

PROPOSTA DE INVERSÃO DA SALA DE AULA PARA INTRODUIZIR
COSMOLOGIA NO ENSINO MÉDIO USANDO O GOOGLE SALA DE AULA.

Adriano Nunes Oliveira Pinto
Fernando José Lira Leal

Cariacica/ES
2022

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	3
1.1	OBJETIVO E PÚBLICO-ALVO	3
2	METODOLOGIAS DE ENSINO UTILIZADAS NA APLICAÇÃO DO PRODUTO	4
2.1	ENSINO HÍBRIDO	4
2.2	METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM	5
2.2.1	Instrução pelos Pares (IpP)	6
2.2.2	Ensino sob Medida (EsM)	8
2.3	SALA DE AULA INVERTIDA - UMA METODOLOGIA ATIVA DA APRENDIZAGEM	9
3	RECURSOS PARA INVERSÃO	11
3.1	GOOGLE SALA DE AULA.....	11
3.1.1	Primeiro acesso	12
3.1.2	Principais funcionalidades	15
3.1.3	Criando atividades	18
3.1.4	Devolutiva das atividades	22
3.2	GOOGLE FORMULÁRIOS	24
3.2.1	Criar formulário	24
3.2.2	Configurar formulário	29
3.2.3	Enviar formulário	31
3.2.4	Visualizar as respostas	33
4	SEQUÊNCIA DIDÁTICA	36
4.1	ESTRUTURA METODOLÓGICA.....	36
4.1.1	Bloco 1	37
4.1.2	Bloco 2	38
4.1.3	Bloco 3	39

4.1.4	Bloco 4	40
4.2	MATERIAL DIDÁTICO DAS AULAS.....	41
4.3	RESUMO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	77
	REFERÊNCIAS	79

1 APRESENTAÇÃO

A proposta de ensino com base na sala de aula invertida integrada a metodologias ativas de aprendizagem, é um material didático voltado aos professores de física do Ensino Médio, nasce como uma ideia de Produto Educacional solicitado como exigência no curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) cursado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES).

A proposta foi concretizada a começar do trabalho da pesquisa-ação no que tange os saberes pedagógicos necessários à formação dos docentes com base nas metodologias ativas integrando-as ao ensino híbrido a partir da inversão da sala de aula.

Diante disso, apresenta-se o produto que está organizado em quatro partes após essa seção inicial: a primeira parte apresentará as metodologias de ensino utilizadas no produto; a segunda, trata da plataforma Google, explorando a parceria feita entre a empresa e o estado, elucidando os recursos aqui usados para inversão; terceira compartilha uma proposta de ensino com o uso da sala de aula invertida em uma escola da rede pública estadual do Espírito Santo e quarta parte complementa o trabalho com considerações finais levantadas pelo autor.

1.1 OBJETIVO E PÚBLICO-ALVO

O presente trabalho tem por objetivo apresentar uma proposta de ensino baseada nas metodologias ativas a partir da inversão da sala de aula usando recursos da plataforma Google, propiciando ferramentas para auxiliar os docentes de diferentes redes de ensino, sobretudo os profissionais da rede pública estadual do Espírito Santo, a trabalhar de forma eficiente com a modalidade de ensino híbrida.

2 METODOLOGIAS DE ENSINO UTILIZADAS NA APLICAÇÃO DO PRODUTO

O planejamento da aplicação deste produto educacional foi norteado pelo ensino híbrido, utilizando muito das estratégias propostas pela sala de aula invertida e por metodologias ativas de aprendizagem (instrução pelos pares e ensino sob medida). As seções a seguir irão descrever o básico de cada uma destas metodologias.

2.1 ENSINO HÍBRIDO

O ensino híbrido (ou blended learning) é uma modalidade de ensino em que parte das atividades são realizadas online, fora do ambiente formal de ensino, e outra parte em sala de aula. O presente trabalho, adota o ensino híbrido como um programa de educação formal que mescla momentos em que o aluno estuda os conteúdos usando recursos online, e outros em que o ensino ocorre presencialmente, podendo interagir com outros alunos e com o professor (BACICH; MORAN, 2015; VALENTE, 2014).

Valente, 2014 explica qual é o papel do aluno e do professor nesta modalidade de ensino. Durante a parte online, o aluno controla como, quando e onde estudar. E, durante a aula presencial, o aluno conta com a orientação do professor, o qual propõe atividades que valorizam as interações interpessoais complementando o conteúdo estudado em casa. O autor destaca que ao utilizar o ensino híbrido, o professor deve se atentar a tênue linha entre o aspecto formal e informal dos conteúdos online. Assim, para atingir melhores resultados, o professor deve elaborar as instruções das ações e selecionar bem a maneira de abordar o conteúdo para cada etapa do processo.

No cenário atual, as tecnologias móveis (smartphones e tablets) conectadas a rede são os principais aliados desta modalidade, permitindo a flexibilização dos processos de ensino-aprendizagem e a integração simultânea de todos os espaços. Desta maneira, o ensino híbrido atende dos estudantes mais proativos até os mais passivos, dos mais rápidos aos mais lentos, dos autodidatas aos mais dependentes de tutoria (BACICH; MORAN, 2015).

Em relação aos pontos fortes, Valente (2014) defende que o ensino híbrido proporciona um processo de ensino e de aprendizagem mais eficiente, interessante e personalizado. Enquanto, Bacich e Moran (2015) defendem que “a integração cada vez maior entre sala de aula e ambientes virtuais é fundamental para abrir a escola para o mundo e trazer o mundo para dentro da escola”.

Um modelo de ensino híbrido que pode ser utilizado atualmente e que é defendido no presente produto é a sala de aula invertida que pode ser muito bem trabalhada adotando propostas de metodologias ativas de aprendizagem, estas serão o tema da próxima seção.

2.2 METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM

Em uma perspectiva de uma educação inovadora para atender necessidades do aluno atual frente ao mundo do trabalho, as metodologias ativas se apresentam como uma possibilidade de superar diversos desafios colocados pela educação no Século XXI. Frente aos desafios e exigências da sociedade atual, as instituições educacionais precisam trilhar caminhos para suprir algumas habilidades dos alunos e dispor aos docentes saberes pedagógicos que atendam a essas necessidades contemporâneas, para isso, precisam ultrapassar a mera transmissão de conteúdos buscando ferramentas e metodologias mais sofisticadas.

Segundo Barbosa e Moura (2013), “aprendizagem ativa ocorre quando o aluno interage com o assunto em estudo – ouvindo, falando, perguntando, discutindo, fazendo e ensinando – sendo estimulado a construir o conhecimento ao invés de recebê-lo de forma passiva do professor”. Sendo assim, em um ambiente de aprendizagem ativa, o professor atua como orientador, supervisor e facilitador do processo de aprendizagem, e não somente como fonte única do saber.

Assim, as metodologias ativas apresentam uma concepção bem definida para o processo de ensino-aprendizagem, em que o aluno passa a ter uma participação muito mais intensa e torna-se parte integrante do processo de construção do próprio conhecimento.

Existem muitas possibilidades de metodologias ativas com potencial de levar os alunos a aprendizagens significativas como o método do caso, o ensino baseado em projetos, a pesquisa científica, a aprendizagem baseada em problemas (ABP), a problematização com o arco de Maguerez, a aprendizagem baseada em equipes (ABE), o ensino sob medida (EsM), a instrução pelos pares (IpP) e, muitas outras que podem ser integradas a sala de aula invertida (BERBEL, 2011; OLIVEIRA; ARAUJO; VEIT, 2016a; VALENTE, 2014).

Sem pretensões de aprofundar cada uma das metodologias citadas acima, apresenta-se, a seguir, um breve estudo das metodologias utilizadas neste produto, são elas: a Instrução pelos Pares (IpP); e o Ensino sob Medida (EsM).

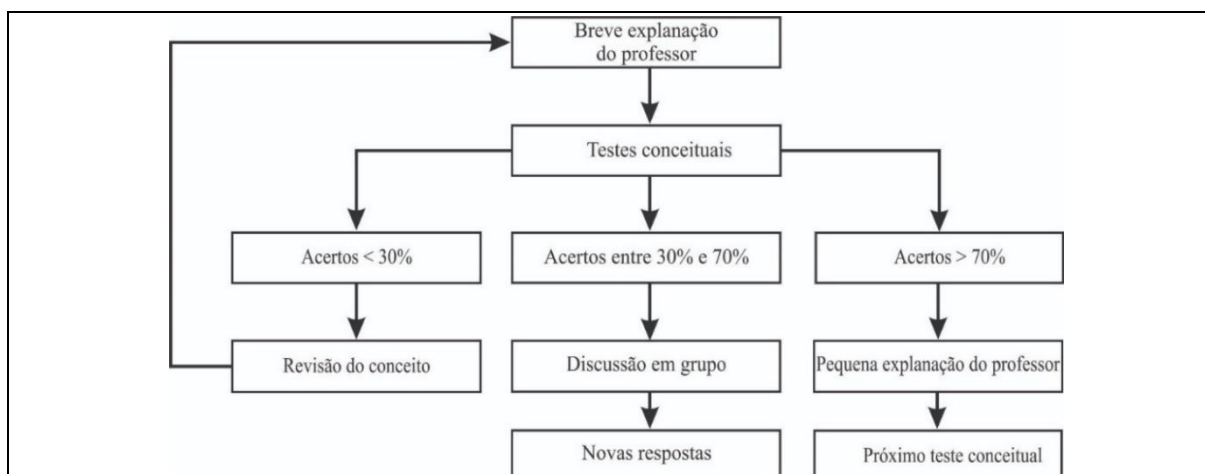
2.2.1 Instrução pelos Pares (IpP)

O IpP é considerado um método ativo para inverter as aulas e foi desenvolvido pelo professor Eric Mazur da universidade de Harvard. Neste método, o professor pode disponibilizar um estudo dirigido para o aluno estudar antes da aula. Sempre que possível, o professor se organiza para receber as respostas das questões dias antes da aula, assim pode diagnosticar e preparar atividades focadas nas dificuldades dos alunos para a aula presencial.

Segundo Valente, (2014) “durante a aula, as discussões são intercaladas com testes conceituais, destinados a expor as dificuldades que os alunos encontram”. Esses testes podem ser realizados por sistemas interativos de votação, recomendo o Google Formulários. A vantagem é que se trata de um aplicativo gratuito e de feedback imediato.

Em geral, a Instrução pelos colegas ocorre em ciclos de aproximadamente 10 minutos conforme a imagem abaixo:

Figura 1 - Processo de aprendizagem por pares. Adaptado de Mazur e Watkins (2009).



Fonte: Mazur e Watkins (2009).

Primeiramente, o professor faz uma exposição oral, enfatizando as principais dúvidas dos alunos referentes ao estudo antes da aula, em seguida, apresenta um teste conceitual, onde os alunos têm 3 minutos para pensar e responder individualmente. O uso do Google Formulários é interessante, pois quando configurado apenas o professor tem acesso a quantidade de acertos. Se a porcentagem de acertos foi entre 30% e 70%, os alunos devem discutir a questão em pequenos grupos - para o presente produto utilizamos as equipes formadas para a ABE -, enquanto o professor promove discussões produtivas. Após 3 minutos de discussão colaborativa, os alunos voltam a responder o teste conceitual. Em seguida, o professor discute a resposta com a classe (MAZUR; WATKINS, 2009).

Outras possibilidades podem acontecer, caso a porcentagem de acertos seja inferior a 30%, o professor discute o teste e propõe uma nova questão conceitual do mesmo tema. E, se for maior que 70%, o professor discute a questão e propõe um novo tema (MAZUR; WATKINS, 2009).

O ponto forte deste método é que ele proporciona situações em que os alunos elaboram argumentos a partir dos conceitos estudados. Valente, (2014) enfatiza que “utilizando-se essa estratégia, foi verificado que os estudantes apresentam ganhos significativos na compreensão conceitual, avaliados com testes padronizados, bem como ganham habilidades para resolver problemas comparáveis aos adquiridos nas aulas tradicionais”.

A eficiência do método pode ser creditada ao ensino colaborativo entre os estudantes. Afinal, um aluno que acabou de compreender determinado conceito pode ter uma forma diferente e mais eficiente que a do professor, de explicar àquele que ainda está com dificuldades de entendimento (ARAUJO; MAZUR, 2013).

2.2.2 Ensino sob Medida (EsM).

O EsM é a representação usual, proposta por Araujo e Mazur (2013), que se refere ao Just-in-Time Teaching (JiTT) desenvolvido por Gregor Novak e colaboradores, em 1999. Consiste em ajustar a aula às necessidades dos alunos que são diagnosticadas por meio de feedback antes da aula. O desenvolvimento do EsM ocorre por tarefas preparatórias antes da aula, que possibilita ao professor planejar os encontros embasado nos conhecimentos e dificuldades dos alunos manifestados em questionários relacionados com atividades de leitura prévia (OLIVEIRA; ARAUJO; VEIT, 2016b).

O método pode ser organizado em três etapas (ARAUJO; MAZUR, 2013; NOVAK, 1999):

- 1) Exercício de aquecimento: atividade prévia à aula, na qual o professor orienta que os alunos realizem Tarefas de Leitura (TL), e respondam eletronicamente as questões conceituais relacionadas com a tarefa, a partir das respostas, o professor prepara as atividades de aula;
- 2) Discussões presenciais sobre TL: as respostas da etapa anterior são utilizadas como base para que o professor elabore aulas sob medida para a turma, preparando situações direcionadas à superação das possíveis dificuldades apresentadas. O professor reapresenta as questões e pode transcrever algumas respostas, mantendo o anonimato do aluno;
- 3) Atividades colaborativas envolvendo os conceitos trabalhados nas TL e na discussão presencial: busca-se promover o compromisso dos estudantes durante a aula diversificando as atividades que os alunos realizam, recomenda-se exposições orais curtas, intercaladas com tarefas individuais ou colaborativas, exercícios de fixação, práticas em laboratórios etc. Possibilita que o aluno renove a sua atenção a cada mudança e pratique o uso de conceitos estudados.

Após concluir as etapas, o professor pode encaminhar outras questões para que os alunos respondam eletronicamente, denominadas puzzles (quebra-cabeças), relacionadas ao conteúdo estudado, recomenda-se que apresente uma questão que envolva um contexto diferente (NOVAK, 1999; ARAUJO e MAZUR, 2013).

2.3 SALA DE AULA INVERTIDA - UMA METODOLOGIA ATIVA DA APRENDIZAGEM

Diversas estratégias têm sido utilizadas na implantação das metodologias ativas, sendo uma delas a sala de aula invertida (SAI), que possui sua fundamentação no ensino híbrido. Segundo Bergmann e Sams, (2016), “basicamente, o conceito de sala de aula invertida é o seguinte: o que tradicionalmente é feito em sala de aula, agora é executado em casa, e o que tradicionalmente é feito como trabalho de casa, agora é realizado em sala de aula”.

De acordo com o relatório *Flipped Classroom Field Guide* as regras básicas para inverter a sala de aula são (VALENTE, 2014):

- 1) As atividades em sala de aula devem envolver uma quantidade significativa de questionamentos, resolução de problemas e de outras atividades de aprendizagem ativa, obrigando o aluno a recuperar, aplicar e ampliar o material aprendido online;
- 2) Os alunos recebem feedback imediatamente após a realização das atividades presenciais;
- 3) Os alunos são incentivados a participar das atividades online e das presenciais, sendo que elas são computadas na avaliação formal do aluno, ou seja, valem nota;
- 4) Tanto o material a ser utilizado online quanto os ambientes de aprendizagem em sala de aula devem ser altamente estruturados e bem planejados.

Em um trabalho de revisão sistemática, Rodrigues, Spinasse e Vosgerau, (2015), concluem que os principais motivos para implantação da metodologia SAI, segundo os trabalhos analisados, são promover o envolvimento ativo dos alunos e o desenvolvimento do pensamento crítico na resolução de problemas (DATIG; RUSWICK, 2013; DEMSKI, 2013; FERRERI; CONNOR, 2013; PIERCE; FOX, 2012),

além de trabalhos que apontam para o maior engajamento nas atividades e o aumento da responsabilidade do aluno em seu aprendizado (JOHNSON, 2012; MILMAN, 2012; PIERCE; FOX, 2012).

Entretanto, os autores nessa revisão, ponderam que o desafio dessa metodologia está na resistência dos alunos ao novo método que exige atividade ao invés de passividade (DEMSKI, 2013; MILMAN, 2012; PIERCE; FOX, 2012; WILSON, 2014).

Apoiado no trabalho de Bergmann e Sams, (2012), a inversão da sala de aula não segue um padrão único e exclusivo, podendo ser adaptado conforme a realidade compatível da escola e mesclá-la com diferentes metodologias facilita sua execução e o alcance da proposta.

Desta forma, a integração do modelo SAI com outras metodologias ativas corrobora para eficácia do método e ajuda a transpor obstáculos, pois oferecem um cenário desafiador e intrigante aos alunos. Faz-se necessário, em sala, o desenvolvimento de atividades significativas e colaborativas com ênfase nas tarefas prévias. “Os estudantes precisam perceber que seus esforços para realizar a tarefa de preparação são a essência das aulas, assim, engajar-se-ão cada vez mais nas atividades” (OLIVEIRA ET AL., 2016b).

3 RECURSOS PARA INVERSÃO

Como as ferramentas que vamos descrever fazem parte do pacote *Google for Education*, é importante explicar o que nos motivou a adoção desses recursos e o consequente desenvolvimento do Produto Educacional. Primeiramente, o *Google for Education*, é uma plataforma de educação presente em muitas escolas e universidades no mundo todo que possui funções capazes de facilitar novos caminhos para o aprendizado. Em segundo, desde abril de 2020 a SEDU-ES disponibiliza, para alunos e profissionais da educação da rede estadual, ferramentas do *Google for Education* para uso pedagógico.

Dessa forma serão discutidos nos próximos itens dessa seção os recursos Google Sala de Aula (3.1) e Google Formulários (3.2) pois são componentes da plataforma *Google for Education* (WITT, 2015). Tornar esses recursos conhecidos por todos os professores das redes que o adotam é o que motiva apresentá-los, enquanto elaborar um material instrucional que auxilie no uso efetivo dessas funções usando-as para inverter a sala de aula motiva o presente produto; uma vez que o uso efetivo dessas ferramentas no ambiente escolar pode trazer resultados positivos na aprendizagem, pois pode proporcionar maior interação entre os sujeitos do processo ensino-aprendizagem.

3.1 GOOGLE SALA DE AULA

O Google Sala de Aula é um sistema de gerenciamento de conteúdo para instituições de ensino que procura simplificar a criação, a distribuição e a avaliação de atividades online (SCHIEHL; GASPARINI, 2016). Basicamente são salas de aula virtuais, e nesta seção será demonstrado o passo a passo de algumas atividades como o primeiro acesso, as principais funcionalidades, a criação de atividades e suas devolutivas; que se tornarão rotineiras ao dia a dia dos professores.

É importante destacar que o presente produto foi elaborado numa rede parceira da Google e que a criação das turmas ficou como responsabilidade de um setor específico da rede, cabendo ao professor aprender as funcionalidades e o

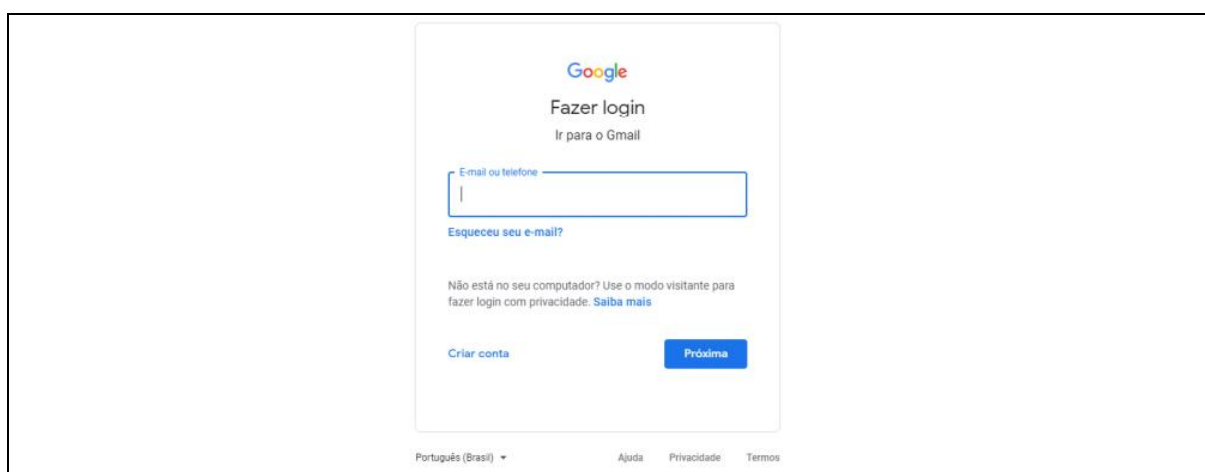
gerenciamento das turmas na plataforma. Nos casos em que o professor é também responsável pela criação das turmas, sugiro que complementem a leitura com outro material, entretanto aqui neste guia é possível aprender sobre as funcionalidades da plataforma bem como o gerenciamento das turmas.

3.1.1 Primeiro acesso

Para utilizar a ferramenta da Sala de Aula Google no computador, é necessário possuir acesso à internet e um login de acesso no Gmail (acesse: www.gmail.com para criar um) sendo que o acesso ao Gmail deverá ser feito pelo e-mail institucional nos casos em que o professor atue em escolas que apresentem parceria formalizada com a plataforma. Outra forma de se conectar ao sistema é digitando o endereço <https://classroom.google.com> no seu navegador. A seguir discutiremos os primeiros passos de uso da plataforma, considerando que o docente já possui um login de acesso.

Primeiro passo: abrir o navegador (recomenda-se o Google Chrome), entrar no site www.gmail.com e fazer o login. Digite o seu endereço de e-mail Gmail ou o fornecido pela escola, no caso particular dos professores vinculados a rede estadual do Espírito Santo, nome@educador.edu.es.gov.br, e clique no botão: “Próxima”.

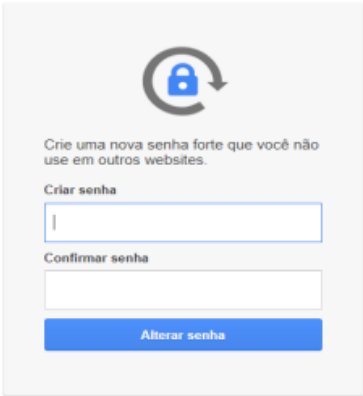
Figura 2 - Página de login do Gmail



Fonte: Próprio autor (2021).

Segundo passo: recomenda-se que a senha fornecida pela instituição deve ser alterada (nos casos de conta institucional). Esta deve ter letras maiúsculas e números. Essa senha é pessoal e intransferível.

Figura 3 - Alteração de senha do Gmail

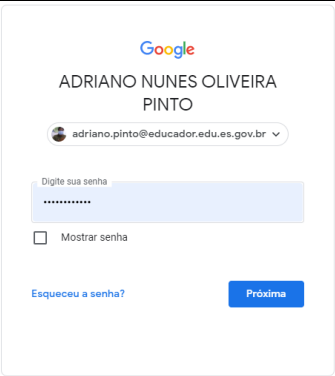


Fonte: Próprio autor (2021).

Terceiro passo: após a criação da nova senha o professor deverá aceitar os Termos de Serviço e Política de Privacidade do Google. Uma vez aceito os termos, o docente estará apto para utilizar os principais aplicativos do Gsuite, entre os quais destacamos aqui o Google Sala de Aula e num próximo tópico o Google Formulário.

Quarto passo: novo acesso ao e-mail utilizando a nova senha.

Figura 4 - Novo acesso ao e-mail institucional



Fonte: Próprio autor (2021).

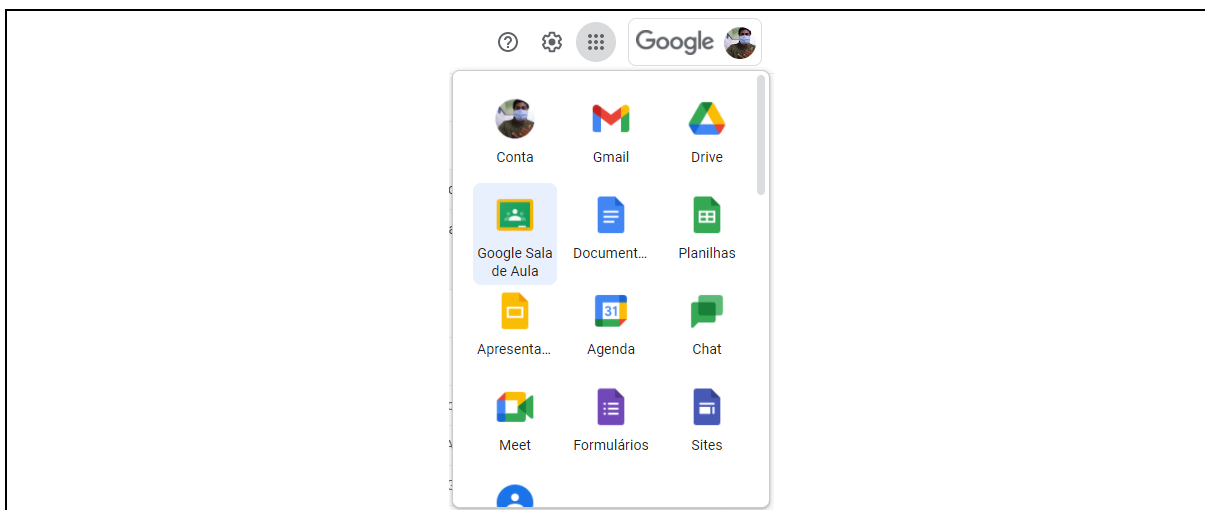
Quinto passo: clicar em “Google apps”, na parte superior direita da página inicial do Gmail e, após o clique, procurar a ferramenta Google Sala de Aula.

Figura 5 - Google apps



Fonte: Próprio autor (2021).

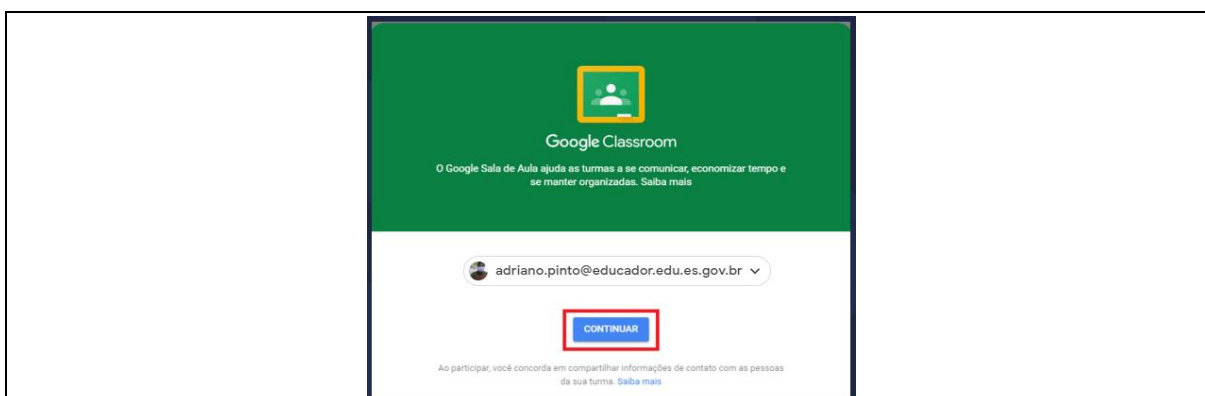
Figura 6 - Ferramentas disponíveis no Google Apps.



Fonte: Próprio autor (2021).

Sexto passo: A seguinte página será apresentada, clique em “continuar”.

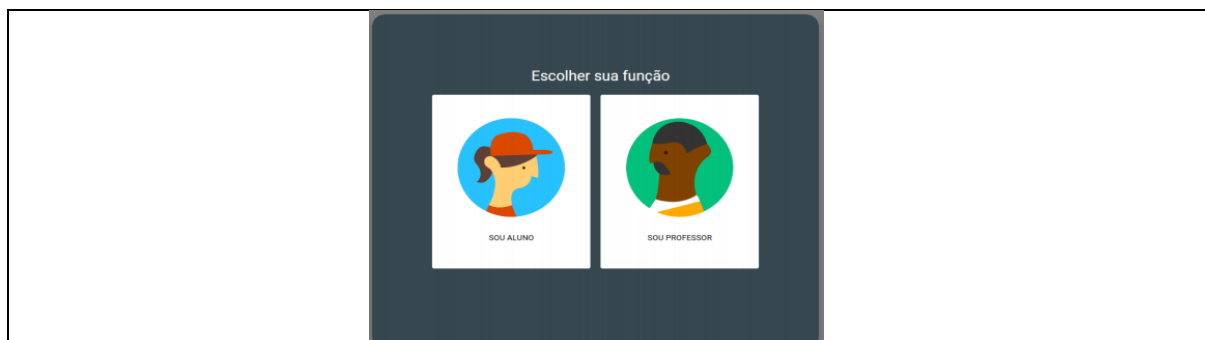
Figura 7 - Primeiro login no Google Sala de Aula.



Fonte: Próprio autor (2021).

Sétimo passo: Selecionar a função “Sou professor”.

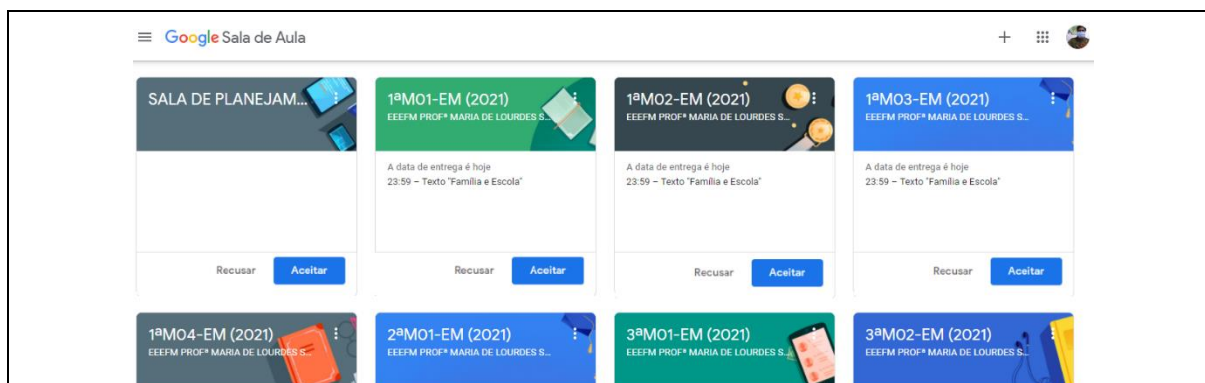
Figura 8 - Função aluno ou professor.



Fonte: Próprio autor (2021).

Oitavo passo: aceitar a participação nas turmas que você é o professor responsável.

Figura 9 - Página inicial do primeiro acesso ao Google Sala de Aula.



Fonte: Próprio autor (2021).

As salas de aulas (turmas) já foram criadas pela coordenação da escola. Desta forma, ao acessar o Google Sala de Aula o professor já estará com as suas turmas prontas, exatamente as turmas e alunos na escola que trabalha. Portanto, resta ao docente entender as funcionalidades da plataforma e o gerenciamento das atividades.

3.1.2 Principais funcionalidades

A sala de aula Google tem quatro funções principais: Mural, Atividades, Pessoas e Notas. Descreveremos estas funções a seguir.

Figura 10 - Principais funcionalidades da sala de aula virtual Google.



Fonte: Próprio autor (2021).

Mural: No mural aparecem as principais publicações e atualizações da turma. Todos os posts são listados neste campo e ficam visíveis para alunos e professores. Lembra uma “linha do tempo” de outras redes sociais. Vídeos, textos e orientações sobre as tarefas são as sugestões de conteúdos que podem ser anexados para que os alunos tenham acesso ao que será trabalhado tanto presencialmente quanto em casa. É fundamental que o professor seja objetivo quanto às suas informações para que os alunos compreendam as solicitações potencializando o recurso da plataforma de sala de aula virtual.

Figura 11 - Página inicial do Google Sala de Aula, mural.



Fonte: Próprio autor (2021).

Do lado esquerdo das publicações do mural, fica o bloco “Próximas Atividades”. Ele mostra as atividades programadas para as próximas semanas, como entrega de tarefas e reuniões virtuais via Google Meet.

Atividades: A segunda seção da sala de aula Google é “Atividades”. Você pode acessar diretamente no link disponível na parte superior da sala virtual. Lá estarão os materiais e as atividades utilizadas nessa turma, como podemos ver na Figura 13.

Figura 12 - Função Atividades da sala de aula Google.



Fonte: Próprio autor (2021).

É possível que uma equipe responsável pelo gerenciamento das turmas em cada escola organize-as de modo que os materiais e as atividades devam ser postados em tópicos diferentes. No caso particular da EEEFM Maria de Lourdes Santos e Silva, escola que este produto foi pensado, os tópicos foram divididos por área de conhecimento. O professor poderá navegar por eles no menu disponível na lateral esquerda da sala. Basta clicar no tópico de interesse para ver o conteúdo e as atividades propostas pelos professores da área.

Pessoas: Na parte superior da sua sala de aula, à direita de “Atividades”, você encontra a função “Pessoas”. Ela lhe dará acesso à página com uma lista com professores(as) e estudantes da turma e seus respectivos endereços de contato.

Figura 13 - Função Pessoas do Google Sala de Aula.



Fonte: Próprio autor (2021).

Neste recurso é possível adicionar e remover alunos e professores; mas não somente. Aqui é possível trocar e-mails com um aluno, individualmente, ou grupo de alunos funcionando como um canal de comunicação entre os sujeitos que formam essa turma virtual.

Notas: essa aba - disponível apenas para professores - reúne um quadro de notas gerais dos alunos, com data, nome da atividade, tópico/área de conhecimento e o status da atividade (Feito, Feito com atraso, Pendente, Devolvido ou Devolvido com atraso).

Figura 14 - Função Notas do Google Sala de Aula.

	19 de abr Atividade 3 Projeto...	15 de abr Atividade 2 -...	16 de abr Atividade 03 (05/04)	15 de abr Segundo formulári...	16 de abr Atividade de...	15 de abr Atividade de...	2 de abr APNP 1 - Espanhol...	1 de abr Atividade de...
Média da turma	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
[Redacted Student]	Pendente	Devolvido Concluída com ...	Pendente	Devolvido Concluída com ...	Pendente	✓	Devolvido	✓
[Redacted Student]	Devolvido	Devolvido	✓	Devolvido	Devolvido	✓	Devolvido Concluída com ...	✓
[Redacted Student]	Devolvido	Devolvido	✓	Devolvido	Devolvido	✓	Devolvido	✓
[Redacted Student]	Pendente	Devolvido Concluída com ...	Devolvido Concluída com ...	Devolvido Concluída com ...	Devolvido Concluída com ...	✓	Devolvido	✓
[Redacted Student]	Devolvido	Devolvido	✓	Devolvido	Devolvido	✓	Devolvido	✓

Fonte: Próprio autor (2021).

3.1.3 Criando atividades

Para criar atividades na sala de aula virtual, acesse a guia “Atividades” na parte superior da tela.

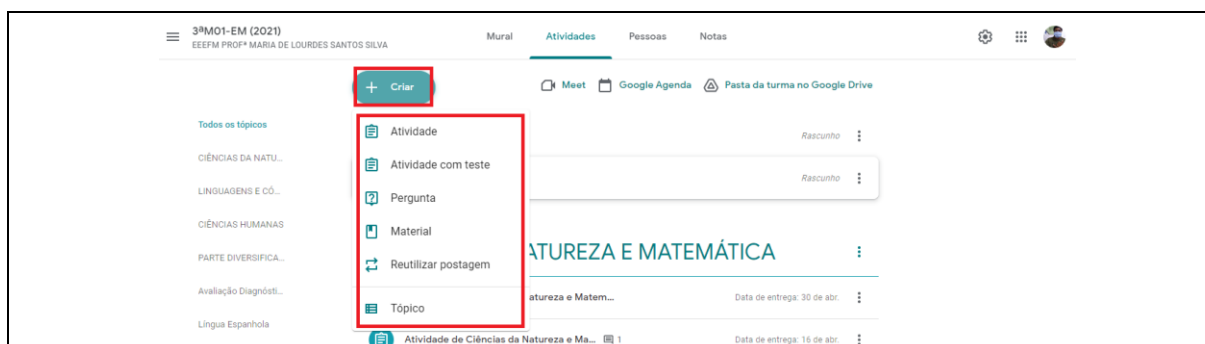
Figura 15 - Função Atividades.



Fonte: Próprio autor (2021).

Em seguida, clique em “Criar” e escolha a atividade que mais se adequa ao seu objetivo.

Figura 16 - Função Criar e tipos de atividades.

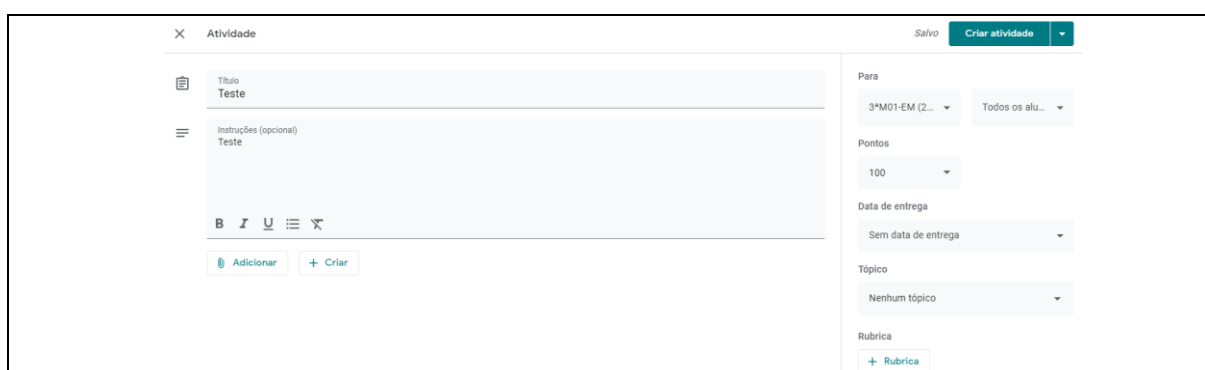


Fonte: Próprio autor (2021).

- i) **Atividade:** após clicar em “Criar” clique na opção “Atividade”, feito isso, insira o título e as instruções; nessa função é possível criar ou anexar arquivos, apresentações, planilhas, imagens, vídeos, links etc.; além de permitir atribuição de nota e prazo de entrega. O recurso ainda possibilita que o professor escolha as turmas que receberão a atividade e, caso a atividade seja para um grupo específico de alunos, permite selecionar àqueles que irão recebê-la.

Além do que já foi descrito, têm as opções de postar a tarefa imediatamente, salvar um rascunho ou programar a postagem para depois. Para tanto, após preencher todas as informações da atividade, clique na seta ao lado da opção “Criar atividade” e escolha a opção que mais se adequa ao objetivo. Feito todos os ajustes, basta um clique simples em “Criar atividade”.

Figura 17 - Interface da criação de Atividades no Google Sala de Aula.

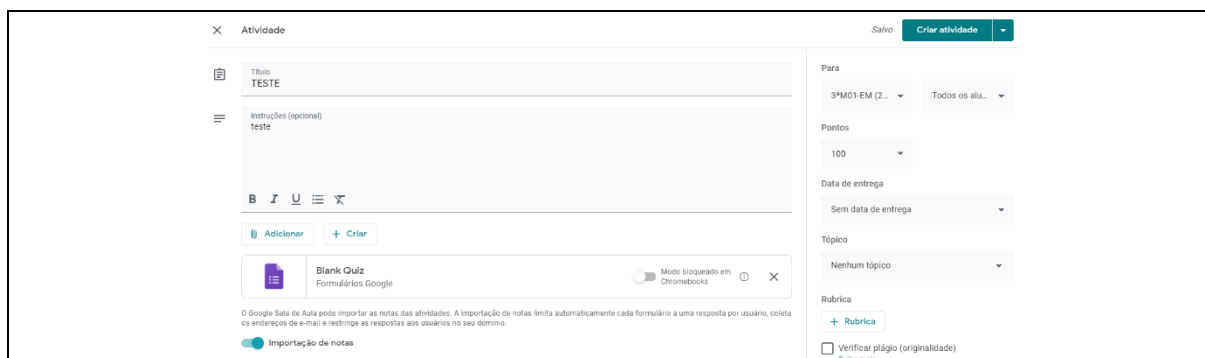


Fonte: Próprio autor (2021).

- ii) **Atividade com teste:** A “Atividade com teste” possui as mesmas funcionalidades da “Atividade”. No entanto, nessa opção utiliza-se o

Formulário Google para a realização da atividade. Além disso, a importação de notas limita automaticamente cada formulário a uma resposta por usuário.

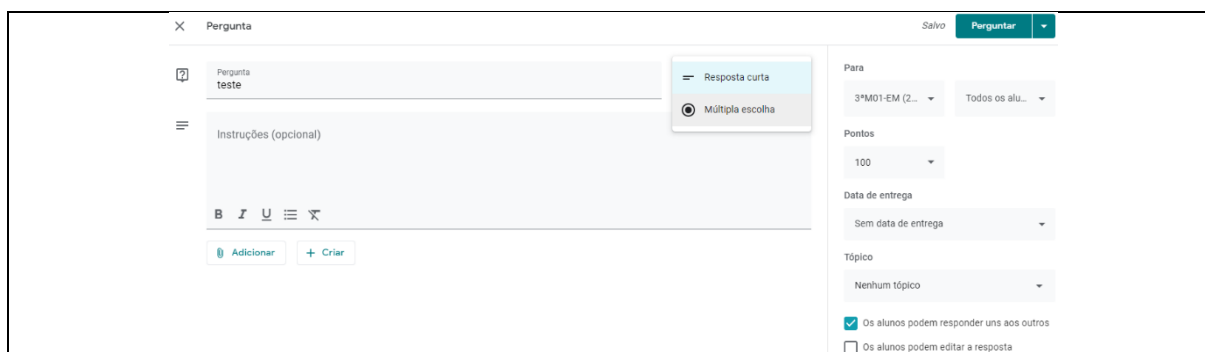
Figura 18 - Interface da criação de Atividade com teste no Google Sala de Aula.



Fonte: Próprio autor (2021).

- iii) Pergunta: em “Pergunta”, o professor poderá criar perguntas para respostas curtas ou de múltipla escolha. Para isso, digita-se o enunciado da pergunta, elabora-se instruções, se necessário, e define-se o tipo resposta.

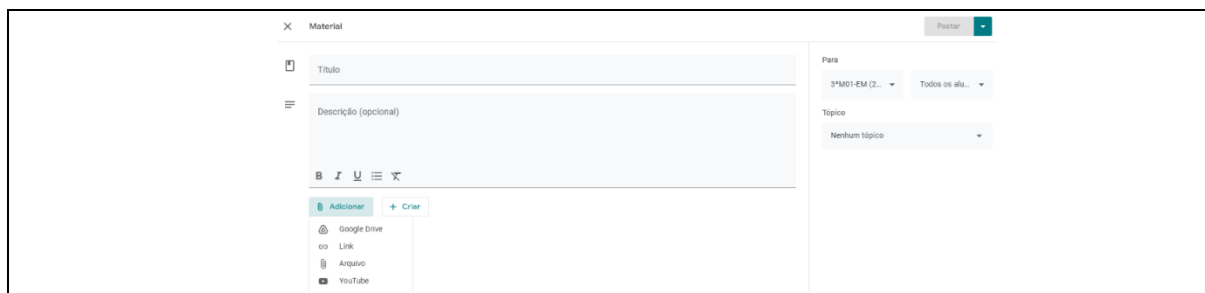
Figura 19 - Interface da criação de Pergunta do Google Sala de Aula.



Fonte: Próprio autor (2021).

- iv) Material: nessa opção, é possível carregar para a sala virtual, os materiais a serem utilizados pela turma, normalmente, posta-se textos, vídeos, apresentações e links de páginas na internet.

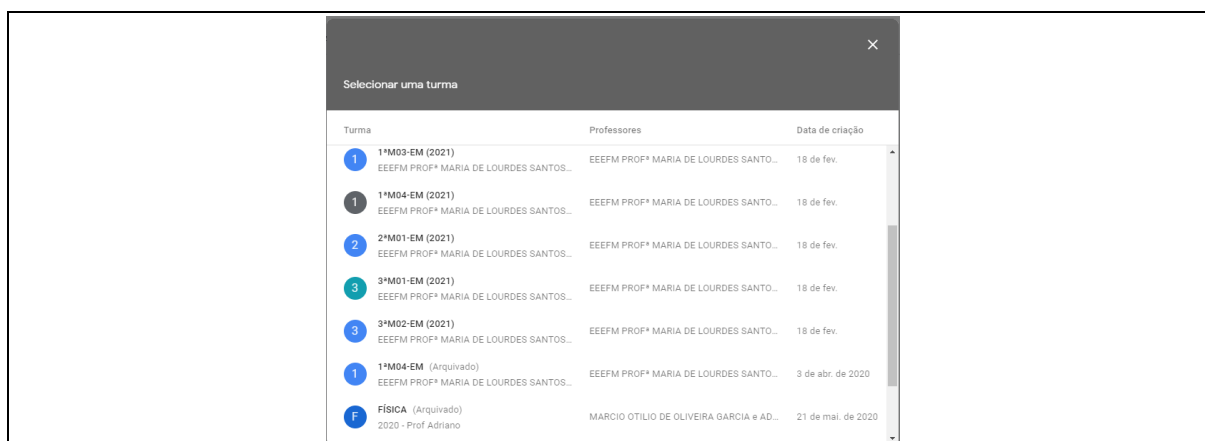
Figura 20 - Interface da criação de Material do Google Sala da Aula.



Fonte: Próprio autor (2021).

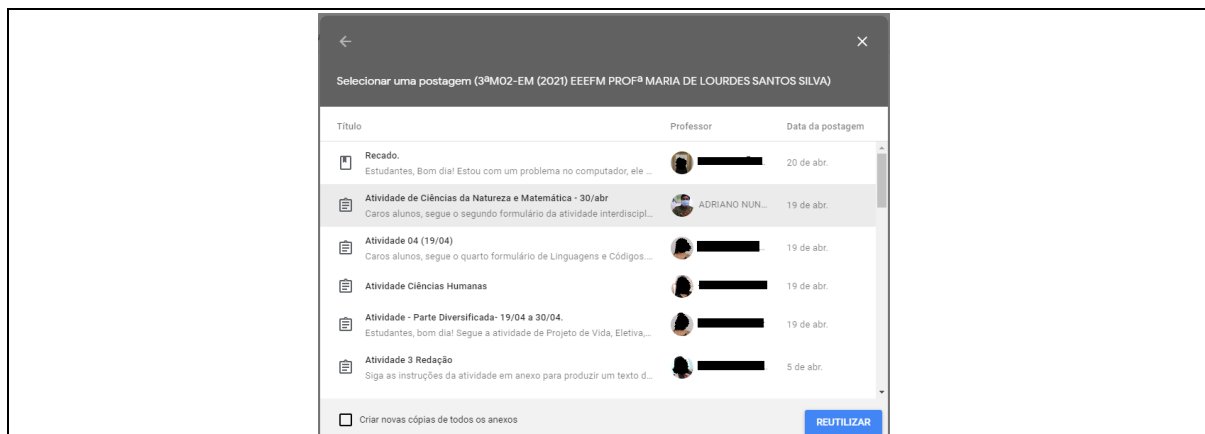
- v) Reutilizar postagem: caso o professor tenha outras turmas na plataforma, poderá reutilizar as postagens já feitas nestas turmas. Para tanto, basta selecionar a turma e, em seguida, a postagem e clicar em “Reutilizar”.

Figura 21 - Interface para escolha da turma que deseja reaproveitar uma postagem.



Fonte: Próprio autor (2021).

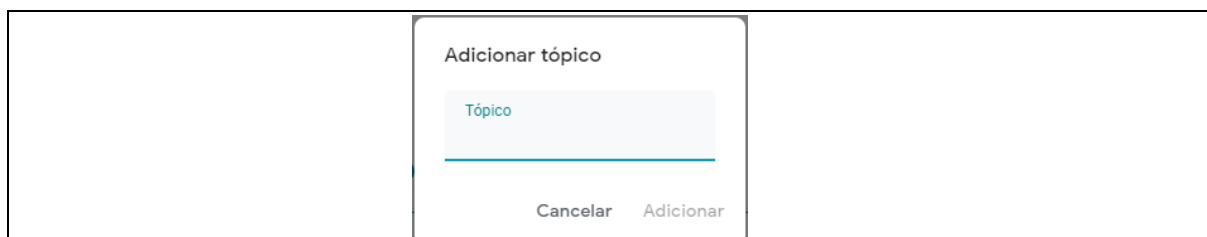
Figura 22 - Interface para seleção da atividade que deseja ser repostada.



Fonte: Próprio autor (2021).

- vi) Tópico: A opção refere-se à organização das atividades da sala virtual em módulos ou unidades. Clique em “Tópico”, digite um nome para o módulo ou unidade e clique em “Adicionar”.

Figura 23 - Interface para criação de Tópicos.



Fonte: Próprio autor (2021).

Agora que já foi discutido como criar diferentes tipos de tarefas no Google Sala de Aula. Vamos tratar o funcionamento do sistema de devolução dessas atividades.

3.1.4 Devolutiva das atividades

Para o acompanhamento das atividades, clique na opção “Atividades”. Na página de atividades, procure a atividade que deseja devolver corrigida para os alunos. Ao clicar na atividade que deseja finalizar, é possível ver o número de alunos agrupados pelo status dos trabalhos: Trabalhos atribuídos, Entregues, Com nota e Envios devolvidos.

- Trabalhos atribuídos: trabalhos que os alunos precisam entregar, incluindo trabalhos pendentes ou não enviados;
- Entregues: trabalhos que os alunos entregaram;
- Com nota: trabalhos com nota que você devolveu;
- Envios devolvidos: trabalhos sem nota que você devolveu.

Figura 24 - Interface de visualização do status da atividade.



Fonte: Próprio autor (2021).

A devolutiva da atividade é feita na opção “Ver atividade” que fica disponível ao selecionar com um clique a atividade que será devolvida. Após o clique em “Ver atividade” a seguinte página será aberta.

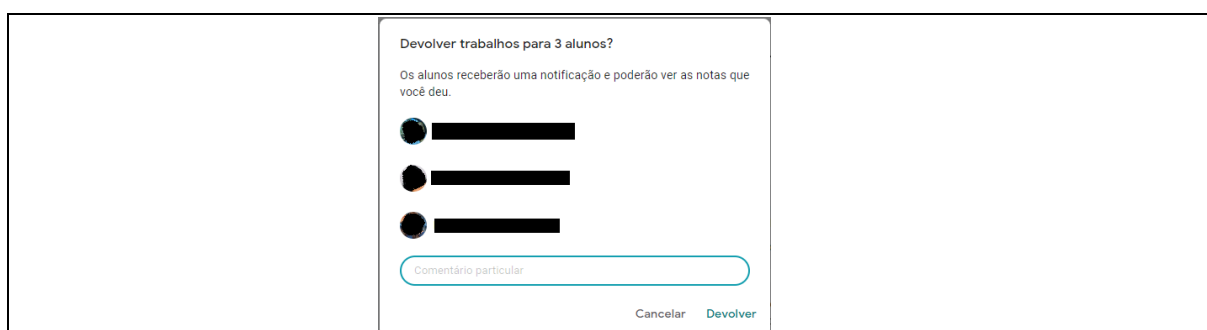
Figura 25 - Interface para devolutiva das atividades.



Fonte: Próprio autor (2021).

Para a devolução, basta o professor selecionar o marcador dos alunos que entregaram a atividade e clicar em “Devolver”. O professor pode encaminhar uma mensagem junto da devolução, esta pode ser única para todos os alunos ou individuais (para mensagens individuais a devolução deve ser feita individualmente), feito isso os alunos saberão que a atividade foi corrigida pelo professor e receberão a nota associada a ela.

Figura 26 - Interface para mensagem de devolutiva das atividades.



Fonte: Próprio autor (2021).

Uma vez elaborada a resposta para os alunos, basta o clique simples em “Devolver” para finalizar a etapa de devolutiva das atividades. Na próxima seção será abordado o recurso Google Formulários que foi utilizado no presente produto para fazer Estudos Dirigidos e Questionários da Sequência Didática.

3.2 GOOGLE FORMULÁRIOS

O Google Formulários é uma ferramenta online do Google que assim como o Google Sala de Aula faz parte do pacote *Google for Education*. Abordaremos aqui a capacidade da ferramenta em elaborar formulários e questionários que podem funcionar em conjunto com a sala de aula virtual Google para viabilizar técnicas de inversão da transmissão de conteúdo.

Para isso, a seguir, discutiremos quatro conhecimentos básicos para a boa utilização da ferramenta: Criar formulário; Configurar formulário; Enviar formulário; e Visualizar as respostas.

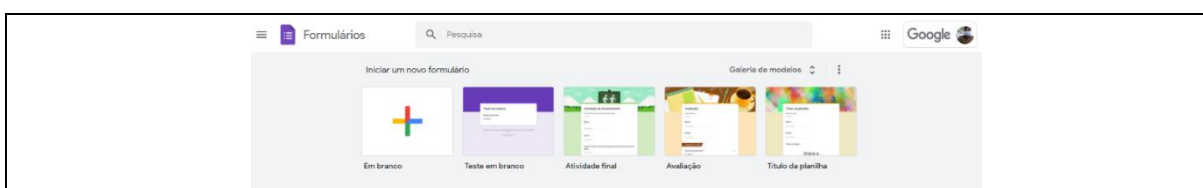
3.2.1 Criar formulário

Deixaremos a seguir dois meios dentre os tantos possíveis para acessar a ferramenta:

- i) Acesso em forms.google.com, informando seu e-mail do Gmail ou institucional.

Feito o login, clique “Em branco” ou escolha um modelo de formulário.

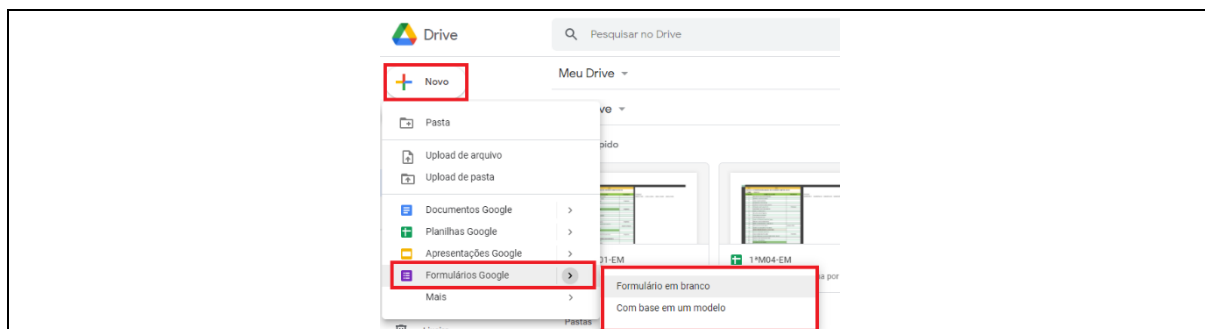
Figura 27 - Página inicial do Google Formulários a partir do caminho de acesso (i).



Fonte: Próprio autor (2021).

- ii) Acesso em drive.google.com, também utilizando o Gmail ou e-mail institucional siga os passos a seguir: Clique em “Novo” e depois “Formulários Google”, aponte a seta para a direita e clique em “Formulário em branco” ou “Com base em um modelo”.

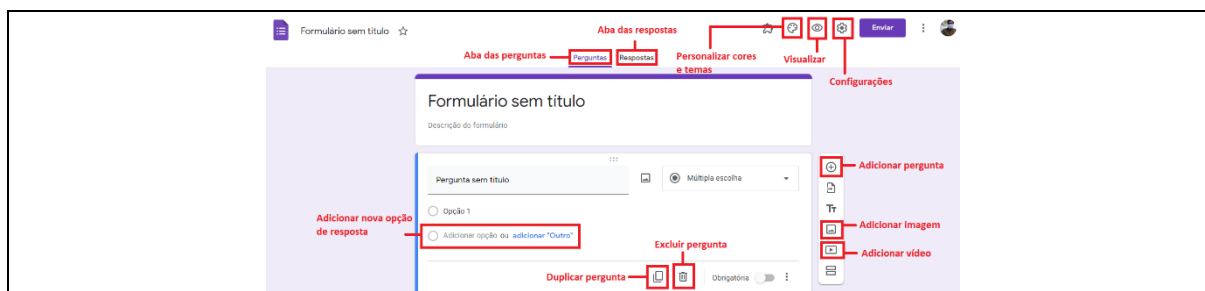
Figura 28 - Interface de acesso ao Google Formulários pelo Drive.



Fonte: Próprio autor (2021).

Para esse Produto Educacional, optou-se pela opção “Em branco” ou “Formulário em branco”. Nesse caso, independente da forma de acesso, será direcionado para uma tela similar à de baixo.

Figura 29 - Página inicial de um Formulário em branco.

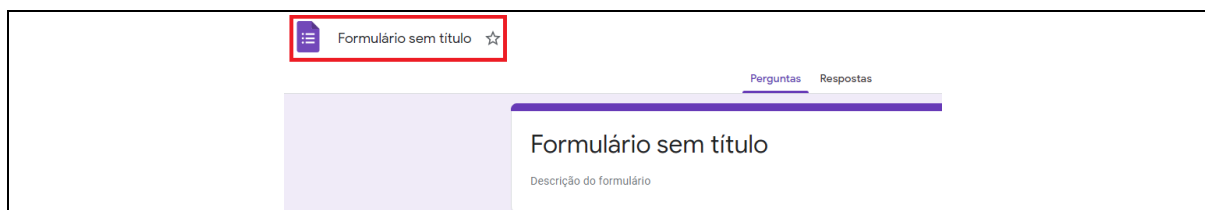


Fonte: Próprio autor (2021).

Percebe-se que é bem intuitivo e diversificado. O Google Formulários permite adicionar fotos e vídeos, duplicar ou apagar perguntas, personalizar a cor e o tema do formulário e ficar ciente das respostas de quem tiver acesso a ele.

Antes de começar a criar o questionário – isto é, incluir as perguntas no formulário, edite o título -. Para isso, basta clicar em “Formulário sem título”, no canto superior esquerdo, e editar.

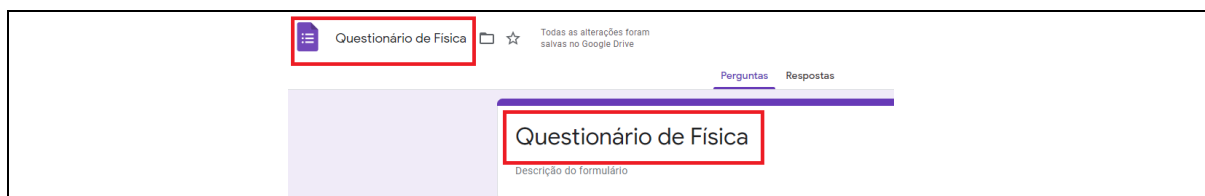
Figura 30 - Título padrão do formulário.



Fonte: Próprio autor (2021).

Nota-se que o título principal do formulário também se altera. Este será o título que os alunos que receberão o formulário irão visualizar. Confira na imagem abaixo:

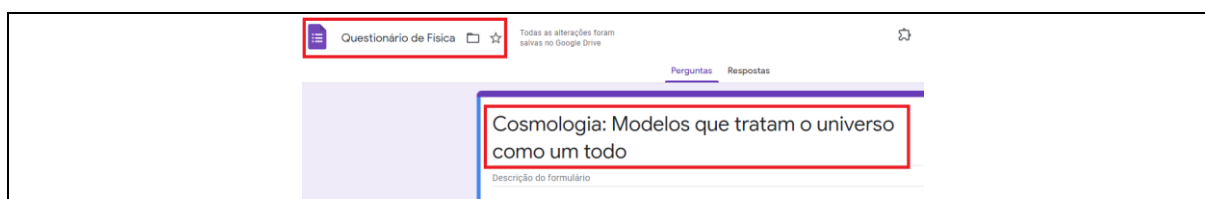
Figura 31 - Título do questionário após alteração de nome.



Fonte: Próprio autor (2021).

Caso não queira que este título seja igual ao nome que você dará ao formulário, basta clicar em cima dele e editá-lo. Perceba pela imagem abaixo:

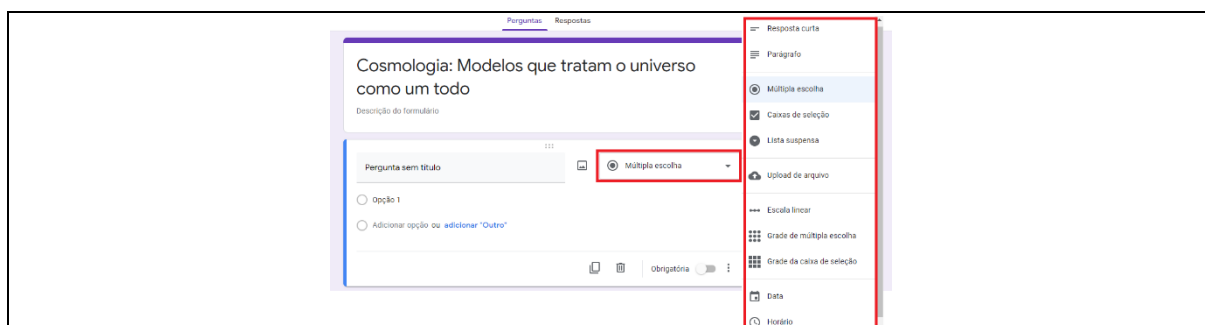
Figura 32 - Título e nome do formulário diferentes.



Fonte: Próprio autor (2021).

Criando a primeira pergunta. Por padrão, o Google Formulários já deixa uma pergunta criada no formato “Múltipla escolha” para que você possa editá-la. Entretanto, você pode mudar isso. Na caixa à direita, você selecionar o tipo de questão que será feita.

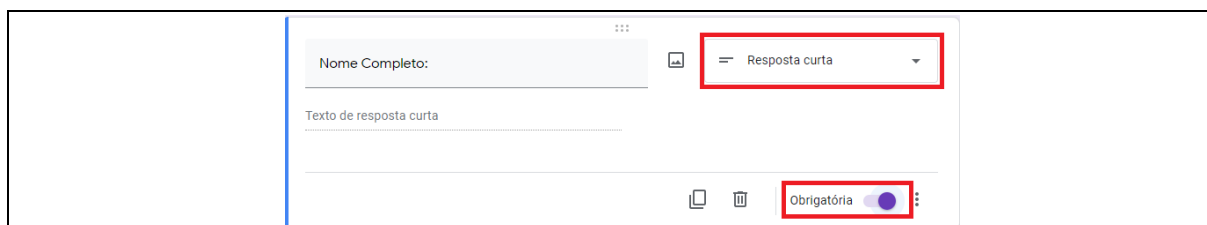
Figura 33 - Tipos de questões do Google Formulários.



Fonte: Próprio autor (2021).

Para exemplo, tomaremos a opção “Resposta curta” para saber qual é o nome do aluno, veja:

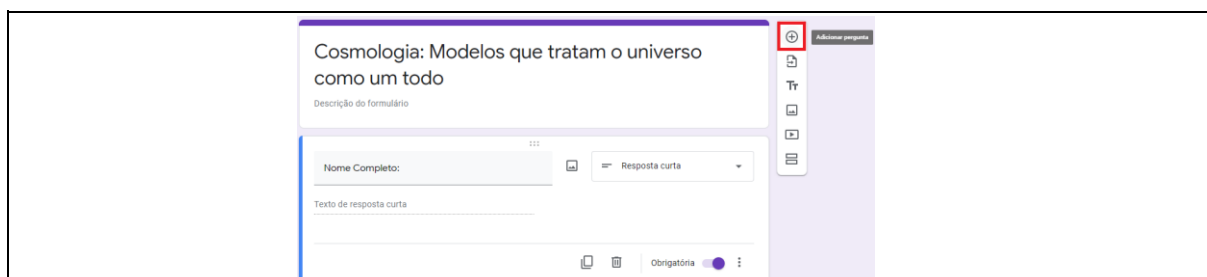
Figura 34 - Opção Resposta curta do Google Formulário.



Fonte: Próprio autor (2021).

Recomendo marcar as perguntas de identificação do estudante como “Obrigatória”. Assim, a resposta do questionário só poderá ser enviada pelo aluno caso ele tenha respondido à questão (nada impede que todas as questões sejam obrigatórias). Para adicionar mais perguntas ao formulário e deixá-lo ainda mais completo, basta clicar no ícone “Adicionar pergunta” do menu lateral, no lado direito.

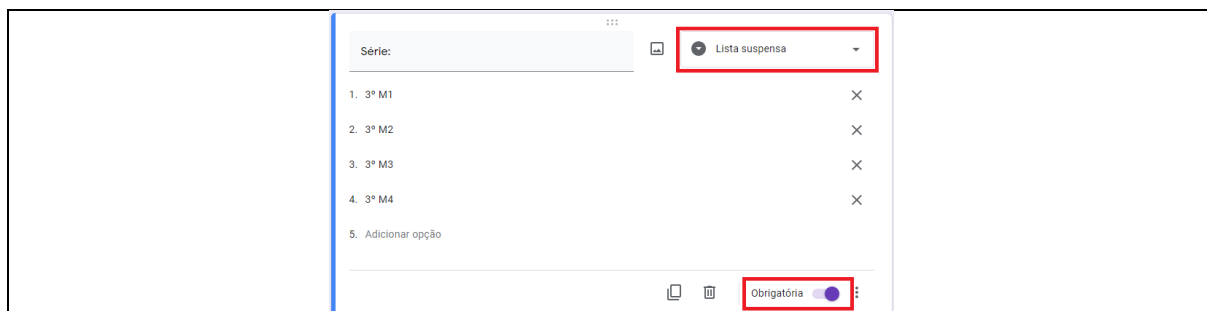
Figura 35 - Adicionando perguntas ao formulário.



Fonte: Próprio autor (2021).

Após adicionar uma nova pergunta, edita-se novamente o tipo de questão que deseja para o questionário. Sugiro para as primeiras questões dos formulários questões de identificação, como a primeira foi o nome tomaremos na segunda que o estudante identifique sua turma. Para isso, recomendo uma questão tipo “Lista suspensa”, na seguinte forma:

Figura 36 - Opção Lista suspensa do Google Formulários.

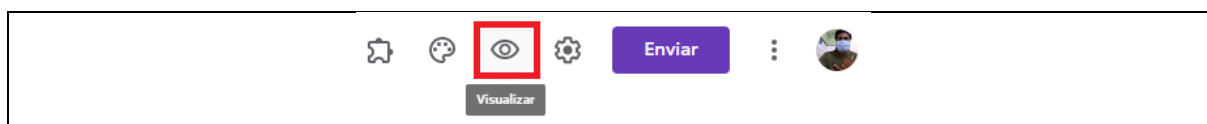


Fonte: Próprio autor (2021).

Note novamente que para as questões de identificação (nome e turma) a opção de resposta obrigatória será ativada (pelo docente com um clique simples). Após elaborar uma parte inicial de identificação dos estudantes, o professor pode adicionar as questões conforme seu planejamento de conteúdo. A dinâmica de adição de questões segue o padrão já descrito, clique simples em “Adicionar pergunta” e escolher o tipo de questão.

Agora que está tudo certo, o professor pode fazer algumas alterações de configuração no formulário e, em seguida, começar a aplicá-lo. Mas, antes das configurações, uma dica importante:

Figura 37 - Função Visualizar formulário.



Fonte: Próprio autor (2021).

É possível visualizar como está o formulário:

Figura 38 - Modelo de questionário no Google Formulários.

Cosmologia: Modelos que tratam o universo como um todo

*Obrigatório

Nome Completo: *

Aluno teste

Série: *

3º M2

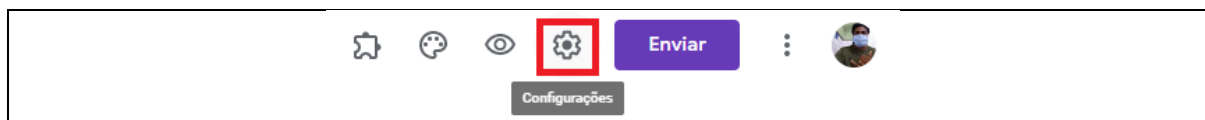
1. Por que os cosmólogos acreditam em um modelo de universo que está se expandindo?

Fonte: Próprio autor (2021).

3.2.2 Configurar formulário

Antes de aplicar o questionário com os alunos, é fundamental deixá-lo bem ajustado. Para isso, além de elaborá-lo com as questões é importante editar as configurações do formulário. Através das configurações do Google Formulários é possível definir se deseja coletar o e-mail dos estudantes, restringir o número de respostas por aluno, permissões de visualização ou edição após a resposta e muito mais. Para editar essas configurações, clique na engrenagem localizada no canto superior direito, como mostra a imagem abaixo:

Figura 39 - Função Configurações do formulário.



Fonte: Próprio autor (2021).

Ao clicar em configurações, aparecem três abas distintas: Geral; Apresentação; e Testes.

Na aba “Geral”, é possível coletar endereços de e-mail; limitar a uma resposta por pessoa; permitir que os participantes editem após finalizado; e vejam gráficos de sumário e respostas de texto.

Figura 40 - Aba Geral da função Configurações do Google Formulários.

Configurações

Geral Apresentação Testes

Coletar endereços de e-mail

Recibos de respostas ?

É necessário fazer login:

Restringir aos usuários em Secretaria de Estado da Educação e das organizações confiáveis ?

Limitar a 1 resposta
Os participantes precisarão fazer login no Google.

Os participantes podem:

Editar após o envio

Ver gráficos de sumário e respostas de texto

Cancelar Salvar

Fonte: Próprio autor (2021).

Já na aba “Apresentação”, o professor opta por mostrar a barra de progresso; embaralhar a ordem das perguntas; mostrar link para enviar outra resposta. Além da possibilidade de adicionar uma mensagem de confirmação de envio do formulário.

Figura 41 - Aba Apresentação da função Configurações do Google Formulários.

Configurações

Geral Apresentação Testes

Mostrar barra de progresso

Embaralhar a ordem das perguntas

Mostrar link para enviar outra resposta

Mensagem de confirmação:

Sua resposta do questionário foi confirmada.]

Cancelar Salvar

Fonte: Próprio autor (2021).

Por fim, na aba “Testes”, é possível atribuir pontuações e permitir a correção automática das questões, selecionando “Criar teste”.

Figura 42 - Aba Testes da função Configurações do Google Formulários.



Fonte: Próprio autor (2021).

Pronto, o questionário elaborado a partir do Google Formulários está configurado e preparado para ser compartilhado com os alunos.

3.2.3 Enviar formulário

Agora que já foi discutido os mecanismos para elaborar um bom questionário virtual a partir do Google Formulários, é hora de aplicá-lo compartilhando-o com os alunos e coletando as respostas. Para compartilhar, basta clicar no botão “Enviar” e escolher uma das formas de envio.

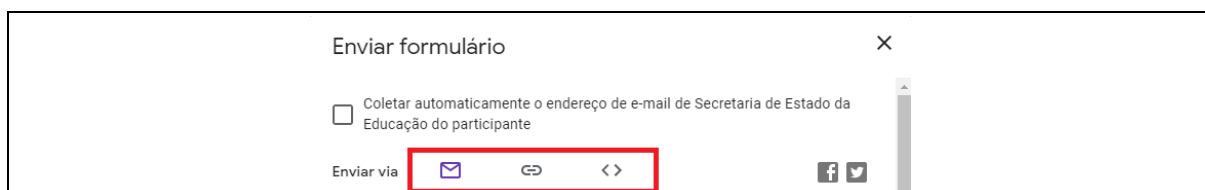
Figura 43 - Função Enviar do Google Formulários.



Fonte: Próprio autor (2021).

O formulário do Google pode ser compartilhado de três formas mais formais: e-mail, link de compartilhamento; ou embutido em páginas da web. Para escolher, basta selecionar a opção desejada. Além dessas três, existem as opções de compartilhamento via redes sociais.

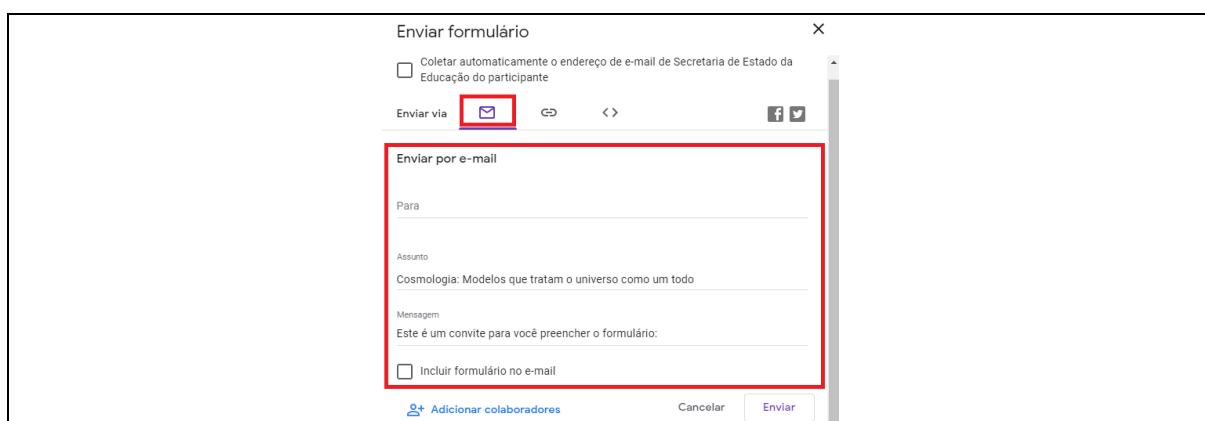
Figura 44 - Formas de envio de formulários.



Fonte: Próprio autor (2021).

A primeira opção de envio de um questionário do Google Formulários é por e-mail. Esta opção possibilita que o questionário seja enviado dentro do corpo do e-mail, de forma que o estudante não precise abrir uma nova página para responder às questões. Para enviar desta forma, selecione a opção “E-mail” e preencha o e-mail do destinatário, o assunto do e-mail, a mensagem que deseja enviar e marque a opção “Incluir formulário no e-mail” - caso sejam mais de um destinatário, basta separar os e-mails por vírgulas -. Confira:

Figura 45 - Envio de formulário por E-mail.

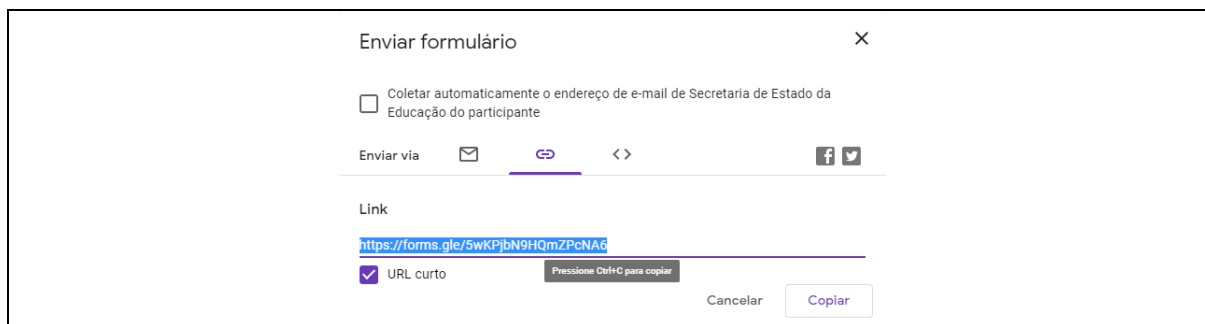


Fonte: Próprio autor (2021).

Em seguida, é só clicar em “Enviar” no canto inferior direito.

Para gerar um link de compartilhamento, basta selecionar a opção “Link” e copiar a URL gerada. É possível gerar uma URL otimizada; para isso, basta marcar a opção “URL curto”. Veja na imagem:

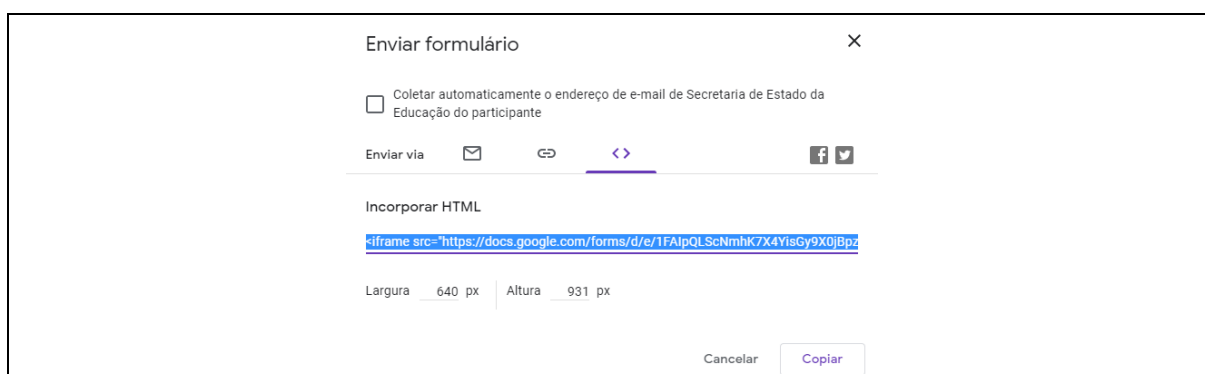
Figura 46 - Envio de formulário por Link de compartilhamento.



Fonte: Próprio autor (2021).

Caso o objetivo do professor seja incorporar o questionário em um site ou blog pessoal ou institucional. Uma boa forma de fazer isso é “embedando” o questionário do Google Formulários na página que deseja – isto é, inclui-lo direto na página do site. Para isso, basta selecionar a opção “Incorporar HTML” e copiar o código gerado. Em seguida, colar em qualquer local do site que aceite HTML.

Figura 47 - Envio de formulário por Incorporação HTML.



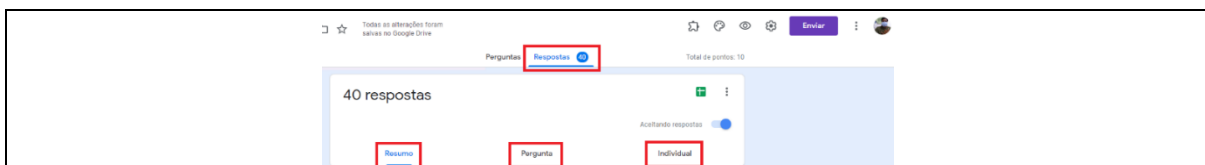
Fonte: Próprio autor (2021).

Uma vez que o questionário foi compartilhado com os alunos, basta esperar as respostas e acompanhá-las.

3.2.4 Visualizar as respostas

Para acompanhar as respostas recebidas, diretamente no Google Formulários, acesse a aba “Respostas”. Lá, é possível ver as respostas de três formas; Resumo, Pergunta ou Individual.

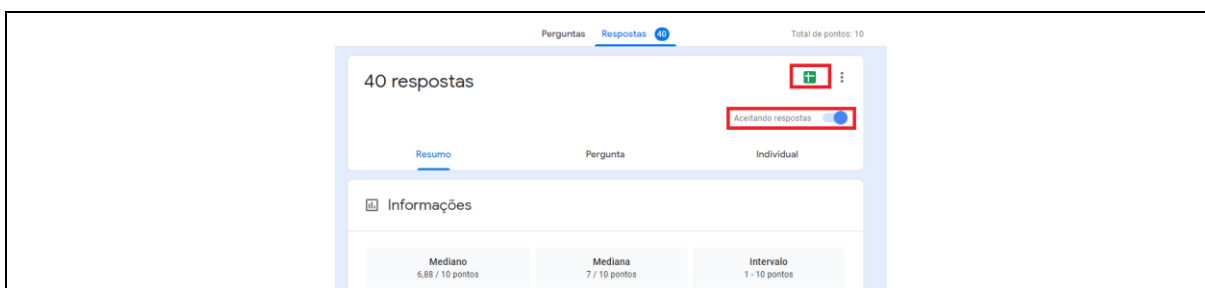
Figura 48 - Função Respostas do Google Formulários.



Fonte: Próprio autor (2021).

É possível ver todas as respostas diretamente no Google Planilhas. Para isso, basta gerar uma planilha de resultados, clicando no ícone do Google Planilhas.

Figura 49 - Funções exportar as respostas no Google Planilhas e formulário Aceitando respostas.



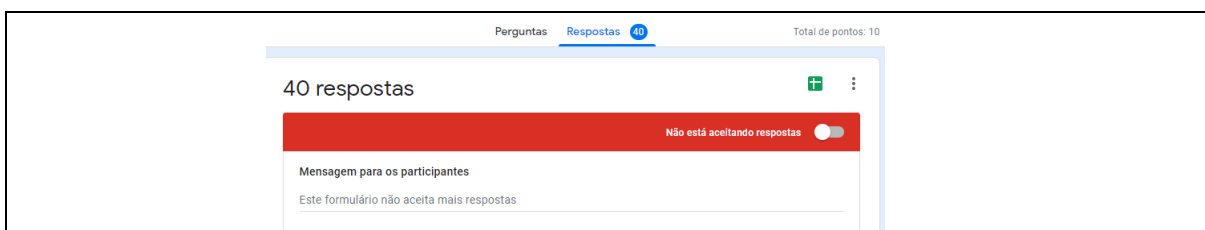
Fonte: Próprio autor (2021).

Automaticamente, o Google Formulários criará uma planilha do Google com todas as respostas obtidas em sua pesquisa.

Para finalizar; o professor fez a sua atividade, enviou para os alunos e coletou todas as respostas que precisava. E agora, o que fazer com o questionário?

Para parar de receber respostas no questionário, basta desativá-lo no Google Formulários, desligando a opção “Aceitando respostas”.

Figura 50 - Formulário encerrado, Não está aceitando respostas.



Fonte: Próprio autor (2021).

4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Nessa seção é apresentada a sequência didática do produto. Sendo assim, para uma melhor compreensão, está organizada em estrutura metodológica, material didático das aulas e finaliza com um resumo da sequência. Dessa forma, a estrutura metodológica abordará a organização geral utilizada no projeto enquanto o material didático das aulas trará os planos de aulas e as atividades desenvolvidas em cada um dos momentos de ensino-aprendizagem. O resumo fecha a seção sintetizando os acontecimentos em formato de tabela.

4.1 4.1 ESTRUTURA METODOLÓGICA

A estrutura metodológica do presente produto consiste na utilização de uma abordagem do ensino híbrido denominada Sala de Aula Invertida (SAI) associada a técnicas de aprendizagem ativa, tais como a Instrução pelos Pares (IpP) e o Ensino sob Medida (EsM). Dessa forma, os aprendentes têm o primeiro contato com o conteúdo fora da sala de aula por meio de vídeos e/ou textos enquanto no momento presencial realizam atividades colaborativas de discussão e de aplicação de conhecimentos.

Para a inversão adotara-se a plataforma Google Sala de Aula, utilizada para gerenciamento de conteúdo e tarefas; aliada ao recurso Google Formulários, que é utilizado para coleta de informações sobre os aprendentes e seu aprendizado. Enquanto para as aulas presenciais são utilizados recursos tecnológicos como projetor, Chromebook, smartphones e quadro branco.

A temática desta sequência didática trata de cosmologia moderna com material instrucional voltado para alunos do ensino médio; entretanto, nada impede que outro professor adequa a estrutura metodológica aqui posta para trabalhar outro conteúdo ou em outro nível de ensino.

A duração de cada encontro segue o padrão normal da Rede Estadual de Ensino de 50 minutos enquanto na inversão, os alunos, com o auxílio do professor, adequam

suas rotinas de estudos fora da instituição de ensino. Como o material é extenso, foi necessário planejar com cuidado cada inversão assim como cada encontro, por isso a sequência didática da aplicação do produto foi dividida em blocos, como descrito a seguir.

4.1.1 Bloco 1

O Bloco 1 inicia num encontro de uma aula destinada para apresentação da sequência didática e aplicação do questionário para levantamento dos conhecimentos prévios “Questionário diagnóstico”. Nesse primeiro encontro, ao tratar da sequência didática é importante que o professor deixe claro que é fundamental o comprometimento dos alunos em realizarem as tarefas extraclasse (recomenda-se atribuir nota para essas atividades); além disso, é importante ensinar passo a passo como o aluno pode interagir com a plataforma e as tarefas nela postada; por fim, os alunos respondem um questionário com 08 questões elaborado com o recurso Google Formulários e postado na plataforma Google Sala de Aula em formato de atividade.

Ao terminar a primeira aula, o professor lembra aos alunos que será postada uma nova tarefa na plataforma no formato atividade e com 05 questões para serem realizadas em casa, eletronicamente, configurando o primeiro momento de inversão na métrica da Sala de Aula Invertida (SAI), “Roteiro de inversão 1”. Com objetivo de dar início à organização do conhecimento, o roteiro de inversão é montado no Google Formulário tomando como base o vídeo “É Hipótese, é Teoria ou é Lei” do canal Primata Falante no Youtube e estabelece o primeiro contato dos estudantes com o conteúdo dentro da sequência didática.

A segunda aula presencial finaliza o Bloco 1, representa o momento de interação presencial da SAI e segue a dinâmica de Instrução pelos Pares (IpP). Dessa forma, a aula inicia com uma breve exposição oral do professor de 15 minutos e segue para a realização de 06 questões conceituais, elaborados no Google Formulários, cujo dinâmica de aplicação leva em torno de 35 minutos. A estratégia pensada para que o Google Formulários funcionasse na IpP foi elaborar dois formulários com as mesmas questões, identificados como formulário A e formulário B (processo que se repete para cada atividade nesse formato). O formulário A é configurado para que os alunos não

saibam sobre a assertividade das suas respostas, enquanto o formulário B fica configurado para mostrar a quantidade de respostas certas.

Para que a IpP fique caracterizada no método, quando os estudantes desenvolverem o formulário A, o fazem individualmente considerando um tempo médio de 3 minutos por questão. Ao finalizarem a primeira tentativa, os alunos são orientados para uma nova tentativa de resolução, formulário B, agora discutindo as alternativas com os colegas de classe respeitando a dinâmica da proposta, novamente é considerado um tempo médio de 3 minutos por questão.

O primeiro bloco é finalizado com a segunda aula presencial do produto. Esse bloco tem como objetivo organizar e preparar os estudantes para a sequência como um todo deixando-os a par da dinâmica das aulas e estabelecendo organizadores prévios que podem tornar possível o entendimento da diferença de análise do universo que a Teoria da Relatividade Geral proporciona em relação a Lei da Gravitação Universal e posteriormente utilizar desse novo conhecimento para compreender uma maneira que temos para estimar a idade do universo - pela Lei de Hubble. No fim da segunda aula, o professor deve lembrar aos alunos que será postada uma nova tarefa na plataforma para seguimento da sequência didática, esse monitoramento contínuo é fundamental para o bom andamento do conteúdo e das ações do produto.

4.1.2 Bloco 2

O segundo bloco é iniciado com uma inversão pensada para funcionar como a etapa 1 do ESM, dessa forma, os estudantes devem responder 05 questões discursivas eletronicamente, antes do momento presencial; as questões são elaboradas no Google Formulários e postada no formato atividade no Google Sala de Aula. A tarefa de inversão é montada embasada num texto, desenvolvido pelo autor a partir da leitura e estudo do tema, que foi disponibilizado para os alunos como “Tarefa de leitura 1” cujo título é “*Cosmologia: Modelos que tratam o universo como um todo*”. Uma vez finalizada a tarefa de leitura, o professor elabora as atividades e discussões para a aula presencial que irá finalizar o segundo bloco.

Na elaboração do momento presencial que finaliza o Bloco 2 as ações foram cuidadosamente planejadas para direcionar e preparar os educandos para estudos acerca dos modelos cosmológicos possíveis a partir da Gravitação Universal e da Relatividade Geral. Para isso, utilizou-se da articulação entre a dinâmica do ESM com teste conceitual colaborativo no formato de IpP.

Dessa forma, a aula inicia com uma breve exposição oral do professor de 15 minutos, elaborada a partir das devolutivas da tarefa de leitura 1 caracterizando a etapa 2 do ESM, e segue para a realização de 05 questões conceituais, cuja dinâmica de aplicação leva em torno de 30 minutos seguindo a métrica da IpP. O momento em que os colegas pensam coletivamente as questões conceituais configura a etapa 3 do ESM; finalizada a atividade presencial finaliza-se o Bloco 2.

O segundo bloco é iniciado no segundo momento de inversão e finalizado na terceira aula presencial do produto. Esse bloco tem como objetivo organizar as concepções dos estudantes para o entendimento da cosmologia enquanto uma área bem estabelecida na ciência, sobretudo na Física, e como ela dialoga com a Lei da Gravitação Universal e com a Teoria da Relatividade Geral. No fim da segunda aula, o professor deve lembrar aos alunos que será postada uma nova tarefa na plataforma para seguimento da sequência didática “Tarefa de leitura 2”.

4.1.3 Bloco 3

Assim como no segundo bloco, o Bloco 3 utilizou-se da articulação entre a dinâmica do ESM finalizando com teste conceitual no formato de IpP. Para a realização desse bloco são necessários dois momentos, um de inversão e outro presencial, tal como foi no bloco anterior. Dessa forma, inicia-se com uma inversão pensada para funcionar como a etapa 1 do ESM, sendo assim, os estudantes devem responder 05 questões discursivas eletronicamente, antes do momento presencial.

A tarefa de inversão é montada embasada num texto desenvolvido pelo autor que foi disponibilizado para os alunos como “Tarefa de leitura 2” cujo título é “*Modelos cosmológicos relativistas*” e um texto extra de leitura não obrigatória “Tarefa de leitura

2.1” com título “*Os pioneiros da Cosmologia Moderna*”. Uma vez finalizada a tarefa de leitura e feita as correções das respostas, o professor elabora as atividades e discussões para a aula presencial que irá finalizar o terceiro bloco.

Na elaboração do momento presencial que finaliza o Bloco 3 as ações foram planejadas para focar os estudos na cosmologia moderna explorando os trabalhos dos primeiros teóricos da área. Para isso, recorreu-se novamente a associação entre ESM e IpP. Logo, a aula é iniciada com uma exposição oral do professor (15 minutos), elaborada a partir das devolutivas da tarefa de leitura 2 caracterizando a etapa 2 do ESM, seguindo para a realização de 05 questões conceituais, cujo dinâmica de aplicação segue a métrica da IpP (30 min). O momento em que os colegas atuam de maneira colaborativa configura a etapa 3 do ESM e, finalizada a atividade presencial finaliza-se o Bloco 3.

O terceiro bloco inicia com o terceiro momento de inversão e termina na quarta aula presencial do produto. Esse bloco tem como objetivo conhecer e discutir os primeiros modelos cosmológicos relativistas que são base do modelo cosmológico padrão bem como as contribuições de Hubble para um modelo de universo expansivo. No fim da aula, o professor deve lembrar aos alunos que será postada uma nova tarefa na plataforma para seguimento da sequência didática “Roteiro de inversão 2”.

4.1.4 Bloco 4

Com objetivo de finalizar a sequência didática de Introdução à Cosmologia Moderna, o roteiro de inversão 2 é montado no Google Formulário e postado na sala de aula virtual com 05 questões discursivas, elaboradas com base no vídeo “Como sabemos a idade do universo (a lei de Hubble)” do canal Ciência Todo Dia no Youtube, para serem respondidas eletronicamente respeitando as diretrizes da SAI.

Dessa forma, a quinta aula presencial que finaliza o quarto Bloco, a sequência didática e representa o momento presencial da SAI, segue a dinâmica da IpP, ou seja, a aula inicia com uma breve exposição oral do professor (15 minutos) e continua com a realização de 05 questões conceituais (30 minutos). Terminadas as questões

conceituais com a instrução pelos pares, o professor faz as conexões que julgar importantes entre os temas de todos os blocos do produto finalizando o último ato da sequência didática.

O bloco final é formado novamente por uma inversão seguida de uma aula presencial, caracterizando o quarto momento de inversão e a quinta aula presencial do produto. Esse bloco tem como objetivo mostrar que a ciência construída na cosmologia moderna nos permite identificar comportamentos e fazer estimativas sobre grandezas importantes sobre o universo, bem como a taxa de expansão e sua idade, além de possibilitar algumas suposições dos componentes de um universo primitivo, possivelmente quente e denso. Na finalização do produto, o professor pode passar orientações para dar continuidade aprofundando as discussões sobre o tema, podendo seguir rumo ao estudo do modelo cosmológico padrão, ou seguir para um novo conteúdo.

4.2 MATERIAL DIDÁTICO DAS AULAS

O material didático das aulas está organizado com os planos das aulas – que direciona as ações dos encontros e das inversões; seguido das atividades propostas – onde encontram-se os questionários, estudos dirigidos e as tarefas de leitura aplicados na sequência. Para facilitar a aplicação os planos estão postos em ordem cronológica de acontecimentos.

4.2.1.1 Encontro 1

I. Plano de aula: Ciência, física e universo
II. Dados de identificação: Escola: Professor(a): Disciplina: Dara: Turma:

<p>III. Tema: Ciência, física e universo;</p> <p>➤ Conceitos fundamentais: fato, hipótese, modelo, lei, teoria, gravitação universal e relatividade geral.</p>
<p>IV. Objetivos:</p> <p>➤ Objetivo geral: Observar conceitos prévios dos alunos e apresentar a sequência didática;</p> <p>➤ Objetivos específicos: Identificar possíveis organizadores prévios, iniciar a estabilização de subsunçores instáveis</p>
<p>V. Conteúdo: Conceitos básicos de metodologia científica, lei da gravitação universal e noções da teoria da relatividade geral.</p>
<p>VI. Desenvolvimento do tema: Breve exposição oral para apresentar aos alunos a dinâmica da sequência didática, montagem e organização de equipes de aprendizagem e aplicação de questionário diagnóstico.</p>
<p>VII. Recursos didáticos: Quadro, pincel, notebook, projetor, internet, plataforma Google Sala de Aula, Google Formulários, chromebooks e smartphones.</p>
<p>VIII. Avaliação: Questionário diagnóstico abordando conceitos básicos de metodologia científica, lei da gravitação universal e noções de relatividade geral.</p>
<p>IX. Bibliografia: BRASIL, (2006). Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+). Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC;</p> <p>Jung, C. F. (2009). Metodologia científica e tecnológica. Campinas: Unicamp;</p> <p>Marconi, M. D. A., & Lakatos, E. M. (2003). Fundamentos de metodologia científica. 5. ed.-São Paulo: Atlas.</p>

Roteiro presencial 1: questionário diagnóstico.

Tarefa montada no Google Formulários e compartilhada no Google Sala de Aula com os alunos na aba atividades, recomendo que a tarefa seja criada no padrão atividade com teste.

Seção 1 de 2: Título: Ciência, física e universo.

Nome completo:

Série:

Seção 2 de 2:

Questão 1. Em algum momento da vida escolar já ouviu falar em: Fato, Hipótese, Modelo, Teoria e Lei, relacionados com a ciência?

Sim; Não; Não lembro.

Questão 2. Relacione as colunas conforme os conceitos e suas definições.

- I. Fato; Busca nos dá uma explicação lógica sobre o porquê dos fenômenos acontecerem como acontecem. Essa explicação
- II. Hipótese; é feita através de uma metodologia muito bem embasada em fatos observáveis e experimentais;
- III. Modelo; Conjunto estruturado de argumentos e explicações que possivelmente justificam dados e informações, mas, que ainda não foram confirmados por observação;
- IV. Lei; Relações matemáticas usadas para prever o comportamento de um fenômeno no universo quando as condições iniciais são conhecidas;
- V. Teoria. Uma representação lógica sobre o funcionamento de mecanismos físicos que esteja de acordo com a observação sem violar as regras de uma dada teoria;
- Observação confirmada tantas vezes que os cientistas aceitam como verdade.

- a) V, II, IV, III e I;
b) IV, V, II, I e III;
c) V, III, I, IV e II;
d) III, I, IV, V e II.

Questão 3. Marque a opção que melhor se enquadra na ideia de metodologia científica.

- a) A metodologia científica não se preocupa com um estudo analítico e crítico dos métodos de investigação de um fenômeno;

- b) É a aplicação do método sem processos e técnicas que garantem necessariamente uma legitimidade do saber obtido;
- c) É toda e qualquer sequência de ações desenvolvida por algum cientista.
- d) A metodologia da ciência inclui procedimentos que levam a observação de fatos, elaboração de hipóteses, construção de modelos, explicações teóricas e formulação de leis.

Questão 4. Analise as sentenças a seguir e assinale a alternativa que melhor relaciona algum dos conceitos Fato, Hipótese, Modelo, Teoria e Lei.

- I. Se alguma fosse demonstrada falsa, então, qualquer ciência construída a partir dessa também estaria errada. De outra forma, essas são situações que ocorrem na natureza com um certo padrão repetíveis e que podem ser descritas através de equações matemáticas concisas.
- II. Explicação de algum aspecto da natureza que é bem substanciado uma vez que foi submetido aos testes mais difíceis que podemos testar; e continua a ser testada e verificada pela comunidade científica no mundo inteiro.

- a) I. Hipótese; II. Lei;
- b) I. Teoria; II. Fato;
- c) I. Fato; II. Modelo;
- d) I. Lei; II. Teoria;

Questão 5. Você tem interesse em conhecer um pouco mais sobre os estudos acerca da evolução do universo?

() Sim; () Não; () Talvez; () Nunca.

Questão 6. Você já ouviu falar em Gravitação Universal e/ou Relatividade Geral?

() Sim; () Não; () Não lembro.

Questão 7. Área da física caracterizada por propor e estudar modelos que tratam o universo como um todo.

- a) Astrofísica;
- b) Astrologia;
- c) Astronomia;
- d) Cosmologia.

Questão 8. Qual modelo abaixo para evolução do universo você acredita que seja o mais cientificamente aceito?

- a) Modelo Estático: admite-se que o universo teve, tem e sempre terá o mesmo aspecto, ou seja, que ele não sofre nenhum tipo de evolução;
- b) Modelo Estacionário: para garantir a manutenção da densidade do universo, esse modelo supõem a geração espontânea de matéria enquanto expande;
- c) Modelo Expansivo: verifica-se que as galáxias se afastam umas das outras, caracterizando uma expansão do universo;
- d) Modelo Cíclico: caso a massa do universo seja maior do que um certo valor crítico, então a gravidade é suficientemente grande para frear, gradativamente, uma possível expansão anterior e impor um processo de contração.

4.2.1.2 Inversão 1

I. Plano de aula: É só uma teoria, não é nada comprovado. Será?
II. Dados de identificação: Escola: Professor(a): Disciplina: Turma:
III. Tema: Detalhamento de conceitos da metodologia científica ➤ Conceitos fundamentais: Fato, hipótese, modelo, lei, teoria.
IV. Objetivos: ➤ Objetivo geral: Estabilizar subsunçores e estabelecer organizadores prévios de conceitos importantes da metodologia científica. ➤ Objetivos específicos: Compreender um fato científico; diferenciar hipótese, lei e teoria; adquirir noções do conceito de modelagem científica.
V. Conteúdo: Conceitos fundamentais da metodologia científica.
VI. Desenvolvimento do tema: Visualização do vídeo “É hipótese, é teoria ou é lei” do canal Primata Falante no Youtube e realizar um estudo dirigido montado a partir do vídeo.

VII. Recursos didáticos: Computador, notebook, tablet ou smartphone com acesso a internet.
VIII. Avaliação: Estudo dirigido abordando conceitos de metodologia científica.
XIX. Bibliografia: BRASIL, (2006). Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+). Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC; Jung, C. F. (2009). Metodologia científica e tecnológica. Campinas: Unicamp; Marconi, M. D. A., & Lakatos, E. M. (2003). Fundamentos de metodologia científica. 5. ed.-São Paulo: Atlas.

Roteiro de inversão 1: sala de aula invertida

Tarefa montada no Google Formulários e compartilhada no Google Sala de Aula com os alunos na aba atividades, recomendo que a tarefa seja criada no padrão atividade com teste.

Seção 1 de 3: Título: É só uma teoria, não é nada sério. Será?

Nome completo:

Série:

Seção 2 de 3: Assista ao vídeo “É hipótese, é teoria ou é lei” do canal Primata Falante no Youtube e desenvolva as tarefas a seguir: [É Hipótese, é Teoria ou é Lei? | Primata Falante - YouTube](#)

Seção 3 de 3:

Questão 1. Quando fazemos afirmações prévias, as quais podem ser verdadeiras ou não, para explicar um determinado fenômeno, estamos elaborando:

- a) uma teoria.
- b) uma hipótese.
- c) uma observação.
- d) uma lei.

e) um modelo.

Questão 2. Analise as sentenças a seguir e assinale a alternativa que melhor se relaciona com o conceito de Fato científico.

- a) É o argumento que busca nos dá uma explicação lógica sobre o porquê dos fenômenos acontecerem como acontecem;
- b) Conjunto estruturado de argumentos e explicações que possivelmente justificam dados e informações, mas, que ainda não foram confirmados por observação;
- c) Relações matemáticas usadas para prever o comportamento de um fenômeno no universo quando as condições iniciais são conhecidas;
- d) Uma representação lógica sobre o funcionamento de mecanismos físicos que esteja de acordo com a observação sem violar as regras de uma dada teoria;
- d) Observação confirmada tantas vezes que os cientistas aceitam como verdade.

Questão 3. O tema “Teoria da Evolução” tem provocado debates em certos locais dos Brasil, com algumas entidades contestando seu ensino nas escolas. Nos últimos tempos, a polêmica está centrada no termo teoria, que, no entanto, tem significado bem definido para os cientistas. Sob o ponto de vista da ciência, teoria é:

- a) Sinônimo de hipótese, ou seja, uma suposição ainda sem comprovação experimental;
- b) Uma ideia sem base em observação e experimentação, que usa o senso comum para explicar fatos do cotidiano;
- c) Uma ideia apoiada pelo conhecimento científico, que tenta explicar fenômenos naturais relacionados, permitindo fazer previsões sobre eles;
- d) Uma ideia apoiada pelo conhecimento científico, que, de tão comprovada pelos cientistas, já é considerada uma verdade incontestável.

Questão 4. Faça um comentário sobre a afirmação a seguir:

É correto afirmar que “segundo as concepções estabelecidas no método científico uma Lei vale mais que uma Teoria científica”.

Questão 5. Sob a luz da ciência, uma teoria é algo pouco importante e que pode ser facilmente desconsiderado?

4.2.1.3 Encontro 2

<p>I. Plano de aula: Não é “só” uma teoria.</p>
<p>II. Dados de identificação:</p> <p>Escola:</p> <p>Data:</p> <p>Professor(a):</p> <p>Disciplina:</p> <p>Turma:</p>
<p>III. Tema: Conceitos da metodologia científica aplicados para o entendimento do comportamento da gravidade.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Conceitos fundamentais: Fato, hipótese, modelo, teoria, lei, gravitação universal e noções de relatividade geral.
<p>IV. Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Objetivo geral: Discutir e aplicar conceitos do método científico para o comportamento da gravidade. ➤ Objetivos específicos: Identificar fatos científicos que caracterize a existência da força gravitacional e do campo gravitacional, compreender a lei da gravitação universal, compreender a teoria da relatividade geral, comparar as maneiras de se compreender a gravidade entre a lei da gravitação e a teoria da relatividade geral.
<p>V. Conteúdo: Metodologia científica, lei da gravitação universal e teoria da relatividade geral aplicados na interpretação da gravidade.</p>
<p>VI. Desenvolvimento do tema: Segue a dinâmica de Instrução pelos Pares (IpP). Inicia com uma breve exposição oral do professor de 15 minutos e segue para a realização de testes conceituais.</p>

VII. Recursos didáticos: Notebook, internet, projetor, plataforma Google Sala de Aula, Google Formulários, Chromebooks e Smartphones.
VIII. Avaliação: Testes conceituais na dinâmica da IpP.
XIX. Bibliografia: BRASIL, (2006). Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+). Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC; Jung, C. F. (2009). Metodologia científica e tecnológica. Campinas: Unicamp; Marconi, M. D. A., & Lakatos, E. M. (2003). Fundamentos de metodologia científica. 5. ed.-São Paulo: Atlas.

Roteiro presencial 1: instrução pelos pares

Tarefa montada no Google Formulários e compartilhada no Google Sala de Aula com os alunos na aba atividades, recomendo que a tarefa seja criada no padrão atividade.

Título: Não é “só” uma teoria.

Nome completo:

Série:

Seção 1:

Questão 1. Analise a sentença a seguir e associe a situação descrita com o conceito adequado. **“Um lápis cai porque há uma força puxando-o para baixo.”**

- a) Fato;
- b) Hipótese;
- c) Modelo;
- d) Lei;
- e) Teoria.

Questão 2. Analise a sentença a seguir e associe a situação descrita com o conceito adequado. **“Quando você ou um colega derruba um lápis, ele cai no chão.”**

- a) Fato;

- b) Hipótese;
- c) Modelo;
- d) Lei;
- e) Teoria.

Questão 3. Analise a sentença a seguir e associe a situação descrita com o conceito adequado. **“Qualquer partícula de matéria no universo atrai qualquer outra com uma força que varia diretamente como o produto das massas e inversamente como o quadrado da distância entre elas.”**

- a) Fato;
- b) Hipótese;
- c) Modelo;
- d) Lei;
- e) Teoria.

Questão 4. Analise a sentença a seguir e associe a situação descrita com o conceito adequado. **“Massa e energia fazem com que o espaço-tempo se curve, e a força da gravidade surge da curvatura do espaço-tempo.”**

- a) Fato;
- b) Hipótese;
- c) Modelo;
- d) Lei;
- e) Teoria.

Questão 5. Isaac Newton trata de objetos que se atraem com base em quão massivos eles são e na distância entre eles; enquanto Albert Einstein explica que isso acontece porque a massa de cada objeto literalmente distorce o tecido espaço-tempo do universo, e quanto maior a massa, maior a distorção. Sobre os feitos desses cientistas é correto afirmar que:

- a) Isaac Newton propõe a teoria da gravidade enquanto Albert Einstein formula a lei da relatividade.
- b) Isaac Newton formula a lei da gravitação universal enquanto Albert Einstein propõe a teoria da relatividade geral.

- c) Isaac Newton propõe a teoria da relatividade geral enquanto Albert Einstein formula a teoria da gravidade.
- d) Isaac Newton formula a relatividade geral enquanto Albert Einstein propõe a lei da gravitação universal.

Questão 6. Sobre as maneiras de se entender a gravidade, propostas por Isaac Newton e Albert Einstein, e a importância desse efeito para a dinâmica de comportamento dos corpos celestes, marque a alternativa que evidencia corretamente uma das principais diferenças entre a interpretação possível com a Gravitação Universal e a possibilitada pela Relatividade Geral.

- a) A partir da lei da Gravitação Universal de Newton, a gravidade é percebida como uma força que se transmite instantaneamente, ou seja, mais rápido que a luz; já quando entendida pela teoria da Relatividade Geral, a gravidade consiste em ondulações na métrica do espaço-tempo que se propagam na velocidade da luz.
- b) A partir da Teoria da Gravitação Universal de Newton, a gravidade é uma força que se transmite instantaneamente, ou seja, menos rápido que a luz; já quando entendida pela Lei da Relatividade Geral, a gravidade consiste em ondulações na métrica do espaço-tempo que se propagam em velocidades maiores que a velocidade da luz.
- c) Independente da forma de se analisar, o efeito da gravidade sempre é percebido instantaneamente, ou seja, a percepção de uma força gravitacional se propaga mais rápido que a luz.
- d) A partir da lei da Gravitação Universal de Newton, só é possível concluir que a gravidade consiste em ondulações na métrica do espaço-tempo que se propagam na velocidade da luz; já quando entendida pela teoria da Relatividade Geral, a gravidade é percebida como uma força que se transmite instantaneamente, ou seja, mais rápido que a luz.

4.2.1.4 Inversão 2

I. Plano de aula: Introdução à Cosmologia Relativística.
II. Dados de identificação:

<p>Escola:</p> <p>Data:</p> <p>Professor(a):</p> <p>Disciplina:</p> <p>Turma:</p>
<p>III. Tema: Modelos cosmológicos a partir da Gravitação Universal e da Relatividade Geral.</p> <p>➤ Conceitos fundamentais: Gravitação Universal; Relatividade Geral; Cosmologia.</p>
<p>IV. Objetivos:</p> <p>➤ Objetivo geral: Discutir possíveis dinâmicas de universo a partir da construção de modelos cosmológicos.</p> <p>➤ Objetivos específicos: Conhecer os modelos propostos por Isaac Newton e Albert Einstein para o entendimento do universo a partir da gravidade.</p>
<p>V. Conteúdo: Gravitação Universal e Relatividade Geral aplicados a Cosmologia.</p>
<p>VI. Desenvolvimento do tema: Leitura da Tarefa de Leitura 1: “Cosmologia: Modelos que tratam o universo como um todo” e resolução do estudo dirigido montado a partir do texto.</p>
<p>VII. Recursos didáticos: Texto impresso, computador, notebook, tablet ou smartphone com acesso à internet.</p>
<p>VIII. Avaliação: Estudo dirigido abordando conceitos de gravitação universal e relatividade geral aplicados a cosmologia.</p>
<p>XIX. Bibliografia: BRASIL, (2006). Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+). Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC;</p> <p>Herrera, N. I. J. (2002). A dinâmica do universo: Sir Arthur Eddington e as cosmologias relativísticas;</p> <p>Lima, J. A. S., & Santos, R. C. (2018). 100 Anos da Cosmologia Relativística (1917–2017). Parte I: Das Origens à Descoberta da Expansão Universal (1929). <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i>, 40(1).</p>

Roteiro de inversão 2: ensino sob medida etapa 1.

Texto montado no Google Documentos, salvo em PDF e compartilhado no Google Sala de Aula com os alunos na aba atividades, recomendo que a tarefa seja criada no padrão material.

Tarefa de Leitura 1:

Cosmologia: Modelos que tratam o universo como um todo.

Derivada da palavra grega *kosmos* (universo), a cosmologia, pode ser entendida como o estudo da origem, estrutura e evolução do universo. Geralmente a comunidade científica costuma utilizar a palavra universo em alusão à totalidade das entidades físicas existentes, mas há outros sentidos possíveis para o termo. Neste texto opta-se por utilizar o termo com “u” minúsculo, entendendo uma proposta do professor Edward Harrison, 1981. Dessa forma a palavra grandiosa Universo é tomada a partir da seguinte consideração: quando utilizada sozinha, sem a especificação de qual modelo de universo temos em mente, pode passar a impressão de que o universo é uma entidade conhecida.

O Universo com o significado de tudo o que existe, seja ou não conhecido pelo homem, é único. Logo, não faz sentido falar em vários Universos (maiúsculo). Enquanto o termo universo, minúsculo, refere-se a um modelo de universo qualquer, criado num contexto específico, que pode ser modificado e que poderá ser eventualmente descartado. Sendo assim, podemos entender a cosmologia como o estudo dos modelos de universos - que diretamente não implica na existência de vários Universos.

Perfeição cósmica: universos estáticos.

No início do século XX, o espaço era entendido como um lugar vazio, sereno e estático. As estrelas estariam distribuídas pelo universo, com planetas girando ao redor do Sol. A maioria dos modelos cosmológicos tem como premissa a hipótese de que a interação entre corpos do universo é de origem gravitacional. Hoje, a teoria mais aceita para explicar essa interação, utilizada em quase todas as teorias cosmológicas, é a relatividade geral. Contudo, mesmo antes de seu desenvolvimento, houve

algumas explicações do comportamento do universo, utilizando a gravitação newtoniana.

$$F = -\frac{Gmm'}{r^2} \quad (1)$$

Onde: (1) é a solução da gravitação universal de Newton.

Segundo a lei formulada por Isaac Newton (1643-1727), a gravidade se manifesta como uma força atrativa entre a matéria devido suas características de massa. No entanto, se a interação gravitacional é sempre atrativa, é complicado explicar a estabilidade do universo.

Newton já havia percebido esta questão e numa tentativa de resolvê-la propôs um universo infinito, com infinitas estrelas cercado uma região central. Assim, a força gravitacional total se anularia. Como no modelo newtoniano a distribuição de estrelas seria homogênea, as distâncias entre elas seriam iguais, assim como a massa de cada estrela. Neste modelo infinito de universo, a soma das forças gravitacionais sobre cada estrela é nula, de forma que o universo permaneça estático.

Entretanto suponhamos que por um motivo qualquer alguma estrela saia do lugar e se choque com outra, formando uma estrela com o dobro da massa. Essa estrela atrairia mais as estrelas ao redor. Essa instabilidade já seria suficiente para fazer com que as estrelas se agrupassem cada vez mais e o universo acabaria em colapso. Portanto, Newton não encontra solução para a questão da estabilidade do universo. É muito bem sabido que Einstein não inventou a cosmologia, porém ele contribuiu diretamente para o estabelecimento dos fundamentos necessários para o desenvolvimento de uma nova teoria física para o tratamento de fenômenos gravitacionais que ficou conhecida como relatividade geral. Embora essa nova teoria do campo gravitacional, proposta por Einstein em 1916, difira pouco da teoria da gravitação de Isaac Newton num referencial na Terra, em grandes dimensões e grandes massas, como o cosmos, ela resulta bastante diferente.

Um ano após propor a relatividade geral, em 1917, Einstein publicou seu importante artigo sobre cosmologia "*Considerações Cosmológicas sobre a Teoria da Relatividade*", construindo um modelo esférico do universo. Contudo, a falta de

observações do universo profundo aliada as considerações cosmológicas de Newton a respeito de um modelo de universo infinito e estático, induziram Einstein a propor um modelo de universo baseado em três hipóteses:

A primeira hipótese é que Einstein optou por uma descrição hidrodinâmica. Na época, o universo inteiro era a Via Láctea e como o gás de estrelas é muito diluído, a matéria cósmica poderia se comportar como um fluido perfeito sem pressão.

A segunda é de origem geométrica e tem como consequência que todas as quantidades observáveis serão invariantes por translação (homogeneidade) e rotação (isotropia). Trata-se de uma hipótese simplificadora, uma vez que a geometria espacial fica dotada da maior simetria possível (a hipótese que o universo seja homogêneo e isotrópico é chamada de *Princípio Cosmológico*).

A última hipótese e a mais restritiva delas, limita o modelo a um universo finito e estático que não seria compatível com as equações propostas por Einstein. Para compatibilizar um modelo matemático com as ideias de universo estático, Einstein modificou sua teoria e, com uma iniciativa nada trivial, introduz um termo proporcional a uma constante (Λ), desse modo altera o sistema original de equações.

$$G_{\mu\nu} \equiv R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}R = \chi T_{\mu\nu} \quad (2)$$

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}R - \Lambda g_{\mu\nu} = \chi T_{\mu\nu} \quad (3)$$

Onde (2) são as equações originais que descrevem a interação gravitacional na relatividade geral, (3) é a equação modificada introduzindo um termo proporcional a uma constante (Λ) e Λ ficou conhecida como constante cosmológica.

O efeito físico de Λ é simples de entender. No modelo de Einstein, Λ anulava o efeito atrativo da autogravitação do fluido, evitando o colapso da matéria cósmica além de possibilitar uma solução estática e finita. Nas conclusões do seu trabalho na cosmologia relativística, Einstein afirma que não pretenderia defender o modelo do ponto de vista observacional. Além disso, admite que o resultado foi possível a partir

da inserção de uma componente (o termo Λ) que não era justificado com o conhecimento gravitacional da época.

Questionário da tarefa de leitura 1:

Tarefa montada no Google Formulários e compartilhada no Google Sala de Aula com os alunos na aba atividades, recomendo que a tarefa seja criada no padrão atividade com teste.

Título: Modelos cosmológicos a partir da Gravitação Universal e da Relatividade Geral.

Nome completo:

Série:

Seção 1:

Questão 1. O professor Edward Harrison propõe a escrita universo com “u” minúsculo, de que maneira é justificada essa grafia?

Questão 2. De acordo com o texto, qual é a interação predominante entre os corpos do universo e qual a teoria que melhor explica essa interação?

Questão 3. Segundo a gravitação newtoniana como a gravidade se manifesta? Essa forma acarreta alguma complicação sobre o universo?

Questão 4. Quais as 3 hipóteses do modelo cosmológico proposto por Einstein?

Questão 5. Explique o significado físico da constante cosmológica.

4.2.1.5 Encontro 3

<p>I. Plano de aula: Modelos cosmológicos, Gravitação Universal e a Relatividade Geral.</p>

<p>II. Dados de identificação:</p>

<p>Escola:</p>

<p>Data:</p>

<p>Professor(a):</p>

<p>Disciplina:</p>

<p>Turma:</p>

<p>III. Tema: Cosmologia científica.</p>

- | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ Conceitos fundamentais: Modelos cosmológicos, lei da gravitação universal e teoria da relatividade geral. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

<p>IV. Objetivos:</p>

- | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ Objetivo geral: Discutir e diferenciar os modelos cosmológicos possíveis a partir da Gravitação Padrão. ➤ Objetivos específicos: Identificar os modelos de universo propostos por Newton e Einstein, interpretar a lei da gravitação universal e a teoria da relatividade geral na dinâmica de comportamento do universo, comparar as |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

maneiras de se compreender a gravidade entre a lei da gravitação e a teoria da relatividade geral.
V. Conteúdo: Cosmologia científica, lei da gravitação universal e teoria da relatividade geral aplicados na interpretação do universo.
VI. Desenvolvimento do tema: Segue a dinâmica de Instrução pelos Pares (IpP). Inicia com uma breve exposição oral do professor de 15 minutos e segue para a realização de testes conceituais.
VII. Recursos didáticos: Notebook, internet, projetor, plataforma Google Sala de Aula, Google Formulários, Chromebooks e Smartphones.
VIII. Avaliação: Testes conceituais na dinâmica da IpP.
XIX. Bibliografia: BRASIL, (2006). Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+). Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC; Herrera, N. I. J. (2002). A dinâmica do universo: Sir Arthur Eddington e as cosmologias relativísticas; Lima, J. A. S., & Santos, R. C. (2018). 100 Anos da Cosmologia Relativística (1917–2017). Parte I: Das Origens à Descoberta da Expansão Universal (1929). <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , 40(1).

Roteiro presencial 3: ensino sob medida etapa 2 e 3.

Tarefa montada no Google Formulários e compartilhada no Google Sala de Aula com os alunos na aba atividades, recomendo que a tarefa seja criada no padrão atividade.

Título: Modelos cosmológicos a partir da Gravitação Universal e da Relatividade Geral.

Nome completo:

Série:

Seção 1:

Questão 1. Assinale a alternativa que mais se aproxima da ideia de cosmologia científica.

- a) Área da física caracterizada por propor e estudar modelos científicos que tratam o universo como um todo.
- b) A cosmologia, pode ser entendida como o estudo da origem do universo a partir de perspectivas religiosas.
- c) Nas teorias cosmológicas, o universo é considerado uma entidade única e conhecida. Dessa forma, é comum a escrita Universo com "U" maiúsculo.
- d) Os avanços da cosmologia no século XX permitiram a consolidação do chamado modelo padrão da cosmologia, que não leva em conta aspectos de diversas áreas da física, como a Gravitação Universal e a Relatividade Geral.

Questão 2. Identifique as sentenças que abordam corretamente as considerações cosmológicas feita por Isaac Newton.

- Universo infinito, com infinitas estrelas cercado certo corpo.
- Optou por uma descrição hidrodinâmica do universo.
- A força gravitacional total sobre um corpo celeste deve ser nula como consequência de uma distribuição uniforme.
- Distância entre as estrelas seriam iguais; e massa das estrelas também iguais.
- A matéria se comportaria como um fluido perfeito e sem pressão.
- Universo estático como consequência da anulação da força gravitacional.
- O universo deveria ser considerado como homogêneo e isotrópico estabelecendo o Princípio Cosmológico.
- Limita o modelo a um universo finito e estático a partir da inserção da constante cosmológica que funcionaria como uma antigravitação que evitaria o colapso do universo.

Questão 3. Identifique as sentenças que abordam corretamente as considerações cosmológicas feita por Albert Einstein.

- Universo infinito, com infinitas estrelas cercado certo corpo.
- Optou por uma descrição hidrodinâmica do universo.
- A força gravitacional total sobre um corpo celeste deve ser nula como consequência de uma distribuição uniforme.
- Distância entre as estrelas seriam iguais; e massa das estrelas também iguais.

- A matéria se comportaria como um fluido perfeito e sem pressão.
- Universo estático como consequência da anulação da força gravitacional.
- O universo deveria ser considerado como homogêneo e isotrópico estabelecendo o Princípio Cosmológico.
- Limita o modelo a um universo finito e estático a partir da inserção da constante cosmológica que funcionaria como uma antigravitação que evitaria o colapso do universo.

Questão 4. O princípio cosmológico estabelece que:

- a) Um observador típico em qualquer galáxia vê as mesmas propriedades do universo;
- b) O universo tem as propriedades que observamos porque estamos aqui para detectá-las;
- c) Toda a matéria cai com a mesma aceleração;
- d) As singularidades só existem nos buracos negros.

Questão 5. Por que Einstein introduziu o conceito da constante cosmológica?

- a) Para justificar a existência de matéria não bariônica;
- b) Para compatibilizar as diversas estimativas da idade do universo;
- c) Para construir um universo estático;
- d) Para garantir um universo expansivo.

4.2.1.6 Inversão 3

I. Plano de aula: Modelos cosmológicos relativistas.
II. Dados de identificação: Escola: Data: Professor(a): Disciplina: Turma:
III. Tema: Modelos cosmológicos a partir da Teoria da Relatividade Geral. ➤ Conceitos fundamentais: Relatividade Geral; Cosmologia.

IV. Objetivos:

- **Objetivo geral:** Conhecer possíveis dinâmicas de universo a partir de modelos cosmológicos construídos a partir da Relatividade Geral.
- **Objetivos específicos:** Conhecer e caracterizar os modelos propostos por Willen de Sitter, Aleksandr Aleksandrovich Friedmann e Georges Édouard Lemaitre, bem como as contribuições de Edwin Powell Hubble para o entendimento do universo a partir da gravidade.

V. Conteúdo: Interpretações da Relatividade Geral aplicados na Cosmologia.

VI. Desenvolvimento do tema: Leitura da Tarefa de Leitura 2: “Modelos cosmológicos relativistas” e “Os pioneiros da cosmologia moderna” e resolução do estudo dirigido montado a partir dos textos.

VII. Recursos didáticos: Texto impresso, computador, notebook, tablet ou smartphone com acesso à internet.

VIII. Avaliação: Estudo dirigido abordando conceitos de gravitação universal e relatividade geral aplicados a cosmologia.

XIX. Bibliografia: BRASIL, (2006). Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+). Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC.

Lima, J. A. S., & Santos, R. C. (2018). 100 Anos da Cosmologia Relativística (1917–2017). Parte I: Das Origens à Descoberta da Expansão Universal (1929). *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 40(1).

Picazzio, E. (2011). O céu que nos envolve: introdução à astronomia para educadores e iniciantes. *São Paulo: Odysseus*.

Roteiro de inversão 3: ensino sob medida etapa 1.

Texto montado no Google Documentos, salvo em PDF e compartilhado no Google Sala de Aula com os alunos na aba atividades, recomendo que a tarefa seja criada no padrão material.

Tarefa de leitura 2:

Título: Modelos cosmológicos relativistas

Os modelos cosmológicos relativistas são os montados a partir da teoria da relatividade geral. O primeiro modelo desse tipo foi proposto por Albert Einstein em 1917, além dele outros cientistas também pensaram o universo a partir da relatividade geral.

Willen de Sitter discute um universo estático e vazio

No mesmo ano que Einstein, 1917, o físico-matemático e astrônomo holandês Willen de Sitter obtivera uma nova solução da relatividade geral, com constante cosmológica, estacionária, porém sem matéria.

A proposta de Einstein considera matéria sem movimento, enquanto a de de Sitter permite movimento sem matéria. Acontece que, toda a matéria observada, seriam partículas de teste na geometria de de Sitter e, sob ação de Λ , adquirem uma velocidade de afastamento. Posteriormente, de Sitter e outros buscam associar esse efeito ao desvio Doppler observado nas linhas espectrais, o que ficou conhecido como Efeito de Sitter.

O fato desse modelo ser desprovido de matéria é uma característica não grata. Contudo, isso não impediria que o modelo fosse investigado, também como uma possível descrição do universo real. Uma vez que a densidade do universo é baixa, a solução de de Sitter pode ser tratada como uma aproximação de densidade zero.

É interessante salientar que, não apenas Einstein, como também de Sitter e a comunidade científica em geral não acreditavam em um universo em expansão. A possibilidade teórica de um universo expansivo surge em 1922 com Aleksandr Aleksandrovich Friedmann.

Friedmann discute universos dinâmicos

Em 1922 Aleksandr Aleksandrovich Friedmann (1888-1925) publicou a primeira extensão realmente importante da cosmologia teórica desde o artigo de de Sitter em 1917. Em geral, Friedmann, seguiu de perto as suposições feitas por Einstein e de

Sitter. Especialmente baseou-se nas equações de campo gravitacional, tomadas com o termo $\Lambda g_{\mu\nu}$, e nas hipóteses sobre a velocidade e o estado da matéria. Além disso, ele estava interessado em explorar as soluções das equações de Einstein, mas não em interpretá-las fisicamente.

O foco dos estudos de Friedmann consistia em investigar soluções das equações da relatividade geral, e obteve como resultado possibilidades de universos em expansão ou contração dependendo da densidade de matéria. Dessa forma, é possível organizar os conjuntos básicos de soluções em três grupos distintos:

- i) universo em colapso: caso a densidade for alta, a atração gravitacional é intensa, de forma que a expansão é interrompida e o universo aumenta de tamanho até um ponto máximo. Então volta a contrair e o raio tende a zero novamente. Esse tipo de universo é chamado fechado e finito;
- ii) universo em expansão: Se a densidade for baixa, a expansão continua indefinidamente e o universo é aberto e infinito;
- iii) universo estático ou estacionário: O estado intermediário entre esses dois regimes é chamado universo crítico. Ele se expande cada vez mais lentamente, até atingir uma velocidade marginal. No limite, a uma distância infinita, a velocidade de expansão seria nula. Esse tipo de universo é chamado marginalmente aberto.

As obras de Friedmann são muito mais matemáticas do que físicas, tanto que em seu trabalho há soluções as quais a densidade de matéria é negativa, cujos significados são puramente matemáticos. Assim, não se pode dizer que Friedmann propôs o universo em expansão, mas que dentro de seu conjunto de soluções existia a possibilidade do universo em expansão.

Lemaître assume o universo em expansão

Em 1925, o físico e astrônomo belga Georges Édouard Lemaître, conclui o doutorado no Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) e publica seu primeiro trabalho sobre cosmologia que consistiu em uma nova interpretação do universo de De Sitter,

fazendo duas objeções: ele rejeitava a ideia de que o universo fosse infinito e exigia que houvesse uma quantidade não nula de matéria.

Em 1927, Lemaître publicou um novo artigo e obteve, de forma independente, equações equivalentes às anteriormente obtidas por Friedmann. Neste artigo apresentou modelos dinâmicos do universo com densidade não nula, logo, modelos agora diferentes do de Sitter. Sob o ponto de vista matemático, o trabalho adicionou pouco ao trabalho de Friedmann, mas seu enfoque era completamente diferente, pois pretendia descrever o universo real. Para além do enfoque, o trabalho de Lemaître diferencia-se das pesquisas de Friedmann na medida em que levou em conta não apenas a densidade de matéria, mas também a pressão da radiação existente no universo.

O artigo apresenta resultados interessantes:

- (i) Correlaciona o desvio para o vermelho das linhas espectrais (redshift) e a expansão do universo;
- (ii) Uma dedução da lei de Hubble para pequenos redshifts;
- (iii) Possíveis efeitos físicos de uma segunda componente cósmica, um fluido radiativo em equilíbrio termodinâmico de pressão $p=\rho/3$;
- (iv) Uma estimativa de $H_0 = 625 \text{ km/s/Mpc}$, da mesma ordem de grandeza obtida por Hubble.

Embora Friedmann o tenha precedido na descoberta de soluções expansionistas das equações de Einstein, Lemaître teve o mérito de conseguir despertar a atenção da comunidade de físicos e astrônomos para as consequências físicas dessa descoberta.

Contribuições de Edwin Hubble para um universo expansivo

Até o começo do século XX o conceito de galáxia ainda estava em aberto. Nessa época, os astrônomos debatiam sobre o que seriam as então chamadas “nebulosas”, objetos difusos que, quando observados com um telescópio, não são pontuais como as estrelas, pois ocupam uma pequena área do campo de visão. A partir da construção de grandes telescópios ficou possível observar essas “nebulosas” com uma ampliação muito maior.

Com o auxílio dessas poderosas ferramentas de observação, o astrônomo Edwin Powell Hubble (1889-1953) pôde medir as distâncias de algumas “nebulosas”, estudando estrelas de brilho variável (cefeidas), na então “nebulosa” de Andrômeda.

Ele utilizou o método desenvolvido pela astrônoma Henrietta Leavitt (1868-1921), do Harvard College Observatory, que consiste numa correlação entre a luminosidade absoluta média de estrelas cefeidas e o período de oscilação da intensidade da luz vinda delas. Usando da técnica de Leavitt e de dados obtidos em observações, Hubble conseguiu em 1923 determinar a distância à Andrômeda concluindo que esta é bem maior que o raio da Via Láctea.

Nos anos seguintes, trabalhando no grande observatório de Monte Wilson, nos EUA, com seu colaborador, o astrônomo estadunidense Milton Humason (1891-1972), Hubble conseguiu medidas de distâncias e redshift's para corpos mais distantes do que se conseguira até então. Vale destacar que um dos fatos mais importantes da cosmologia observacional é a presença de um desvio sistemático para o vermelho (redshift) das raias espectrais das galáxias distantes, tanto maior quanto mais distante. Estas observações foram apresentadas pela primeira vez por Edwin Hubble em 1929 como resultado dos estudos sistemáticos no levantamento das distâncias das galáxias.

Observa-se que quanto mais distante a galáxia maior é o desvio para o vermelho e se este desvio for creditado ao efeito Doppler, indica as galáxias distantes se afastando da Via Láctea com velocidades crescentes com a distância, ao analisar os dados usados por Hubble em 1929, percebe-se que havia um aumento sistemático da velocidade de afastamento com a distância, o que sugere a expansão do universo. Assim, embora a possibilidade teórica de um universo em expansão tivesse sido considerada pela primeira vez por Friedmann e defendida como real por Lemaître, foi Hubble quem nos mostrou ser a expansão uma propriedade do universo atual.

Tarefa de Leitura 2.1 EXTRA: Os pioneiros da Cosmologia Moderna

Durante mais de 200 anos, nada de substancial foi acrescentado a visão teórica newtoniana de um universo estático, infinito e euclidiano, regido pela autogravitação da matéria.

Inserido neste cenário, Albert Einstein elaborou entre 1907 e 1916 a relatividade geral e levou mais um tempo para iniciar a cosmologia relativística propondo seu modelo estático de universo em 1917. No mesmo ano, Willem de Sitter propôs um segundo modelo de solução também para um universo estático, porém sem matéria e 5 anos depois, 1922, Aleksandr Aleksandrovich Friedmann obteve as primeiras soluções expansionistas para o caso fechado com e sem Λ , repetindo para o caso aberto ($k = -1$) em 1924.

Importantes contribuições pensadas por Georges Édouard Lemaître em 1927, repercutiram apenas após 1930. Mesmo assim, Edwin Hubble, vanguardista da astronomia extragaláctica percebeu a expansão do Universo em 1929. É importante enfatizar que Hubble estava consciente da possível conexão entre sua descoberta e as idéias relativísticas, embora não tenha citado os trabalhos de Friedmann e de Sitter explicitamente. Dessa forma, o quarteto Einstein, de Sitter, Friedmann e Lemaître resolveram os principais desafios teóricos relacionados ao início da cosmologia moderna, enquanto Hubble fundou a astronomia extragaláctica e descobriu a expansão do Universo.

Questionário da tarefa de leitura 2:

Tarefa montada no Google Formulários e compartilhada no Google Sala de Aula com os alunos na aba atividades, recomendo que a tarefa seja criada no padrão atividade com teste.

Título: Modelos cosmológicos relativistas.

Nome completo:

Série:

Seção 1: Estudo dirigido: a partir da leitura do texto e com auxílio de algum dispositivo com acesso à internet e uma plataforma de busca faça as tarefas solicitadas.

Questão 1. Como são chamados os modelos cosmológicos montados a partir da relatividade geral e quem foi o primeiro cientista a propor um modelo embasado nessa teoria?

Questão 2. Embora fosse desprovido de matéria, o modelo cosmológico proposto por Willen de Sitter em 1917 não deixou de ser investigado como uma descrição do universo real. Por que isso é possível?

Questão 3. Quais são os conjuntos de soluções dos modelos desenvolvidos a partir dos trabalhos de Aleksandr Aleksandrovich Friedmann em 1922, é correto afirmar que ele descobriu o universo em expansão?

Questão 4. Quais são as diferenças entre o trabalho do físico Georges Édouard Lemaitre de 1925 e o trabalho de Aleksandr Aleksandrovich Friedmann em 1922 para o universo em expansão?

Questão 5. Quais foram as contribuições de Edwin Powell Hubble para um universo expansivo?

4.2.1.7 Encontro 4

I. Plano de aula: Modelos cosmológicos e a Relatividade Geral.
II. Dados de identificação: Escola: Data: Professor(a): Disciplina: Turma:
III. Tema: Cosmologia científica. <ul style="list-style-type: none"> ➤ Conceitos fundamentais: Modelos cosmológicos e teoria da Relatividade Geral.
IV. Objetivos: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Objetivo geral: Discutir e diferenciar os primeiros modelos cosmológicos propostos a partir da Relatividade Geral. ➤ Objetivos específicos: Identificar, diferenciar e caracterizar os modelos cosmológicos propostos pelos pioneiros da cosmologia moderna e, interpretar e compreender as descobertas astrofísicas de Hubble.
V. Conteúdo: Cosmologia científica e teoria da relatividade geral aplicados na interpretação do universo.
VI. Desenvolvimento do tema: Segue a dinâmica de Instrução pelos Pares (IpP). Inicia com uma breve exposição oral do professor de 15 minutos e segue para a realização de testes conceituais.
VII. Recursos didáticos: Notebook, internet, projetor, plataforma Google Sala de Aula, Google Formulários, Chromebooks e Smartphones.
VIII. Avaliação: Testes conceituais na dinâmica da IpP.

XIX. Bibliografia: BRASIL, (2006). Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+). Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC.

Herrera, N. I. J. (2002). A dinâmica do universo: Sir Arthur Eddington e as cosmologias relativísticas.

Lima, J. A. S., & Santos, R. C. (2018). 100 Anos da Cosmologia Relativística (1917–2017). Parte I: Das Origens à Descoberta da Expansão Universal (1929). *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 40(1).

Picazzio, E. (2011). O céu que nos envolve: introdução à astronomia para educadores e iniciantes. *São Paulo: Odysseus*.

Roteiro presencial 4: ensino sob medida etapa 2 e 3.

Tarefa montada no Google Formulários e compartilhada no Google Sala de Aula com os alunos na aba atividades, fica a recomendação de que a tarefa seja criada no padrão atividade.

Título: Modelos cosmológicos e a Relatividade Geral.

Nome completo:

Série:

Seção 1:

Questão 1. No mesmo ano que Albert Einstein, 1917, o físico-matemático e astrônomo holandês Willen de Sitter obtivera uma solução da relatividade geral e propôs um modelo cosmológico. Assinale a alternativa que diferencia corretamente os modelos de Einstein e de de Sitter.

- a) O modelo de Einstein considera matéria sem movimento, enquanto o de de Sitter permite movimento sem matéria.
- b) A proposta de Einstein considera movimento sem matéria, enquanto a de de Sitter é massiva e estática.

- c) A proposta de Einstein considera o universo em expansão acelerada pela constante cosmológica, enquanto a de de Sitter é estática e sem constante cosmológica.
- d) O modelo de Einstein considera matéria em movimento com velocidade marginal constante, enquanto o de de Sitter não permite movimento e é representado sem matéria.

Questão 2. Em 1922 Aleksandr Aleksandrovich Friedmann investigou soluções das equações da relatividade geral, e obteve como resultado possibilidades de universos em expansão ou contração dependendo da densidade de matéria. Identifique as alternativas que representam os conjuntos básicos das soluções obtidas por Friedmann.

- Universo em colapso: caso a densidade de matéria seja alta, a atração gravitacional é tão intensa que a expansão é interrompida e o universo aumenta de tamanho até um ponto máximo. Então volta a contrair e o raio tende a zero novamente.
- Universo em expansão: Se a densidade de matéria for baixa, a expansão continua indefinidamente.
- Universo estático ou estacionário: Ele se expande cada vez mais lentamente, até atingir uma velocidade marginal. No limite, a uma distância infinita, a velocidade de expansão seria nula.
- Universo em colapso: caso a densidade de matéria seja nula, a atração gravitacional é fraca de modo que a expansão é interrompida e o universo diminui de tamanho até um ponto mínimo.
- Universo em expansão: Se a densidade de matéria for alta, a atração gravitacional fica tão intensa que a expansão é interrompida e o universo contrai e o raio tende a zero novamente.
- Universo estático ou estacionário: Ele se expande cada vez mais rápido até atingir uma velocidade crítica. No limite, a uma distância infinita, a velocidade de expansão seria maior que a velocidade da luz.

Questão 3. Em 1927, o físico e astrônomo belga Georges Édouard Lemaitre publicou um artigo que lhe rendeu fama internacional. Neste artigo, Lemaitre levou em conta

não apenas a densidade de matéria, mas também a pressão da radiação existente no universo. Identifique a alternativa que NÃO apresenta um resultado desse trabalho.

- a) O trabalho correlaciona o desvio para o vermelho das linhas espectrais (redshift) e a expansão do universo.
- b) Neste artigo, Lemaître obteve de forma independente, equações equivalentes às anteriormente obtidas por Friedmann para um universo em expansão.
- c) O artigo analisa possíveis efeitos físicos de um fluido radiativo em equilíbrio termodinâmico de pressão $p = \rho/3$.
- d) Neste trabalho, Lemaître não apresenta uma dedução da lei de Hubble para pequenos redshifts.

Questão 4. Até o começo do século XX os astrônomos debatiam sobre o que seriam as então chamadas “nebulosas”. A partir da construção de grandes telescópios ficou possível observar essas “nebulosas” com uma ampliação muito maior. Com o auxílio dessas poderosas ferramentas de observação e utilizando um método desenvolvido pela astrônoma Henrietta Leavitt, o astrônomo Edwin Powell Hubble constatou que:

- a) Algumas dessas nebulosas são galáxias parecidas com a nossa Via Láctea.
- b) As nebulosas são objetos difusos que, quando observados com um telescópio, são pontuais como as estrelas, pois ocupam uma pequena área do campo de visão.
- c) Nebulosas são estrelas de brilho variável (cefeidas).
- d) São objetos escuros e sem forma que atrai toda matéria próxima a ele e até mesmo a luz.

Questão 5. Um dos fatos mais importantes da cosmologia observacional é a presença de um desvio sistemático para o vermelho (redshift) das raias espectrais das galáxias distantes, tanto maior quanto mais distante. Estas observações foram apresentadas pela primeira vez por Edwin Hubble em 1929 como resultado dos estudos sistemáticos no levantamento das distâncias das galáxias. Sobre o redshift é correto afirmar que:

- a) Ao analisar os dados usados por Hubble em 1929, percebe-se que havia uma diminuição sistemática da velocidade de afastamento com a distância, o que sugere a contração do universo.
- b) Quanto menos distante a galáxia maior é o desvio para o vermelho das raias espectrais.

- c) Quanto mais distante a galáxia maior é o desvio para o vermelho e se este desvio for creditado ao efeito Doppler, indica as galáxias distantes se afastando da Via Láctea com velocidades crescentes com a distância.
- d) Se este desvio para o vermelho for creditado ao efeito Doppler, indica as galáxias distantes se aproximando da Via Láctea com velocidades crescentes com a distância.

4.2.1.8 Inversão 4

I. Plano de aula: A Lei de Hubble e a expansão do universo.
II. Dados de identificação: Escola: Data: Professor(a): Disciplina: Turma:
III. Tema: Modelos cosmológicos a partir da Teoria da Relatividade Geral. <ul style="list-style-type: none"> ➤ Conceitos fundamentais: Cosmologia, galáxias, estrelas, nebulosas, efeito doppler, redshift.
IV. Objetivos: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Objetivo geral: Discutir as considerações tomadas por Edwin Powell Hubble que contribuíram para o modelo de universo expansivo. ➤ Objetivos específicos: Compreender a existência de outras galáxias além da nossa, entender o movimento relativo entre as galáxias e sua relação com o efeito doppler, discutir a importância do trabalho colaborativo no método científico.
V. Conteúdo: Conceitos fundamentais da astrofísica extragaláctica e a Lei de Hubble para a expansão do universo.
VI. Desenvolvimento do tema: Visualização do vídeo “Como sabemos a idade do universo?” do canal Ciência todo dia no Youtube e realizar um estudo dirigido montado a partir do vídeo.

VII. Recursos didáticos: Computador, notebook, tablet ou smartphone com acesso à internet.

VIII. Avaliação: Estudo dirigido abordando conceitos necessários para se calcular a idade do universo a partir das considerações feitas por Hubble.

XIX. Bibliografia: Augusto, D., & João, S. (2010). O Fascínio do Universo. Editora Odysseus São Paulo;

BRASIL, (2006). Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+). Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC;

Lima, J. A. S., & Santos, R. C. (2018). 100 Anos da Cosmologia Relativística (1917–2017). Parte I: Das Origens à Descoberta da Expansão Universal (1929). *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 40(1).

Picazzio, E. (2011). O céu que nos envolve: introdução à astronomia para educadores e iniciantes. *São Paulo: Odysseus*.

Roteiro de inversão 4: sala de aula invertida

Tarefa montada no Google Formulários e compartilhada no Google Sala de Aula com os alunos na aba atividades, fica a recomendação de que a tarefa seja criada no padrão atividade.

Seção 1 de 3: Título: A Lei de Hubble e a expansão do universo.

Nome completo:

Série:

Seção 2 de 3: Assista ao vídeo “Como sabemos a idade do universo (a lei de hubble)” do canal Ciência Todo Dia no Youtube e desenvolva as tarefas a seguir: [Como Sabemos a Idade do Universo? \(A Lei de Hubble\) - YouTube](#)

Seção 3 de 3:

Questão 1. O que significa dizer que nas escalas de grandezas humanas o universo é infinito?

Questão 2. Explique o que é o universo observável.

Questão 3. Qual a primeira evidência direta de que o universo não é estático?

Questão 4. De que maneira os cientistas conseguem constatar que a velocidade relativa dos objetos espaciais extragalácticos estão se afastando em relação à via láctea?

Questão 5. Por que a comunidade científica acredita que estamos vivenciando a era de ouro do conhecimento do universo?

4.2.1.9 Encontro 5

I. Plano de aula: A Lei de Hubble.
II. Dados de identificação:

<p>Escola:</p> <p>Data:</p> <p>Professor(a):</p> <p>Disciplina:</p> <p>Turma:</p>
<p>III. Tema: A Lei de Hubble.</p> <p>➤ Conceitos fundamentais:</p>
<p>IV. Objetivos:</p> <p>➤ Objetivo geral: Discutir e diferenciar os modelos cosmológicos possíveis a partir da Gravitação Padrão.</p> <p>➤ Objetivos específicos: Identificar os modelos de universo propostos por Newton e Einstein, interpretar a lei da gravitação universal e a teoria da relatividade geral na dinâmica de comportamento do universo, comparar as maneiras de se compreender a gravidade entre a lei da gravitação e a teoria da relatividade geral.</p>
<p>V. Conteúdo: Cosmologia científica, lei da gravitação universal e teoria da relatividade geral aplicados na interpretação do universo.</p>
<p>VI. Desenvolvimento do tema: Segue a dinâmica de Instrução pelos Pares (IpP). Inicia com uma breve exposição oral do professor de 15 minutos e segue para a realização de testes conceituais.</p>
<p>VII. Recursos didáticos: Notebook, internet, projetor, plataforma Google Sala de Aula, Google Formulários, Chromebooks e Smartphones.</p>
<p>VIII. Avaliação: Testes conceituais na dinâmica da IpP.</p>
<p>XIX. Bibliografia: Augusto, D., & João, S. (2010). <i>O Fascínio do Universo</i>. Editora Odysseus São Paulo;</p> <p>BRASIL, (2006). <i>Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)</i>. Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC.</p> <p>Lima, J. A. S., & Santos, R. C. (2018). 100 Anos da Cosmologia Relativística (1917–2017). Parte I: Das Origens à Descoberta da Expansão Universal (1929). <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i>, 40(1).</p> <p>Picazzio, E. (2011). <i>O céu que nos envolve: introdução à astronomia para educadores e iniciantes</i>. São Paulo: Odysseus.</p>

Roteiro presencial 5: instrução pelos pares.

Tarefa montada no Google Formulários e compartilhada no Google Sala de Aula com os alunos na aba atividades, fica a recomendação de que a tarefa seja criada no padrão atividade.

Seção 1 de 2:

Título: Lei de Hubble.

Nome completo:

Série:

Seção 2 de 2:

Questão 1. Qual das respostas seguintes NÃO pode ser relacionada com a lei de Hubble?

- a) O universo está se expandindo.
- b) Nós estamos no centro do universo.
- c) O universo teve um início.
- d) O universo já foi mais quente e denso do que é atualmente.

Questão 2. Suponha que os físicos venham a descobrir que a constante de Hubble é três vezes maior que o seu valor atual. Qual o efeito que esta descoberta teria sobre a idade do universo?

- a) Passaria a ser três vezes maior.
- b) Sofreria uma pequena alteração, mas sem maiores consequências.
- c) Seria a metade da idade atual.
- d) Seria um terço da idade atual.

Questão 3. Sobre a constante de Hubble é correto afirmar que:

- a) é invariável no tempo e o seu valor é da ordem de 70 km/s/Mpc.

- b) é variável no tempo.
- c) mede a taxa de afastamento das galáxias e quasares.
- d) é invariável no tempo e o seu valor não tem ordem de grandeza estimado.

Questão 4. Se a constante de Hubble for igual a 70 (km/s)/Mpc podemos concluir que o aglomerado de Virgo, $v \sim 1400$ km/s, está a:

- a) cerca de 45 milhões de anos-luz.
- b) cerca de 24 milhões de anos-luz.
- c) cerca de 64 milhões de anos-luz.
- d) cerca de 105 milhões de anos-luz.

Questão 5. Se a constante de Hubble for igual a 70 (km/s)/Mpc qual a estimativa para a idade do universo? (Considera 1Mpc = $3,09 \cdot 10^{19}$ km, e 1ano = $3,15 \cdot 10^7$ s).

- a) 12 bilhões de anos.
- b) 4 bilhões de anos.
- c) 14 bilhões de anos.
- d) 17 bilhões de anos.

4.3 RESUMO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Quadro 1 - Resumo da aplicação.

Bloco	Prática desenvolvida	Tipo de aula	Abordagem pedagógica
Bloco 1	Apresentação da sequência didática e aplicação do questionário diagnóstico	Presencial 01	Questionário diagnóstico
	Primeiro contato com o conteúdo Fato, Hipótese, Modelo, Teoria e Lei e estudo dirigido	Invertida 01	Inversão convencional a partir de vídeo
	Breve exposição oral do professor, realização de testes conceituais e finalização do primeiro bloco.	Presencial 02	Instrução pelos pares (IpP)
Bloco 2	Tarefa de leitura 1: "Cosmologia: Modelos que tratam o universo como um todo;" Estudo dirigido.	Invertida 02	Ensino sob medida (EsM etapa 01)

	Breve exposição oral do professor, Vídeo “Para finalmente entender a Teoria da Relatividade Geral de Albert Einstein”, realização de testes conceituais e finalização do bloco 2.	Presencial 03	Ensino sob medida (ESM etapa 02 e 03) Instrução pelos pares (IpP)
Bloco 3	Tarefa de leitura 2: “Modelos cosmológicos relativistas” & “Os pioneiros da cosmologia moderna”; Questionário respondido eletronicamente.	Invertida 03	Ensino sob medida (EsM etapa 01)
	Breve exposição oral do professor, realização de testes conceituais e finalização do terceiro bloco.	Presencial 04	Ensino sob medida (ESM etapa 02 e 03) Instrução pelos pares (IpP)
Bloco 4	Tarefa de leitura 2: “Modelos cosmológicos relativistas” & “Os pioneiros da cosmologia moderna”; Questionário respondido eletronicamente.	Invertida 04	Ensino sob medida (EsM etapa 01)
	Breve exposição oral do professor, realização de testes conceituais, finalização do quarto bloco e do produto.	Presencial 05	Ensino sob medida (ESM etapa 02 e 03) Instrução pelos pares (IpP)

Fonte: Próprio autor (2021)

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 362–384, 2013.
- ARAUJO, Ives Solano; MAZUR, Eric. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 362–384, 2013.
- BACICH, L.; MORAN, J. Aprender e ensinar com foco na educação híbrida. **Revista Pátio**, v. 25, p. 45–47, 2015. Disponível em: <<http://www.grupoa.com.br/revistapatio/artigo/11551/aprender-e-ensinar-com-foco-na-educacao-hibrida.aspx>>.
- BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. **B. Tec. Senac**, v. 39, p. 48–67, 2013. Disponível em: <<http://www.bts.senac.br/index.php/bts/article/view/349%0Ahttp://www.bts.senac.br/index.php/bts/article/view/349/333>>.
- BERBEL, N. A. N. Active methodologies and the nurturing of students' autonomy. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 32, n. 1, p. 25–40, 2011.
- BERGMANN, J.; SAMS, A. Flip your classroom: Reach every student in every class every day. **Christian Education Journal: Research on Educational Ministry**, v. 11, n. 1, p. 1–124, 2012.
- _____. Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem. 2016.
- DATIG, Ilka; RUSWICK, Claire. **Four quick flips: Activities for the information literacy classroom**.
- DEMSKI, J. 6 Expert Tips for Flipping the Classroom. **Campus Technology**, v. 25, n. 5, p. 32–37, 2013. Disponível em: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eric&AN=EJ1006565&site=ehost-live%5Cnhttp://campustechnology.com/research/2013/01/magazine_january.aspx?tc=page0>.
- FERRERI, S. P.; CONNOR, S. Instructional design and assessment. **American Journal of Pharmaceutical Education**, v. 77, n. 1, p. 1–9, 2013.
- JOHNSON, G. Students, please turn to Youtube for your assignment. **Education Canada**, v. 52, n. 5, p. 16–18, 2012. Disponível em: <<http://jproxy.lib.ecu.edu/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ehh&AN=83416386&site=ehost-live>>.
- MAZUR, E.; WATKINS, J. Just-in-Time Teaching and Peer Instruction. **Getting Started with Just-in-Time Teaching**, p. 39–62, 2009.

MILMAN, N. B. The Flipped Classroom Strategy. **Distance Learning**, v. 9, n. 3, p. 85–87, 2012. Disponível em: <<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ehh&AN=100558697&site=ehost-live>>.

NOVAK, G. M. **Just-in-time teaching: blending active learning with web technology**. [S.l.: s.n.], 1999.

OLIVEIRA, T. E.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Aprendizagem Baseada em Equipes (Team-Based Learning): um método ativo para o Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p. 962, 2016a.

_____. Aprendizagem baseada em equipes (Team-Based Learning): um método ativo para o Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p. 962–986, 2016b.

PIERCE, R.; FOX, J. Vodcasts and active-learning exercises in a “flipped classroom” model of a renal pharmacotherapy module. **American Journal of Pharmaceutical Education**, v. 76, n. 10, p. 1–5, 2012.

RODRIGUES, C. S.; SPINASSE, J. F.; VOSGERAU, D. S. A. R. Sala de aula invertida - uma revisão sistemática. **EDUCERE - XII Congresso Nacional de Educação**, p. 1–13, 2015. Disponível em: <http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/16628_7354.pdf>.

SCHIEHL, E. P.; GASPARINI, I. Contribuições do Google Sala de Aula para o Ensino Híbrido. **CINTED-UFRGS**, v. 14, n. 2, 2016.

VALENTE, J. A. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em Revista**, v. 4, n. spe4, p. 79–97, 2014.

WILSON, S. G. The Flipped Class: A Method to Address the Challenges of an Undergraduate Statistics Course. **Teaching of Psychology**, p. 193–199, 2014.

WITT, D. **Acelere a aprendizagem com o Google Apps for Education**.