisar os estudos sobre a velocidade da luz e quais são as mudanças teóricas do século XIX para o século XX. Incumbidos de sua mais nova missão, os estudantes iniciarão suas pesquisas para novas publicações/divulgações científicas.

Após a apresentação os alunos vão seguir novamente os sete passos para a resolução do problema. O professor deve guiá-los para que não avancem em nenhuma etapa.

Passo 1 – Leitura e Identificação do problema (8 min)

Neste passo o(a) professor(a) apresentará o problema para os discentes e espera que os mesmos de posse dos setes passos da metodologia ABP e com o diário de bordo aberto faça a leitura e consiga tirar do problema a ideia central.

Seguindo o mesmo raciocínio do problema anterior, que é do tipo estruturado, espera-se que os discentes percebam que a ideia central é *entender a física pré-relativística com os estudos do espaço-tempo e a luz como onda eletromagnética para chegar ao aparecimento da relatividade*.

Desse modo, os estudantes precisam pesquisar sobre a quebra de paradigma que surgiu entre o século XIX e XX com os estudos de Newton e Einstein sobre espaço e tempo, entender sobre o conceito de referencial inercial e não inercial e analisar os conceitos sobre a luz e o abandono do éter. Como também é de se esperar que os mesmos entendam qual é *a solução mais adequada à resolução deste problema (que já deve estar decidido desde o primeiro problema)*.

Professor(a), este momento é bem delicado porque você tem que ter o cuidado de não dar as respostas prontas para os discentes. Como o próprio problema traz algumas informações, o professor deve guiá-los para encontrar a ideia central do problema, caso os estudantes não consigam encontrar. O(A) professor(a) deve conduzir os estudantes através de perguntas, como por exemplo:

- ✓ *De acordo com o que vocês leram na redação do problema, ele se refere a quê? (professor(a))*
- ✓ *Segundo o que está escrito, qual era o pensamento de Newton e de Einstein com relação ao espaço e o tempo? (professor(a))*
- ✓ *Que mudanças aconteceram após a divulgação do pensamento de Einstein sobre espaço e tempo? (professor(a))*
- ✓ *O que os estudos da velocidade influenciaram na física relativística.*
- ✓ *O que eles precisam divulgar para a comunidade escolar? (professor(a))*

O(a) professor(a) deve deixar claro que neste momento não é necessário explicar o porquê ou como, mas definir em forma de pergunta o problema a ser solucionado. Espera-se que para este momento, os estudantes percebam que a

solução para o problema é: *a divulgação científica sobre os conceitos iniciais para estudar a relatividade e necessariamente fazer essa divulgação científica*. Portanto, questões como a seguir, podem ser elaboradas pelas equipes como síntese do problema:

- ✓ *Como podemos conseguir mais informações sobre a quebra de paradigmas, quais os pensamentos dos teóricos daquela época com relação ao espaço e o tempo? (equipes)*
- ✓ *Como podemos analisar os estudos da luz como onda como seguimento para a teoria da relatividade?*
- ✓ *Como podemos fazer a divulgação científica sobre a teoria da relatividade para a comunidade escolar? (equipes)*
- ✓ *O que vamos produzir para essa divulgação (Ex.: Vídeo explicando, cartazes, uma palestra)? (equipes)*

Após isso vamos para o segundo passo

Passo 2 - Delimitar o problema (10 min)

Neste momento o(a) professor(a), deve nortear os alunos para que eles anotem os pontos que estão claros no problema e os que eles não conhecem. O que está explícito no problema e que obviamente eles conhecem são:

- ✓ Qual foi a mudança que ocorreu do Séc. XIX para o XX nos estudos referentes à Física.
- ✓ Apenas um cientista contribuiu para essas mudanças?

E as expressões que os estudantes não conhecem e que precisam ser estudadas são:

- ✓ “espaço-tempo
- ✓ Referencial inercial e não inercial
- ✓ Velocidade limite para a luz
- ✓ Tempo e espaço absolutos.

Nesse momento o(a) professor(a) pode orientar os estudantes a irem pensando sobre que tipo de decisão pode ser tomada para a solução do problema.

Passo 3 - *Brainstorming*/ chuva de ideias/ análise do problema com conhecimentos prévios (15 min)

Como no problema anterior, esse é o momento em que os estudantes vão discutir o problema utilizando os conhecimentos prévios e o senso comum para formular explicações e buscar respostas para o problema, sem se preocuparem com a exatidão das informações ou com preconceitos sobre as ideias sugeridas no grupo.

Sempre é bom lembrar que é importante e necessário que todos da equipe expressem as suas ideias e sugestões levantando, pelo menos, uma hipótese/afirmação sobre o contexto do problema. O respeito pela opinião dos colegas de equipe deve ser um ponto estimulado.

Perpassando esse momento o(a) professor(a) deverá levantar questões, fazendo com que as equipes percebam o enquadramento do problema. Por exemplo:

- ✓ *Por que vocês acham que foram necessárias tais mudanças de paradigmas? (professor(a))*
- ✓ *Por que a ciência gregoriana não servia para os conceitos da mecânica relativística? (professor(a))*
- ✓ *Por que após os estudos realizados com a luz a ciência se desenvolveu mais? (professora(a))*
- ✓ *Por que os resultados da experiência de Michelson e Morley não foi o esperado? Como vocês chegaram a essa afirmação? (professor(a))*
- ✓ *Por que alguns teóricos abandonaram a hipótese do éter? (professor(a))*

Passo 4 - Detalhar explicações / Sistematizar análises e hipóteses de explicação ou solução do problema (10 min)

Os estudantes devem ser orientados a resumir a discussão, selecionando e organizando na tabela as afirmações e/ou hipóteses levantadas, que expliquem de forma coerente a possível solução do problema.

Passo 5 - Propor temas de aprendizagem autodirigida (8 min)

Como os estudantes já vão estar reunidos em seus grupos tutoriais, repetem o mesmo processo que foi realizado anteriormente, a proposta de temas para a busca de informações. Neste instante, o redator do grupo faz o feedback do que foi

discutido e apresenta à equipe o que cada componente vai ser responsável de realizar na pesquisa individual.

Finalizando o encontro em sala de aula, após realizarem todos os passos anteriores, os estudantes devem ser orientados a fazerem um resumo oral sobre o que foi realizado em sala de aula. Assim o escritor de cada uma das equipes, de posse da tabela organizacional, fará um resumo e feedback do que foi discutido, o que foi resolvido e o que ficou para pesquisas individuais. (Tempo estimado: 14 min).

É esperado que entre os temas para a pesquisa estejam os de física pré-relativística, leis do movimento de Newton, leis da eletrodinâmica, experimento de Michelson e Morley, hipótese do éter e o aparecimento da relatividade. Caso essas expressões não se encontrem na lista dos objetivos de pesquisa, o(a) professor(a) poderá chamar atenção dos grupos, questionando-os sobre o que significam e o que elas têm a ver com o problema anunciado, assim os estudantes poderão perceber que tais expressões necessitam ser estudadas melhor.

Neste momento é importante o(a) professor(a) ficar atento, porque terá uma visão dos temas propostos pelos estudantes para os estudos autogeridos e a partir daí organiza-se para preparar e disponibilizar materiais de apoio para os estudos extraclasse, caso esses não estejam em seu planejamento anterior.

Passo 6 - Busca de informações no estudo individual

Neste momento, cada estudante tem consigo uma seleção de temas, termos ou expressões confusas e/ou desconhecidas que foram selecionados do problema para serem pesquisados em ambiente extraclasse.

É o momento no qual os alunos farão estudos a respeito dos conteúdos da Física, inseridos intencionalmente e como parte integrante do problema. Os materiais de apoio a serem disponibilizados, proporcionam aos estudantes informações que esclareçam esses conceitos. Vejamos.

MATERIAL DE APOIO

Professor(a), o material de apoio será voltado para a quebra de paradigma do século XIX e o século XX, assim como os conceitos iniciais mais importantes para a abordagem da teoria da relatividade.

1. O princípio da relatividade - de Galileu a Einstein, disponível em: <https://www.rbhm.org.br/index.php/RBHM/article/view/221/207>.
2. O éter na história da física vídeo disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=0Ayx7CYyxTY>
3. O espaço tempo explicado, vídeo disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=kJ5xNaSleTI>
4. Referencial inercial e não inercial com o professor Douglas, o vídeo explica muito bem os dois conceitos de referenciais. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=oujRf-SsLb8>
5. Equações de Maxwell explicadas, vídeo fala sobre as famosas equações de Maxwell e provam a existência do que nós conhecemos como luz, que nada mais é do que ondas eletromagnéticas que se propagam pelo espaço com velocidade constante (que é a velocidade da luz). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=sMpJ3Vn0bfE>
6. O livro Teoria da Relatividade: No nível matemático do ensino médio. (Livro disponível na biblioteca da escola). Helio V. Fagundes. Leitura do Capítulo 1
7. Física e História, é um artigo do Roberto de Andrade Martins que faz um resumo dos avanços, fracassos e sucessos da física ao longo do tempo. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v57n3/a15v57n3.pdf>

ATIVIDADE EXTRACLASSE

Para conseguir monitorar os estudantes com relação aos materiais de apoio, se estão realmente assistindo as palestras e fazendo a leitura será pedido neste momento um fichamento do artigo disponível no item 1, e o resumo do capítulo 1 do livro que está disponível no item 6, esses dois materiais dão suporte para o nosso próximo encontro em sala de aula, assim como para o próximo problema. Como pretendo utilizar o Google sala de aula, as atividades e material vão estar inseridos neste ambiente.

Passo 7 – Avaliação. Retorno dos estudantes as equipes

Neste passo, que deverá ser desenvolvido em uma aula de 50 min, é o momento dos estudantes se juntarem e compartilhar o que estudaram e pesquisaram durante o estudo autodirigido, sintetizando, integrando os conhecimentos adquiridos e revisando as hipóteses iniciais para o problema. Como eles já tem em mente como vão fazer a divulgação científica, eles só organizam para a divulgação.

Após isso, a professora deve pedir que cada grupo prepare as suas apresentações e atualize o mini relatório escrito (incluindo referências e dados usados na solução do problema) que foi pedido nas aulas anteriores.

Após a apresentação dos grupos, o(a) professor(a) deve pontuar os conteúdos de física que foram estudados através do problema, abordando em síntese de revisão os conteúdos estudados. Em seguida o(a) professor(a) apresenta uma autoavaliação e avaliação entre pares do grupo conforme seu empenho no desenvolvimento do projeto proposto.

Por fim, o(a) professor(a) fará um feedback de todo o processo da atividade em ABP, fechando a sequência de atividades e concluindo o terceiro tema das aulas propostas.

TEMA 4

Teoria da Relatividade

2ª Parte

*“A mente que se abre a uma
nova ideia jamais voltará ao
seu tamanho original.”*
-Albert Einstein

TEMA:

Teoria da Relatividade

OBJETIVO:

Compreender que a Teoria da Relatividade constitui um novo modelo explicativo para o universo uma nova visão de mundo.

CONTEÚDOS:

1. Os Postulados de Einstein
 2. A transformação de Lorentz
 3. O tempo e o espaço relativístico
 - a. Intervalos entre dois eventos
 - b. Simultaneidade
 - c. Dilatação do tempo
 - d. Massa variável
 - e. O paradoxo dos gêmeos
-

PÚBLICO-ALVO:

Ensino Médio

DURAÇÃO:

4 aulas de 50 min

COMPETÊNCIAS DA BNCC:

1. Conhecimento.
2. Pensamento científico, crítico e criativo.
6. Cultura digital.

7. Argumentação.

9. Empatia e cooperação.

10. Responsabilidade e cidadania.

HABILIDADES IDEPB:

Matriz de referência de Língua Portuguesa:

H1- Reconhecer a unidade temática de um texto.

H2- Localizar informações explícitas em um texto.

H3- Inferir o sentido de uma palavra ou expressão.

H4- Inferir uma informação implícita em um texto.

Matriz de referência de Matemática:

H08 - Resolver situações-problema que envolvem área e perímetro de superfícies planas limitadas por segmentos de retas e/ou arcos de circunferência, propondo soluções adequadas às demandas da região, envolvendo as medições e cálculos supramencionados.

H09 – Resolver e elaborar problemas que envolvam grandezas determinadas pela razão ou pelo produto de outras (velocidade, densidade demográfica, etc.).

H05 - Resolver e elaborar problemas em

contextos que envolvem fenômenos periódicos reais (ondas sonoras, fases da lua, movimentos cíclicos, entre outros) e comparar suas representações com as funções seno e cosseno, no plano cartesiano, com ou sem apoio de aplicativos de álgebra e geometria.

H04 – Resolver problema que envolva variação proporcional, direta ou inversa, entre grandezas.

Dando seguimento a nosso guia didático, abordaremos o nosso terceiro problema que tem como objetivo analisar os postulados de Einstein e quais as mudanças feitas para que possamos compreender o mundo das grandes velocidades. Nesta aula o(a) professor(a) deve apresentar o seguinte problema. (Professor(a) neste problema é interessante que os estudantes realmente assistam ao filme, Interstellar, para que a partir da obra cinematográfica, possam trazer termos que eles não conhecem e que conhecem). Neste caso, é preferível que o(a) professor(a) separe duas aulas (1 encontro) para que os estudantes possam assistir ao filme na escola.

PROBLEMA

Após alguns estudos envolvendo os participantes do clube de protagonismo “Desvendando Enigmas”, seguindo com seus objetivos de divulgação científica. Apresentaram trechos do filme *Interstellar*, no seu Instagram. O intuito foi divulgar essa obra que conta com a participação de um físico muito famoso, o Thorne, além disso aproxima-se do que realmente pode acontecer. Os participantes do clube de protagonistas assistiram ao filme e se propuseram a fazer a divulgação.

Desfecho do filme:

A partir do que os estudantes viram no filme fizeram uma divulgação na rede social de um trecho, após essa divulgação surgiram várias dúvidas sobre esse trecho do filme que aconteceu já no final, cujo reencontro entre o pai e a filha, que são protagonistas do enredo do filme, se dá na estação espacial da NASA, o qual Cooper acorda, tendo envelhecido pouco e Murphy, sua filha, já uma idosa. Novamente, o nosso público-alvo nas redes sociais ficaram sem entender o que aconteceu. E surgiram mais perguntas do tipo: Mas como isso é realmente possível? Como não observamos tais fenômenos de dilatação do tempo e contração do espaço no nosso dia-dia? Chegamos a mais uma missão para esse clube de protagonistas. Explicar tal situação!

Após a apresentação de trechos do filme¹¹ *Interstellar* aos estudantes, que vai servir como base para que eles possam fazer os estudos dos termos que eles conhecem dos que não conhecem o professor pode apresentar o problema em ABP para que eles possam dar seguimento a nossa sequência. Desse modo, os alunos vão seguir novamente os sete passos para a resolução do problema. O professor deve guiá-los para que não pulem nenhuma etapa.

Passo 1 – Leitura e Identificação do problema (8 min)

Neste passo o(a) professor(a) apresentará o problema para os discentes e espera-se que os mesmos de posse dos setes passos da metodologia ABP e com o diário de bordo aberto faça a leitura e consiga tirar do problema a ideia central.

¹¹ Caso não seja possível o(a) professor(a) passar o filme para os estudantes em sala de aula é viável passar como material de apoio para que eles possam diagnosticar mais conceitos que não conhecem, favorecendo um diálogo mais rico nas intervenções em sala de aula.

Seguindo o mesmo raciocínio do problema anterior, que é do tipo estruturado, espera-se que os discentes percebam que a ideia central é *entender os postulados de Einstein e as mudanças que teve naquela época para explicar alguns efeitos que acontecem com o espaço e o tempo quando viajamos em altas velocidades e a partir desses estudos fazer a divulgação científica.*

Desse modo, os estudantes precisam pesquisar sobre os postulados de Einstein, a transformação de Lorentz e sobre o tempo e o espaço na relatividade. Apesar de estar em resumo, dentro desses conceitos principais temos vários outros que precisam ser entendidos. Como também é de se esperar que os mesmos entendam qual é *a solução mais adequada à resolução deste problema com relação a divulgação (que já deve estar decidido desde o primeiro problema).*

Professor(a), este momento é bem delicado porque você tem que ter o cuidado de não dar as respostas prontas para os discentes. Como o próprio problema e o filme trazem algumas informações, o professor deve guiá-los para encontrar a ideia central do problema caso os estudantes não consigam encontrar. O(A) professor(a) deve conduzir os estudantes por meio de perguntas, como por exemplo:

- ✓ *De acordo com o que vocês leram na redação do problema, ele se refere a quê? (professor(a))*
- ✓ *Segundo o que está escrito e o que foi visto no filme sobre o tempo e o espaço, como vocês podem explicar isso? (professor(a))*
- ✓ *Quais as contribuições que essa observação mental trouxe para a física (professor(a))*
- ✓ *O que está acontecendo com o pai e a filha? (professor(a))*
- ✓ *É possível que haja diferentes idades para irmãos que nasceram no mesmo dia? (professor(a))*
- ✓ *Como vocês vão apresentar de forma coerente uma explicação para essa situação? (professor(a))*

O(A) professor(a) deve deixar claro que neste momento não é necessário explicar o porquê ou como, mas definir em forma de pergunta o problema a ser solucionado. Espera-se que para este momento, os estudantes percebam que a solução para o problema é: *a divulgação científica sobre a dilatação do tempo, a contração do espaço, e necessariamente fazer essa divulgação científica.* Portanto,

questões como a seguir, podem ser elaboradas pelas equipes como síntese do problema:

- ✓ *Como podemos conseguir mais informações sobre a possibilidade de o tempo passar mais devagar para uma pessoa e para outra não num mesmo universo? (equipes)*
- ✓ *Como podemos analisar a sensação de o tempo passar mais devagar para uma pessoa e outra não e isso não influenciar no tempo decorrido?*
- ✓ *Como podemos fazer a divulgação científica sobre o paradoxo dos gêmeos para a comunidade escolar? (equipes)*
- ✓ *Qual a possibilidade dessa experiência acontecer? Que exemplo citar para essa explicação? (equipes)*
- ✓ *O que vamos produzir para essa divulgação (Ex.: Vídeo explicando, cartazes, uma palestra)? (equipes)*

Após isso, seguiremos para o passo seguinte

Passo 2 - Delimitar o problema (10 min)

Neste momento o(a) professor(a), deve nortear os alunos para que eles anotem os pontos que estão claros no problema e os que eles não conhecem. O que está explícito no problema e que obviamente eles conhecem são:

- ✓ Idades diferentes.
- ✓ O paradoxo dos gêmeos.

E as expressões que os estudantes não conhecem e que precisam ser estudadas são:

- ✓ Diferentes conceitos de tempo
- ✓ Conceito físico de tempo
- ✓ Velocidade relativa

Nesse momento o(a) professor(a) pode orientar os estudantes a irem pensando sobre que tipo de decisão pode ser tomada para a solução do problema.

Passo 3 - *Brainstorming*/ chuva de ideias/ análise do problema com conhecimentos prévios (15 min)

Como no problema anterior esse é o momento em que os estudantes vão discutir o problema utilizando os conhecimentos prévios e o senso comum para

formular explicações e buscar respostas para o problema sem se preocupar com a exatidão das informações ou com preconceitos sobre as ideias sugeridas no grupo.

Sempre é bom lembrar que é importante e necessário que todos da equipe expressem as suas ideias e sugestões levantando, pelo menos, uma hipótese/afirmação sobre o contexto do problema. O respeito pela opinião dos colegas de equipe deverá ser um ponto estimulado.

Perpassando esse momento o(a) professor(a) deverá levantar questões, fazendo com que as equipes percebam o enquadramento do problema. Por exemplo:

- ✓ *Por que vocês acham que o tempo é relativo para duas pessoas que viajam com velocidades diferentes próximas a velocidade da luz? (professora)*
- ✓ *Por que essa situação pode ser explicada através de partículas elementares?*
- ✓ *Por que vocês acham que a diferença de idade relativa no filme é por causa da velocidade relativa?*

Passo 4 - Detalhar explicações / Sistematizar análises e hipóteses de explicação ou solução do problema (10 min)

Assim, os estudantes devem ser orientados a resumir a discussão, selecionando e organizando na tabela as afirmações e/ou hipóteses levantadas, que expliquem de forma coerente a possível solução do problema.

Passo 5 - Propor temas de aprendizagem autodirigida (8 min)

Como os estudantes já vão estar reunidos em seus grupos tutoriais eles repetem o mesmo processo que foi realizado anteriormente, a proposta de temas para a busca de informações. Neste instante, o redator do grupo faz o feedback do que foi discutido e apresenta a equipe o que cada componente vai ser responsável de realizar na pesquisa individual.

Finalizando o encontro em sala de aula, após realizarem todos os passos anteriores, os estudantes devem ser orientados a fazer um resumo oral sobre o que foi realizado em sala de aula. Assim o escritor de cada uma das equipes, de posse da tabela organizacional, fará um resumo e feedback do que foi discutido, o que foi resolvido e o que ficou para pesquisas individuais. (Tempo estimado: 14 min).

É esperado que entre os temas para a pesquisa estejam os postulados de Einstein, paradoxo dos gêmeos e tempos transcorridos entre dois eventos quaisquer. Caso essas expressões não se encontrem na lista dos objetivos de

pesquisa, o(a) professor(a) poderá chamar atenção dos grupos, questionando-os sobre o que significam e o que elas têm a ver com o problema anunciado, assim os estudantes poderão perceber que tais expressões necessitam ser mais bem estudadas.

É importante o(a) professor(a) ficar atento nesta etapa, porque terá uma visão dos temas propostos pelos estudantes para os estudos autodirigidos e a partir daí organiza-se para preparar e disponibilizar materiais de apoio para os estudos extraclasse, caso esses não estejam em seu planejamento anterior.

Passo 6 - Busca de informações no estudo individual

Neste momento, cada estudante tem consigo uma seleção de temas, termos ou expressões confusas e/ou desconhecidas que foram selecionados do problema para serem pesquisados em ambiente extraclasse.

Assim, é o momento no qual os alunos farão estudos a respeito dos conteúdos da Física, inseridos intencionalmente e como parte integrante do problema. Os materiais de apoio a serem disponibilizados, proporcionam aos estudantes informações que esclareçam esses conceitos. Vejamos.

MATERIAL DE APOIO

Professor(a), o material de apoio será voltado para os estudos sobre o paradoxo dos gêmeos e sobre eventos simultâneos assim como os conceitos iniciais mais importantes para a abordagem da teoria da relatividade.

8. O princípio da relatividade - de Galileu a Einstein, disponível em: <https://www.rbhm.org.br/index.php/RBHM/article/view/221/207> , neste artigo que contém 14 páginas.
9. O éter na história da física vídeo disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=0Ayx7CYyxTY>
10. O espaço tempo explicado, vídeo disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=kJ5xNaSleTI>
11. Artigo: Relatividade de Einstein é testada em escala humana que está baseado no artigo (Optical Clocks and Relativity Autores: C. W. Chou, D. B. Hume, T. Rosenband, D. J. Wineland Revista: Science Data: 24 September, 2010). Disponível em: <https://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=relogios-atomicos-teoria-relatividade-escala-humana#.YQOpNY5KjIU>.
12. O livro Teoria da Relatividade: No nível matemático do ensino médio. (Livro disponível na biblioteca da escola). Helio V. Fagundes. Leitura do Capítulo 1

13. Física e História, é um artigo do Roberto de Andrade Martins que faz um resumo dos avanços, fracassos e sucessos da física ao longo do tempo . Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v57n3/a15v57n3.pdf>

ATIVIDADE EXTRACLASSE

Para conseguir monitorar os estudantes com relação aos materiais de apoio, se estão realmente assistindo as palestras e fazendo a leitura será pedido neste momento um fichamento do artigo disponível no item 1, e o resumo do capítulo 1 do livro que está disponível no item 6, esses dois materiais dão suporte para o nosso próximo encontro em sala de aula, assim como para o próximo problema. Como pretendo utilizar o Google sala de aula, as atividades e material vão estar inseridos neste ambiente.

Passo 7 – Avaliação. Retorno dos estudantes as equipes

Neste passo que será o nosso último encontro, desenvolvido em uma aula de 50 min é o momento dos estudantes juntarem-se e compartilhar o que estudaram e pesquisaram durante o estudo autogerido, sintetizando, integrando os conhecimentos adquiridos e revisando as hipóteses iniciais para o problema. Como eles já tem em mente como vão fazer a divulgação científica, eles só se organizam para a divulgação.

Após isso, o(a) professor(a) deve pedir que cada grupo prepare as suas apresentações e atualize o mini relatório escrito (incluindo referências e dados usados na solução do problema) que foi pedido nas aulas anteriores.

Após a apresentação dos grupos, a professora deve pontuar os conteúdos de física que foram estudados através do problema, abordando em síntese de revisão os conteúdos estudados. Em seguida o(a) professor(a) apresenta uma autoavaliação e avaliação entre pares do grupo conforme seu empenho no desenvolvimento do projeto proposto.

Por fim, o(a) professor(a) fará um feedback de todo o processo da atividade em ABP, fechando a sequência de atividades e concluindo o terceiro tema das aulas.

Nossa última aula será um questionário (Apêndice A) que será entregue aos estudantes que participaram da sequência de ensino, a respeito da aceitação dessa nova metodologia de ensino que foi utilizada, assim como as contribuições para a compreensão dos fenômenos físicos estudados por meio da aplicação da proposta

de ensino. O questionário a ser apresentado está estruturado em 3 partes: a) a seção que faz o levantamento sobre os educandos (por exemplo: nome, idade, série, turma etc), b) a segunda parte em que procuramos entender se os estudantes foram capazes de adquirir conhecimentos através da metodologia ABP nos tópicos que foram abordados, c) Identificar se os estudantes conseguiram ter aderência ao método ABP.

REFERÊNCIAS CONSULTADAS:

OSTERMANN, Fernanda; RICCI, Trieste dos Santos Freire. Relatividade restrita no ensino médio: os conceitos de massa relativística e de equivalência massa-energia em livros didáticos de física. **Caderno brasileiro de ensino de física. Florianópolis. Vol. 21, n. 1 (abr. 2004), p. 83-102, 2004.**

OSTERMANN, Fernanda; RICCI, Trieste dos Santos Freire. Relatividade restrita no ensino médio: contração de Lorentz-Fitzgerald e aparência visual de objetos relativísticos em livros didáticos de Física. **Caderno brasileiro de ensino de física. Florianópolis. Vol. 19, n. 2 (ago. 2002), p. 176-190, 2002.**

Gonçalves, Karen Magno. **ABP: ensino de física moderna = PBL: moderna physics teaching.** / Karen Magno Gonçalves, João dos Santos Cabral Neto. – Manaus, 2020

SILVA, Janaína Guedes. **Aprendizagem baseada em problemas na perspectiva da sala de aula invertida: uma proposta no ensino de física.** 2020. Dissertação (Curso de / Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, Paraíba. 2020.

GIACOMELLI, Alisson Cristian et al. Teoria da Relatividade: uma proposta didática para o ensino médio. 2016. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática - PPGECEM) da Universidade de Passo Fundo (UPF). 2016.

SANTOS, Andrios Bemfica dos. **A teoria da relatividade restrita em uma sequência de ensino potencialmente significativa com o uso de histórias em quadrinhos.** Dissertação (mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física-MNPEF)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul- UFRGS, Tramandaí-RS, Paraíba. 2019.

Apêndice A – Questionário

a) a seção que faz o levantamento sobre os educandos.

Email:
 Nome:
 Idade:
 Série:
 Turma:

b) a segunda parte em que procuramos entender se o estudantes foram capazes de adquirir conhecimentos através da metodologia ABP nos tópicos que foram abordados e como eles agiram diante da metodologia,

Você gostou da metodologia de aula?

Sim Não

Justifique a pergunta anterior.

Com relação ao formato que nossas aulas foram realizadas, fez com que você fosse mais participativo na resolução dos problemas que lhes foram apresentados?

Muito pouco

Pouco

Razoável

Ativo

Muito Ativo

Com a utilização da metodologia ativa ABP que utilizamos, você conseguiu evoluir/adquirir conhecimentos nos seus estudos?

Sim Não

Justifique a pergunta anterior.

Com relação aos trabalhos que foram realizados em grupos tutoriais, em que medida este trabalho em grupo foi favorável para o seu desenvolvimento pessoal ?

Muito pouco

Pouco

Razoável

Ativo

Muito Ativo

Você sentiu dificuldades em trabalhar no grupo discutindo o problema através da rotina dos 7 passos?

Muito pouco

Pouco

Razoável

Muito

Você sentiu dificuldade em entender as etapas a serem seguidas nos problemas apresentados?

Sim, precisei da ajuda do professor

Não, foi como se o professor estivesse falando.

Você acha viável o uso dessa metodologia em suas próximas aulas?

Sim Não

Justifique a sua resposta:

Com relação ao material que foi disponibilizado pelo professor, com qual intensidade você estudou os materiais de apoio?

Muito pouco

Pouco

Razoável

Muito

Em que medida estudar depois da aula para resolver os problemas lhe ajudou a compreender conceitos da disciplina de Física?

Muito pouco

Pouco

Razoável

Muito

Em que medida trabalhar através de problemas, como os que lhes foram apresentados, foi uma experiência positiva para você?

Muito pouco

Pouca

Razoável

Muito positiva

O resultado do trabalho realizado pode ser considerado positivo?

Sim Não

Justifique a sua resposta:

c) Identificar se os estudantes conseguiram ter aderência ao método ABP

Com relação a aderência ao método de ABP, você conseguiu adaptar-se a essa nova metodologia de ensino ?

Sim Não Talvez

Porque ? (Justificação da anterior)

Você acha que a forma como as atividades foram apresentadas e trabalhadas (metodologia) facilitou a compreensão dos conteúdos?

Sim, facilitou bastante

Sim, facilitou Foi indiferente

Não, atrapalhou

Não, atrapalhou bastante

Agora, qual a maior diferença entre o método que utilizamos e a metodologia tradicional de ensino?

Qual a metodologia que você mais se adequa depois de ter participado dessa experiência. E por quê?

d) Identificar a dificuldade/facilidade dos estudantes com relação aos temas trabalhados.

Dos assuntos abordados nas aulas sobre relatividade restrita, marque com um "D" o que teve mais dificuldade em compreender e marque com "F" o que teve mais facilidade de compreensão.

Dilatação temporal.

Contração do espaço

Simultaneidade de eventos relativísticos

Invariabilidade da velocidade da luz

Dos assuntos abordados nas aulas sobre buracos negros, marque com um "D" o que teve mais dificuldade em compreender e marque com "F" o que teve mais facilidade de compreensão.

Como ocorre a deformação do espaço.

As ideias de Jonh Michell.

As ideias de Laplace, estrela escura.

- Formação do buraco negro.
- Características do buraco negro.
- O conceito de velocidade de escape.

Os applets (simuladores) sobre contração do espaço, dilatação temporal e simultaneidade ajudaram na compreensão dos conceitos tratados durante a aula?*

- Sim, ajudou bastante
- Sim, ajudou
- Foi indiferente
- Não, atrapalhou
- Não, atrapalhou bastante

Você acha que os conteúdos aprendidos durante as aulas de relatividade restrita foram importantes para a sua formação enquanto estudante?

- Sim, foi muito importante
- Sim, foi um pouco importante
- Não foi importante

Você gostaria de aprofundar seus conhecimentos sobre a teoria da relatividade restrita para melhor compreendê-la?

- Sim
- Não

Deixe aqui alguma sugestão ou comentário sobre as aulas de Buracos Negros e Relatividade Restrita.

Apêndice B - Ficha de auto avaliação e avaliação do pares

Ficha de Auto Avaliação/ Avaliação de pares				
Nome:	Turma e Equipe:			
Colegas de Equipe:				
	Aluno 1	Aluno 2	Aluno 3	Aluno 4
Interação e respeito aos colegas.				
Participa ativamente de todas as etapas.				
Fez a pesquisa individual.				
Contribui para a solução do problema com argumentações pertinentes.				
Participou das avaliações propostas.				
Presença e pontualidade.				
Legenda para avaliação (A,B,C e D)				
A	Ótimo	O aluno é bem participativo.		
B	Bom	O aluno participa da atividade, mas não está totalmente engajado.		
C	Regular	O aluno participa do processo, porém não tem engajamento.		
D	Insuficiente	O aluno não participa do processo.		