

APÊNDICE A: PRODUTO EDUCACIONAL



UFAM



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



PRODUTO EDUCACIONAL

EXPLORANDO A RELATIVIDADE GERAL ATRAVÉS DE DIFERENTES ESTILOS DE APRENDIZAGEM

Arleson Protázio Maciel

ORIENTADOR:

Dr. José Anglada Rivera

MANAUS-AM
2024

Arleson Protázio Maciel

EXPLORANDO A RELATIVIDADE GERAL ATRAVÉS DE DIFERENTES ESTILOS DE APRENDIZAGEM

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: ABORDANDO CONCEITOS FUNDAMENTAIS DA TEORIA DA RELATIVIDADE GERAL NO TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 04 – IFAM / UFAM, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:
Dr José Anglada Rivera

MANAUS – AM
2024

Biblioteca do IFAM – Campus Manaus Centro

M152e Maciel, Arleson Protázio.
Explorando a relatividade geral através de diferentes estilos de aprendizagem/
Arleson Protázio Maciel. – Manaus, 2025.
31 p. : il. color.

Produto educacional proveniente da dissertação - Abordando conceitos fundamentais da teoria da relatividade geral no terceiro ano do ensino médio (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física). – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus Manaus Centro*; Universidade Federal do Amazonas, 2025.

Orientador: Prof. Dr. José Anglada Rivera.
ISBN 978-65-85652-50-6

1. Física. 2. Relatividade. 3. Aprendizagem significativa. I. Rivera, José Anglada. (Orient.). I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. II. Universidade Federal do Amazonas. III. Título.

CDD 530

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO DA METODOLOGIA	6
2-OBJETIVOS DO PRODUTO EDUCACIONAL	7
3-RECOMENDAÇÕES AO PROFESSOR	7
4-ESTRUTURA DO PRODUTO EDUCACIONAL	8
5-APLICAÇÃO DO TÓPICO 1.....	9
5.1-TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DO TÓPICO 1	9
5.2-APLICAÇÃO DO TÓPICO 2.....	16
5.3-ATIVIDADE EXPERIMENTAL	22
CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
REFEÊNCIAS.....	24
APÊNDICE A	25
QUESTIONÁRIO VARK.....	28
TESTE AVALIATIVO	28
APÊNDICE B.....	31

1. APRESENTAÇÃO DA METODOLOGIA

O estudo da Teoria da Relatividade Geral de Albert Einstein, aplicado ao terceiro ano do ensino médio, representa uma oportunidade emocionante de conectar os alunos com uma das áreas mais fascinantes e fundamentais da física moderna. Para abordar essa temática de maneira eficaz, um produto educacional foi desenvolvido, especificamente projetado para facilitar a compreensão e o aprendizado dos conceitos complexos dessa teoria.

Este produto educacional integra materiais didáticos interativos, simulações digitais, vídeos explicativos e atividades práticas, além de usar uma ferramenta metodológica importante no cenário atual de aprendizagem, que é o VARK. O uso dessas ferramentas tem como objetivo transparecer a relatividade geral e torná-la acessível aos estudantes.

Para o Ensino Médio meramente propedêutico atual, disciplinas científicas, como a Física, têm omitido os desenvolvimentos realizados durante o século XX e tratam de maneira enciclopédica e excessivamente dedutiva os conteúdos tradicionais. Para uma educação com o sentido que se deseja imprimir, só uma permanente revisão do que será tratado nas disciplinas garantirá atualização com o avanço do conhecimento científico e, em parte, com sua incorporação tecnológica. [...] Nunca é demais insistir que não se trata de se incorporar elementos da ciência contemporânea simplesmente por conta de sua importância instrumental utilitária. Trata-se, isso sim, de se prover os alunos de condições para desenvolver uma visão de mundo atualizada, o que inclui uma compreensão mínima das técnicas e dos princípios científicos em que se baseiam. (BRASIL, 2000, p. 8).

Os recursos didáticos fornecem uma introdução gradual aos princípios básicos da teoria, como a curvatura do espaço-tempo, a gravitação como uma manifestação dessa curvatura, e os efeitos dessa teoria na compreensão do universo. O produto é cuidadosamente projetado para facilitar a aprendizagem significativa, que, segundo Ausubel, ocorre quando novos conhecimentos são integrados a conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aluno. Utilizando estratégias que promovem a conexão entre o novo conteúdo e o conhecimento prévio dos estudantes, o produto oferece uma abordagem didática inovadora e eficaz.

Este produto educacional é uma ferramenta essencial para educadores que desejam proporcionar um ensino de física, moderno e engajador, alinhado com as diretrizes curriculares e capaz de inspirar os alunos seguir uma carreira voltada às ciências exatas. Ao trazer a Teoria da Relatividade Geral para o contexto do ensino médio, este recurso contribui para um aprendizado profundo e significativo, preparando os alunos para os desafios acadêmicos futuros e provocando um interesse duradouro pela ciência.

A possibilidade de um efetivo aprendizado de Cosmologia depende do desenvolvimento da teoria da gravitação, assim como de noções sobre a constituição elementar da matéria e energética estelar. Essas e outras necessárias atualizações dos conteúdos apontam para uma ênfase à Física contemporânea ao longo de todo o curso, em cada tópico, como um desdobramento de outros conhecimentos e não necessariamente como um tópico a mais no fim do curso. Seria interessante que o estudo da Física no Ensino Médio fosse finalizado com uma discussão de temas que permitissem sínteses abrangentes dos conteúdos trabalhados. Haveria, assim, também, espaço para que fossem sistematizadas ideias gerais sobre o universo, buscando-se uma visão cosmológica atualizada. (BRASIL, 2000, p. 26)

Assim, ao utilizar os princípios da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, o recurso garante que os alunos não apenas memorizem os conceitos, mas também os compreendam e saibam aplicá-los, criando uma base sólida para futuros estudos em física e outras disciplinas científicas. Desta forma, este produto educacional se torna uma ferramenta indispensável para educadores que buscam enriquecer o currículo e inspirar seus alunos a explorar as maravilhas da física moderna.

2-OBJETIVOS DO PRODUTO EDUCACIONAL

- Capacitar os alunos a compreender os conceitos fundamentais da Relatividade Geral
- Demonstrar como os princípios da Relatividade Geral se conectam com fenômenos observáveis.
- Fazer o uso de uma metodologia que facilite a compreensão dos alunos acerca da Relatividade Geral e seus conceitos.
- Identificar e adaptar estratégias de ensino baseadas no modelo VARK para atender às diferentes preferências de aprendizagem dos alunos.

3-RECOMENDAÇÕES AO PROFESSOR

Para maximizar a eficácia do ensino da Relatividade Geral no terceiro ano do ensino médio, é crucial que o professor utilize estratégias diversificadas que atendam aos diferentes estilos de aprendizagem identificados pela ferramenta VARK. O professor também pode unir esses diferentes tipos de aprendizagem e proporcionar uma aula diferenciada, como descrito nos itens a seguir.

- ✓ **Desenvolver Recursos Visuais**
- ✓ Incorporar Atividades Aural (Auditiva)
- ✓ **Utilizar Recursos de Leitura/Escrita**
- ✓ **Implementar Atividades Cinestésicas**

4-ESTRUTURA DO PRODUTO EDUCACIONAL

A estrutura do produto educacional foi cuidadosamente projetada para englobar estratégias de ensino diversificadas e interativas, atendendo às necessidades dos diferentes estilos de aprendizagem dos alunos enquanto aborda os complexos conceitos da Teoria da Relatividade Geral. O produto foi baseado em uma sequência didática, dividido em três tópicos, na qual é previsto para três aulas de 50min cada, distribuído de acordo com quadro 1.

Quadro 1. Organização dos tópicos do produto educacional

Tópico 1	Teoria da Relatividade Restrita: Movimento e Espaço, os experimentos de Michelson e Morley, as transformações de Galileu, as transformações de Lorentz, os postulados da Relatividade Restrita.	50min
Tópico 2	Teoria da Relatividade Geral: Princípio da equivalência, a curvatura da luz num campo gravitacional, dilatação gravitacional do tempo, curvatura do espaço-tempo, avanço do periélio de mercúrio, buracos negros.	50min
Tópico 3	Atividade Experimental: Demonstração da curvatura do espaço-tempo por meio de uma cama elástica.	50min

Fonte: Autoria própria, 2024

Essa distribuição da carga horária é apenas uma estimativa, no entanto poderá variar por fatores como, a escola, professor que irá aplicar o produto, turmas e o desenvolvimento da aula, de formas que poderão ser acrescentadas mais aulas para melhor desenvolver a aprendizagem dos alunos.

5-APLICAÇÃO DO TÓPICO 1

Com a finalidade de mostrar a Teoria da Relatividade Geral para alunos ensino médio, é necessário que tenhamos bastante cuidado na forma que iremos expor os conceitos nela inseridos, pois se trata de tópicos relacionados a Física Moderna, que dificilmente são explorados no ensino médio. Para demonstrar a Relatividade Geral no ensino médio, é importante preparar os alunos com uma transposição didática dos conceitos fundamentais da Teoria da Relatividade Restrita.

5.1-TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DO TÓPICO 1

Na aplicação do tópico 1, que se refere a Relatividade Restrita, buscaremos trabalhar esses contextos fazendo usos de ferramentas didáticas com o intuito de proporcionar o ensino-aprendizagem. Podemos abordar os conceitos proposto no tópico 1 fazendo o uso da metodologia VARK.

- **Desenvolvendo Recursos Visuais**

Sabemos que é importante apresentar a essência da Relatividade Restrita, desde do estudo de movimento e espaço até os postulados proposto por Albert Einstein, o método VARK utiliza várias formas aprendizagem, uma delas é trabalhando os recursos visuais.

- **Movimento e espaço**

Para trabalhar o conceito de movimento e espaço com alunos do ensino médio é importante mostrar ilustrações, simulações, GIF, que instigam a aprendizagem dos alunos, vejamos a figura 1 correspondente ao movimento e espaço.

Figura 1. Movimento e espaço

Movimento e Espaço

O QUE SERIA O ESPAÇO?
O QUE SERIA O MOVIMENTO?



O conceito de **movimento** refere-se à mudança de posição de um objeto ou partícula no espaço em relação a um ponto de referência.

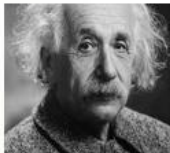
O conceito de **espaço** refere-se à dimensão tridimensional em que os objetos e eventos ocorrem.



Aristóteles



Isaac Newton



Albert Einstein



Fonte: Autoria própria, 2024.

Esses conceitos podem ser trabalhados, baseado na descrição feita por Aristóteles, passando por Isaac Newton, até chegar em Albert Einstein, para que os alunos possam observar a visão cada um e compreender a evolução da física ao longo dos anos.

- **Experimentos de Michelson-Morley**

Explorar um experimento famoso, que de certa forma revolucionou a comunidade científica na época, é de suma importância, haja visto que o experimento feito por Michelson-Morley foi um marco na evolução da física, figura 2.

Figura 2. Experimentos de Michelson-Morley

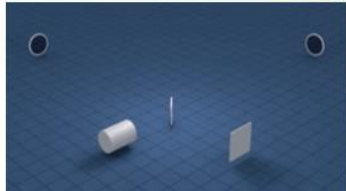
Os experimentos de Michelson e Morley



MICHELSON



MORLEY

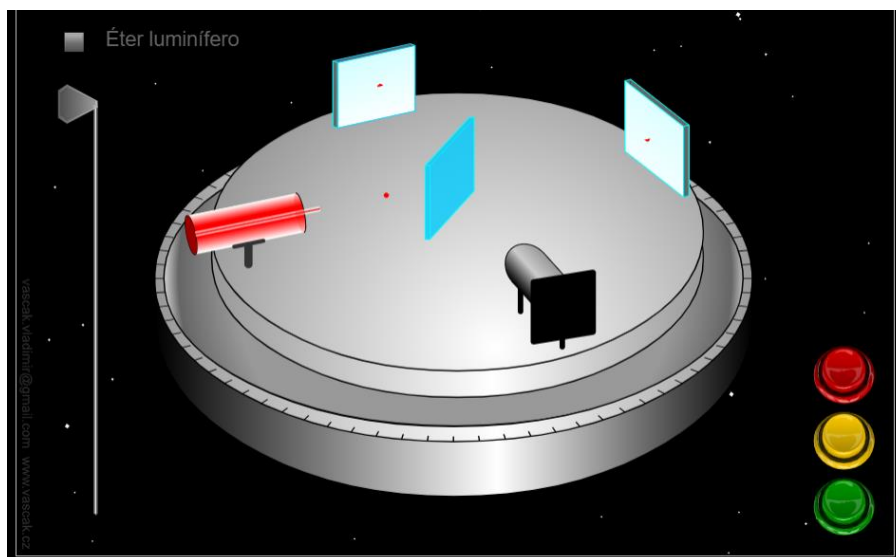


- **Objetivo dos experimentos**
- **Éter luminífero**
- **Resultado dos experimentos**

Fonte: Autoria própria, 2024.

Deve-se mostrar a importância desse experimento e sua relação com Relatividade Restrita, para que o aluno esteja inteirado de acontecimento científico. E para melhor fixar a ideia desse experimento o professor aplicado do produto poderá disponibilizar para os alunos a simulação virtual do experimento citado, figura 3.

Figura 3. Simulador do experimento de Michelson-Morley



Fonte: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?f=str_michelson&l=pt

Fazendo a leitura desse QR Code (figura 4), o aluno terá acesso a simulação direta em seu Smartphone ou seu PC, para melhor observar o experimento.

Figura 4. Simulador do experimento de Michelson-Morley



Fonte: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?f=str_michelson&l=pt

- **As transformações de Galileu e Lorentz**

Duas transformações que tem uma relação muito forte com a Relatividade Restrita, são as transformações de Galileu e Lorentz, em suas respectivas épocas. Galileu teve sua contribuição na criação dessa importante teoria, assim também como Lorentz, figura 5.

Figura 5. As transformações de Galileu e Lorentz

As transformações de Galileu e Lorentz

Galileu Galilei

Hendrik Lorentz

$\gamma(V) = \frac{1}{\sqrt{1 - V^2/c^2}} \geq 1$

$T = \gamma(V)T'$ (dilatação temporal)

$l = \frac{l'}{\gamma(V)}$ (contração do comprimento)

Trata da descrição de movimentos em relação a um referencial inercial, ou seja, um referencial em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme (não acelerado) em relação a outro referencial.

Fonte: Autoria própria, 2024.

Dois conceitos importantes da Relatividade Restrita, que são a dilatação temporal e a contração do tempo, que podem ser trabalhadas de forma didática fazendo uso de imagens e simulações, para que a aprendizagem seja significativa, figura 6.

Figura 6. Simulação da dilatação do tempo

vascak.vladimir@gmail.com
www.vascak.cz

$c = 299\,792\,458 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

$v = 100\,000\,000 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

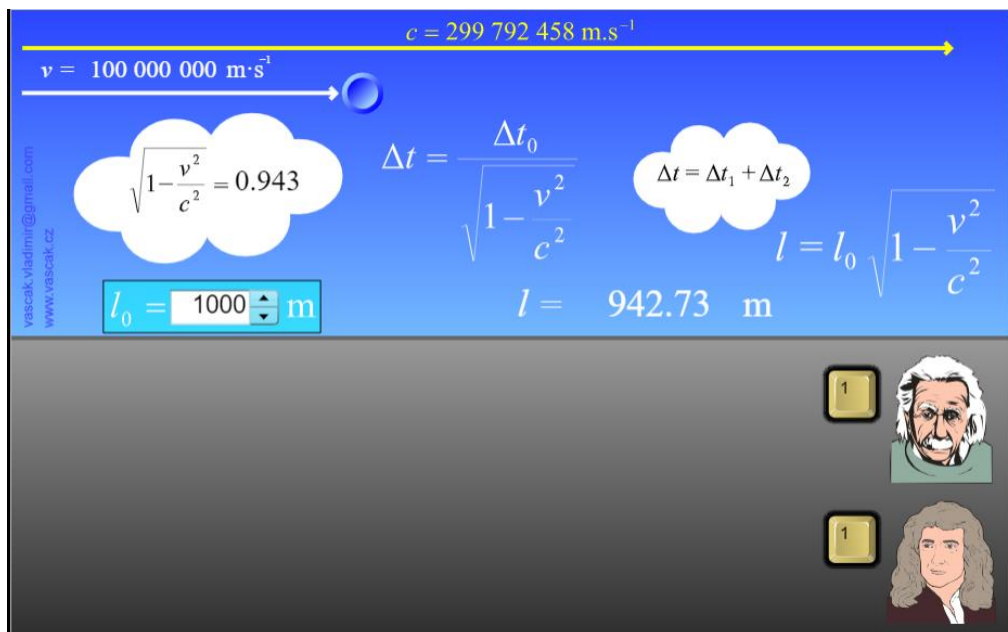
$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} =$

$\frac{\Delta t_0}{\Delta t} =$

$\Delta = 0$

Fonte: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=str_dilatace&l=pt

Figura 7. Simulação da contração do espaço



Fonte: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=str_kontrakce&l=pt

Acessando os QR Codes você será direcionado para simulações virtuais desses dois fenômenos e melhor explora-los, figura 8 e 9.

Figura 8. Simulador da dilatação do tempo



Fonte: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=str_dilatace&l=pt

Figura 9. Simulador da contração do espaço



Fonte: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=str_kontrakce&l=pt

São simulações que o professor pode usar para melhor explicar esses fenômenos relativísticos.

- **Relatividade Restrita**

O professor poderá trabalhar os conceitos desse item do tópico 1, usando imagens, vídeos, simulações, e também a leitura, priorizando a aprendizagem do aluno, pois ao abordar os postulados dessa teoria é necessário fazer o uso de instrumentos que facilite a compreensão dos alunos.

Figura 10. Os postulados da relatividade restrita ou especial

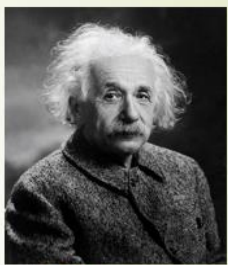
Relatividade Restrita ou Especial

■ Não dúvidas que, se fizermos um retrospecto de seu desenvolvimento, a teoria da Relatividade Restrita estava pronta para ser formulada em 1905. Lorentz já havia observado que as transformações que agora levaram seu nome são essências para análises das equações de Maxwell, e Poincaré já tinha penetrado profundamente nessas conexões.

Albert Einstein

Os postulados fundamentais

1. **Princípio da Relatividade:** as leis da Física são as mesmas em todos os referenciais inerciais, ou seja, não existe nenhum referencial inercial preferencial.
2. **Princípio da constância da velocidade da luz:** a velocidade da luz no vácuo tem o mesmo valor constante c em todos os referenciais inerciais.

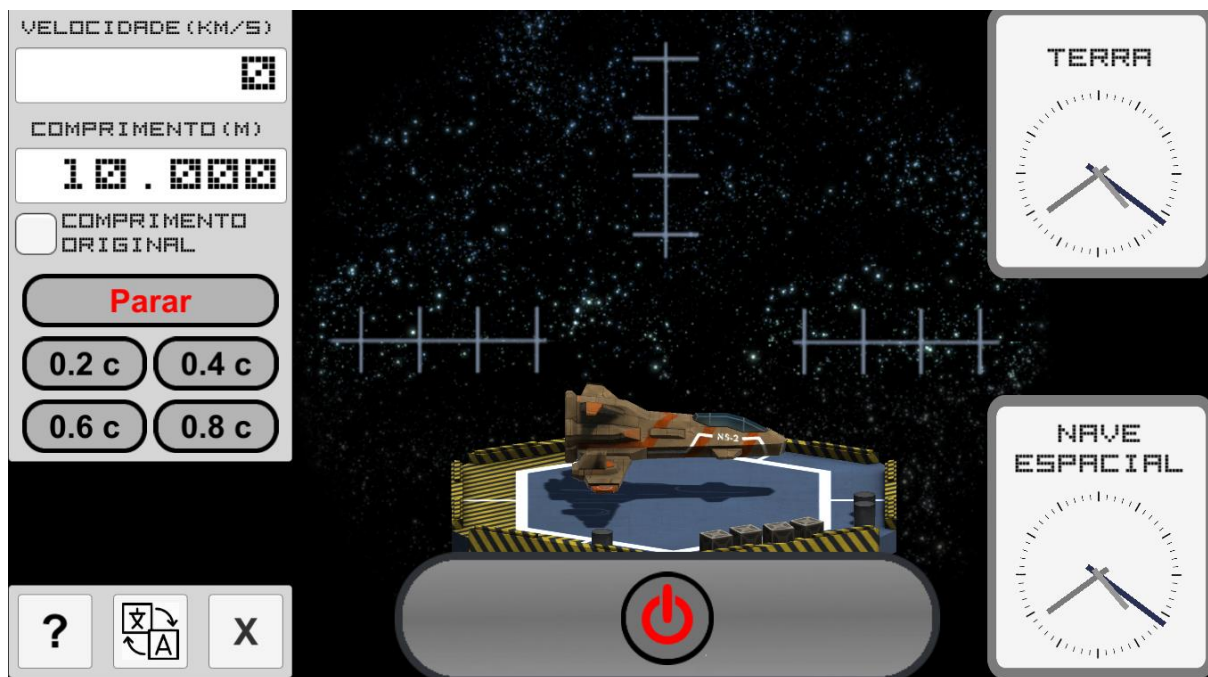



$C=300.000 \text{ km/s}$

Fonte: Autoria própria, 2024

O aplicador do produto pode trabalhar os conceitos e mostrar virtualmente através de um aplicativo chamado “espaço-tempo relatividade” que pode ser utilizado nos smartphones e também no PC, para facilitar a compreensão dessa importante teoria, o aplicativo é bastante didático e fácil de usar, figura 11.

Figura 11. Aplicativo “Espaço-Tempo Relatividade”



Fonte: <https://apps.microsoft.com/detail/9nf59bq3svh4?hl=pt-br&gl=BR>

Assim como o professor, o aluno poderá baixar esse APP direto da loja de aplicativos do seu smartphone, ou do seu PC. O QR Code, figura 12, dar acesso direto ao aplicativo. O objetivo de fazer o uso dessas ferramentas e despertar o interesse dos alunos e proporcionar o conhecimento a eles.

Figura 12. Acesso ao aplicativo da “Espaço-tempo Relatividade”



Fonte: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.UTMMApps.lorentzmodel&hl=pt_BR

Dessa forma fechamos o tópico 1, explorando conceitos importantes de Relatividade Geral. É válido ressaltar que o professor aplicador do produto poderá fazer suas mudanças conforme suas necessidades.

5.2-APLICAÇÃO DO TÓPICO 2

- **Princípio da Equivalência**

Figura 13. Introdução a TRG, Princípio da equivalência.

4 Princípio da equivalência

- **Queda livre e ausência de gravidade são equivalentes, assim como a nave com $a=g$ e campo gravitacional terrestre.**
- **Conclusão: espaço é curvo.**
- **A gravidade não é apenas uma **força**.**
- **Curvatura do **espaço-tempo**.**

Fonte: Autoria própria, 2024.

Para trabalhar com a Relatividade Geral no ensino médio, é importante que tenhamos cuidado na forma que iremos explorar essa teoria, pois é importante saber o grau de conhecimento prévio que os alunos têm, para que eles possam compreender o que está sendo mostrados pelo professor. Uma das formas que está dentro da metodologia VARK é trabalhar com o visual, fazendo exploração de imagens, gif, e até mesmo vídeos que tenha essa relação com a TRG. O Princípio da equivalência trata-se de um conceito importante que os alunos precisam conhecer, para que posteriormente eles possam entender outros conceitos que virão.

- **A curvatura da luz em campo gravitacional.**

Figura 14. A curvatura da luz



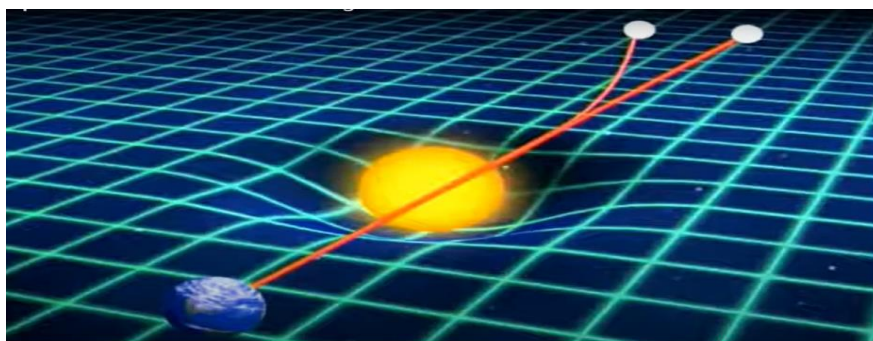
Fonte: Autoria própria, 2024

A curvatura da luz na presença de um campo gravitacional pode ser explorada utilizando vídeos que demonstram simulações voltado para o contexto, além de utilizar o visual, o professor poderá fazer uso da leitura, através de artigos, mostrando essa descoberta de Albert Einstein e a participação do Brasil diante do grande feito revolucionário.

Algumas perguntas podem nortear a transposição didática feita pelo professor, como por exemplo, o que causa essa curvatura? O que Einstein descobriu? Como conseguiram provar esse efeito causado na luz? Questões para despertar a curiosidade dos alunos e motivar os mesmos a indagar, questionar, com o propósito da aprendizagem.

Vejamos a figura 15, uma demonstração virtual dessa curvatura causada pela gravidade em relação a luz.

Figura 15. Curvatura da luz na presença de um campo gravitacional

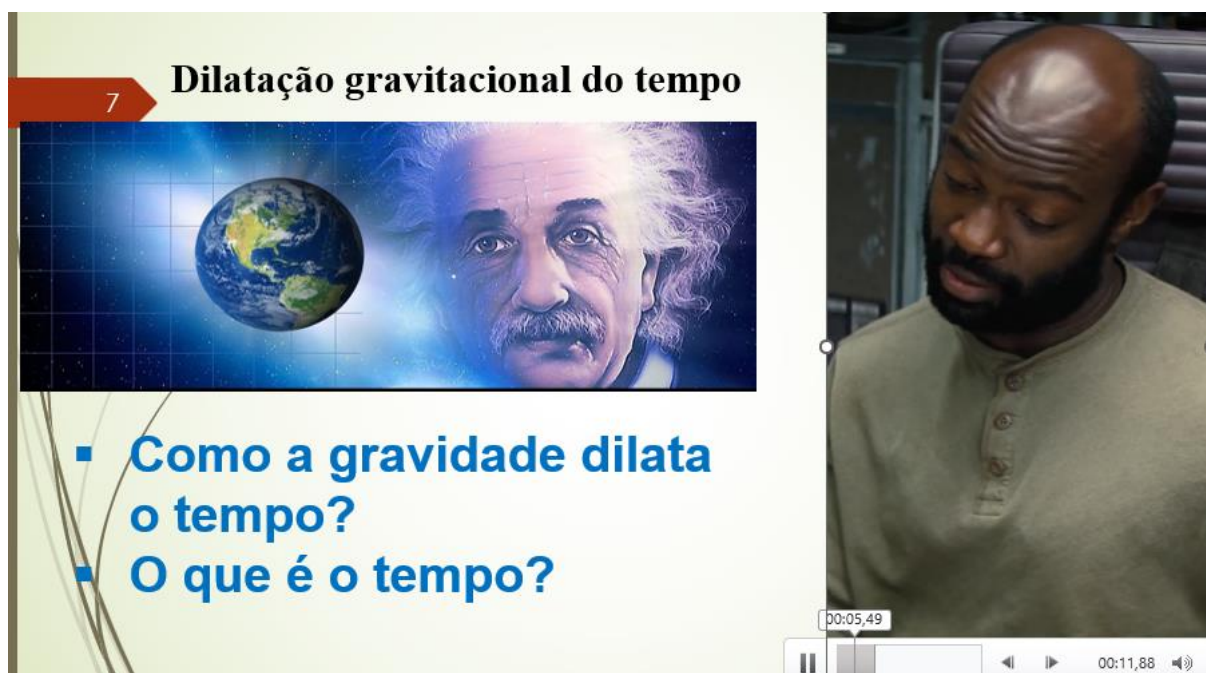


Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=9Ji06bWwQk4>

- **Dilatação gravitacional do tempo**

A dilatação do tempo, como conceito físico, refere-se ao fenômeno onde o tempo parece passar de forma diferente dependendo da velocidade relativa entre observadores ou da presença de campos gravitacionais intensos. No entanto, quando falamos de metodologia VARK, a dilatação do tempo não se aplica diretamente no sentido físico.

Figura 16. Dilatação do tempo



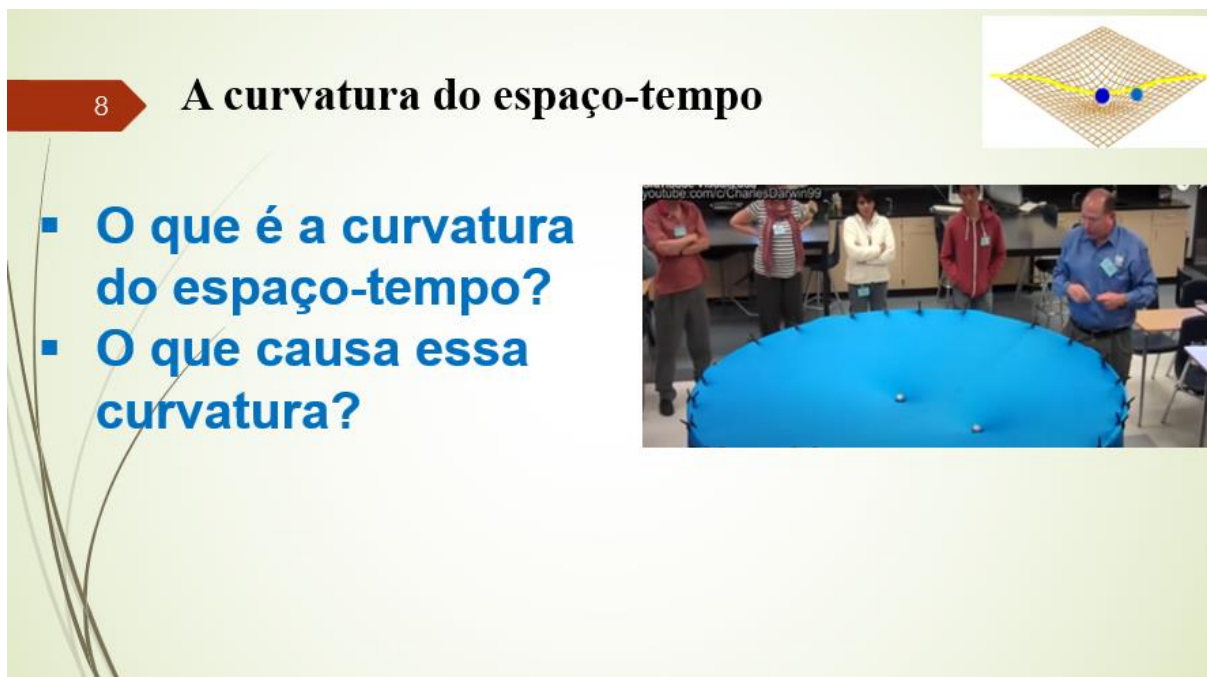
Fonte: Autoria própria, 2024.

Embora a dilatação do tempo física não se aplique, podemos metaforicamente considerar que o tempo "se dilata" ou "passa mais rápido" dependendo de como alguém se engaja em seu estilo de aprendizagem preferido. Por exemplo, um aluno com um estilo cinestésico pode sentir que o tempo passa mais rápido durante atividades práticas e mais devagar durante a leitura extensiva. Podemos explorar esse tópico fazendo uma relação com cenas do filme INTERESTELAR, que aborda de uma forma didática esse fenômeno físico. Buscando transparecer como o tempo se comporta na presença de corpos com campos gravitacionais pequenos e grandes, ou seja, um conceito fundamental na Relatividade Geral.

- **A curvatura do espaço-tempo**

A curvatura do espaço-tempo é um conceito fundamental da teoria da Relatividade Geral de Einstein, que descreve como a presença de massa e energia distorce o espaço-tempo, influenciando o movimento de objetos e a passagem do tempo.

Figura 17. A curvatura do espaço tempo



Fonte: Autoria própria, 2024.

Podemos explorar melhor esse fenômeno fazendo o uso da metodologia VARK utilizando o visual e o cinestésico, que se trata de trabalhar a prática com os alunos, podemos fazer analogia utilizando uma cama elástica para simbolizar o tecido que será deformado pela presença de um corpo, e esse corpo pode ser representado por um aluno(a). Como ilustrado na figura 18.

Figura 18. Demonstração da curvatura do espaço-tempo feita pelos alunos.

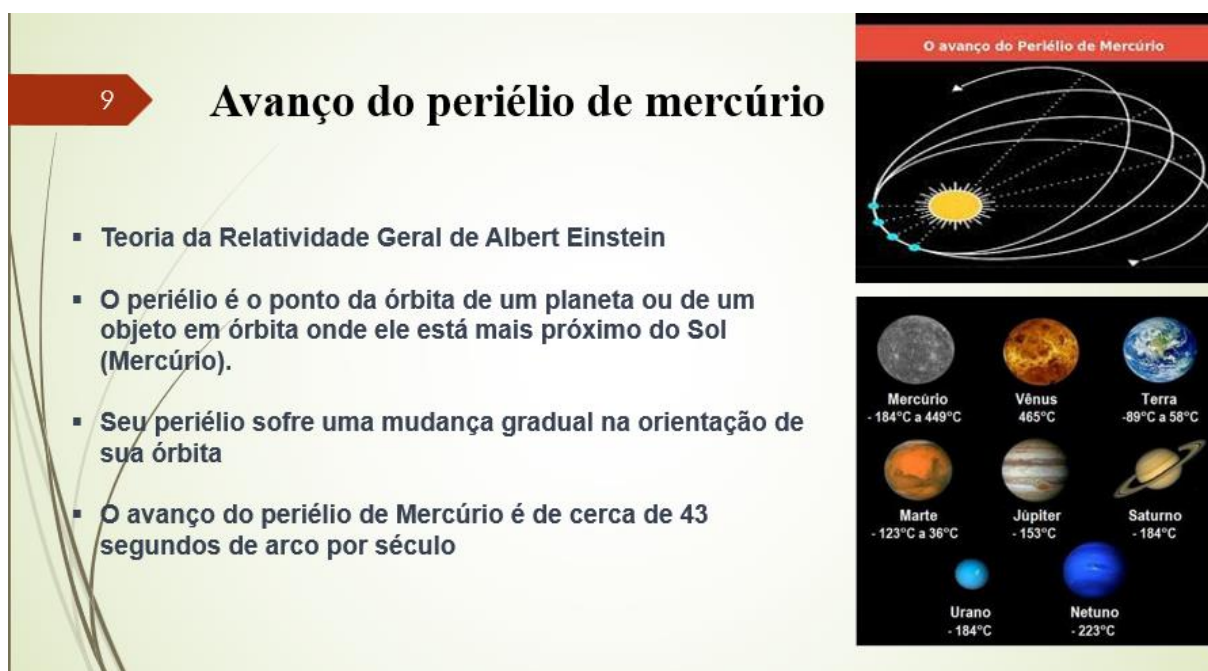


Fonte: Autoria própria, 2024

- **O avanço do periélio de mercúrio**

É um fenômeno importante na Relatividade Geral de Einstein que se faz necessário mostrar para os alunos, onde o avanço do periélio de mercúrio é um fenômeno observado na órbita do planeta, onde o ponto mais próximo ao sol (periélio) da órbita de mercúrio avança lentamente ao longo do tempo. Esse avanço foi um enigma durante o século XIX, pois não podia ser totalmente explicado pela gravitação newtoniana e pela influência dos outros planetas.

Figura 19. Avanço do periélio de mercúrio



Fonte: Autoria própria, 2024

- **Buracos negros**

Buracos negros são uma das previsões mais fascinantes e extremas da teoria da Relatividade Geral de Einstein. Eles são regiões do espaço-tempo onde a gravidade é tão intensa que nada, nem mesmo a luz, pode escapar.

Para que possamos trabalhar esse fenômeno, devemos fazer o uso ilustrações que retratam a descrição dos buracos negros. No filme INTERESTELAR exibe cenas que demonstram de forma ilustrativa as características de um buraco negro.

Figura 20. Buracos negros



Fonte: Autoria própria, 2024

Figura 21 Transposição didática



Fonte: Autoria própria, 2024.

Demonstrar esses fenômenos para alunos do ensino médio, é de certa forma gratificante, pois a ciência faz parte do nosso cotidiano, apesar de se tratar de conceitos complexos, e muitos desses fenômenos vão além da nossa compreensão porque ainda são objetos de estudos. No entanto é relevante transmitir esses conhecimentos para nossos alunos, tendo em vista que eles possam absorver da melhor forma possível, dentro de suas limitações.

5.3-ATIVIDADE EXPERIMENTAL

A atividade experimental é de suma importância no ensino da física, pois proporciona uma compreensão mais profunda e intuitiva dos conceitos teóricos que são muitas vezes abstratos e complexos. A física, sendo uma ciência que estuda os princípios fundamentais do universo, como o movimento, a energia, a força e a matéria, beneficia enormemente da experimentação prática. Essa abordagem permite que os estudantes observem diretamente os fenômenos físicos e comprovem as teorias aprendidas em sala de aula.

Durante a aplicação do produto educacional foi feita uma atividade experimental para mostrar aos alunos a analogia de como funciona a distorção do espaço-tempo causado por objetos com diferentes massas e consequentemente diferentes energias. Nessa atividade prática foi usado uma cama elástica (Pula Pula) com intuito de proporcionar uma visualização intuitiva e concreta de como a massa de um objeto, como um planeta ou uma estrela, deforma o espaço-tempo ao seu redor, explicando o conceito de gravidade na Teoria da Relatividade Geral de maneira acessível e compreensível para os alunos.

Figura 22. Aluno no centro da cama elástica demonstrando como um corpo massivo distorce o espaço-tempo.



Fonte: Autoria própria, 2024.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao concluir a apresentação deste produto educacional, é importante refletir sobre os objetivos a serem alcançados e os benefícios proporcionados aos alunos. Este recurso foi cuidadosamente elaborado para enriquecer o aprendizado, facilitando a compreensão de conceitos complexos através de metodologias inovadoras e interativas. Ao integrar teoria e prática, buscamos não apenas transmitir conhecimento, mas também inspirar e motivar os alunos a explorar e aprofundar seus estudos. As ferramentas e estratégias implementadas visam a promover um aprendizado significativo, preparando os estudantes para desafios futuros e contribuindo para sua formação integral. Assim, esperamos que este produto educacional se estabeleça como uma valiosa contribuição ao processo educacional, elevando a qualidade do ensino e fomentando o desenvolvimento de habilidades essenciais para o sucesso acadêmico e profissional, além disso, como sugestão, é importante que o professor trabalhe essas metodologias em um intervalo de tempo maior, assim como abordagem dos conceitos de Relatividade Geral, para que o ensino-aprendizagem se torne acessível aos alunos.

REFEÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio. Brasília, 2018. p 8 e 26.

APÊNDICE A

Aplicar um questionário diagnóstico para avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre a Teoria da Relatividade Geral, é de certa forma identificar suas dificuldades e mapear seus estilos de aprendizagem, a fim de personalizar e otimizar o uso do produto educacional.

A aplicação de um questionário diagnóstico é fundamental para adaptar o produto educacional às necessidades específicas dos alunos, garantindo que os conceitos da Teoria da Relatividade Geral sejam ensinados de maneira eficaz e significativa. Essa avaliação inicial permite ao professor identificar lacunas no conhecimento, ajustar o ritmo das aulas, e utilizar estratégias didáticas que melhor se alinhem aos estilos de aprendizagem dos estudantes, promovendo um aprendizado mais eficiente.

No questionário diagnóstico foi colocado questões relativamente simples para justamente averiguar os conhecimentos prévios dos alunos acerca da física e da temática da pesquisa, embora não seja um com questões específicas da voltada para Teoria da Relatividade Geral, mas nos dar um panorama das informações já obtidas pelos alunos nos anos anteriores. Pois para introduzir os conceitos de Relatividade Geral, é necessário que os alunos tenham visto conteúdo relacionado ao estudo do movimento, do espaço e do tempo e a gravidade de Newton, para facilitar a compreensão das leis que governam o universo.

O questionário é composto por 8 (oito) questões, sendo 6 (seis) subjetivas e 2 (duas) objetivas. O objetivo da quantidade maior de questões subjetivas é avaliar de forma abrangente o conhecimento prévio e as habilidades dos alunos em relação aos conceitos a serem abordados, como a física em si, e a Teoria da Relatividade Geral. Questões subjetivas permitem aos estudantes expressar suas ideias, raciocínios e interpretações de maneira detalhada, oferecendo ao professor uma visão mais clara e profunda do nível de compreensão e das possíveis dificuldades dos alunos. Além disso, essas questões incentivam os alunos a refletirem criticamente sobre os tópicos, a articularem seus pensamentos de forma coerente e a demonstrarem suas habilidades de argumentação. Essa abordagem diagnóstica é essencial para identificar lacunas no conhecimento, e promover uma melhor aprendizagem dentro da temática envolvida na pesquisa. A seguir temos o questionário diagnóstico.



MNPEF Mostra Nacional
Profissional em
Ensino de Física



QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO SOBRE O CONHECIMENTOS PRÉVIOS DE FÍSICA

1. Qual a importância da física no cotidiano?

2. Em seu entendimento, porque devemos estudar física?

3. Já ouviu falar em física moderna e contemporânea? Se a resposta, for sim, comente um pouco.

4. Em sua opinião, existe alguma relação da ciência e a tecnologia? Quais seriam essas relações?

5. Já ouviu falar sobre Albert Einstein?

- a) Sim
- b) Não

6. Saberá explicar o que seria a Teoria da Relatividade?

- a) Não
- b) Sim
- c) Nunca ouvir falar
- d) Nunca ouvir falar, mas gostaria de aprender.

7. Como você descreveria a gravidade?

8. Já estudou sobre a teoria do Big Bang? Como você descreveria?

Fonte: Autoria própria, 2024

Para facilitar melhor a interpretação do professor ou leitor, temos a seguir as respostas consideradas padrão para as questões subjetivas.

1. Qual a importância da física no cotidiano?

R= A física desempenha um papel fundamental no cotidiano, pois está presente em praticamente todos os aspectos da nossa vida, aqui estão alguns pontos que destacam a importância da física no cotidiano; tecnologia e inovação, **saúde e medicina**, energia, transporte, **comunicação**, meio ambiente, cotidiano doméstico, entre outros.

2. Em seu entendimento, porque devemos estudar física?

R= Devemos estudar física porque ela nos ajuda a entender as leis que governam o universo, desenvolve habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas, e é fundamental para o avanço tecnológico e científico que melhora nossa qualidade de vida e resolve desafios globais.

3. Já ouviu falar em física moderna e contemporânea? Se a resposta, for sim, comente um pouco.

R= A resposta a ser obtida é pessoal.

4. Em sua opinião, existe alguma relação da ciência e a tecnologia? Quais seriam essas relações?

R= Apesar da questão pedir uma opinião pessoal, mas a relação entre ciência e tecnologia é interdependente, ou seja, a ciência fornece o conhecimento fundamental sobre como o mundo funciona, enquanto a tecnologia aplica esse conhecimento para criar ferramentas e soluções práticas que melhoram a vida humana e impulsionam o progresso.

7. Como você descreveria a gravidade?

R= A gravidade poder ser descrita A gravidade é a força de atração que existe entre todos os objetos com massa, fazendo com que corpos como planetas e estrelas se atraiam mutuamente e influenciando o movimento de tudo no universo.

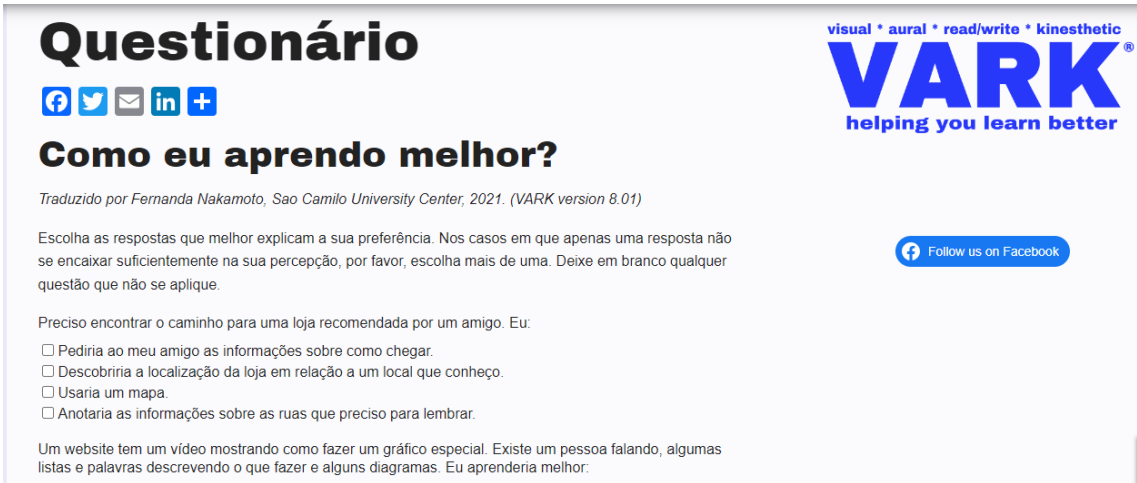
8. Já estudou sobre a teoria do Big Bang? Como você descreveria?

R= A Teoria do Big Bang é a explicação científica de que o universo começou a partir de um estado extremamente quente e denso há aproximadamente 13,8 bilhões de anos, e desde então tem se expandido e resfriado, formando as galáxias, estrelas e planetas que vemos hoje.

Esse questionário servirá como base para que o professor possa conhecer informações a respeito dos conhecimentos prévios dos seus alunos, entretanto vale resultar que essas questões podem ser alteradas, aumentar o número de questões e entre outras opções que o professor deseja realizar.

QUESTIONÁRIO VARK

A ferramenta metodológica VARK é indispensável para possamos conhecer melhor nossos alunos, de maneira que podemos identificar através dessa ferramenta a preferência de aprendizagem dos mesmos. Através do questionário que pode ser feito de forma online, O educador pode afeiçoar-se aos estilos de aprendizagem preferidos dos alunos (Visual, Auditivo, Leitura/Escrita, Cinestésica). Com essas informações, os docentes podem adaptar suas estratégias de ensino para atender melhor às necessidades individuais, ou até mesmo unindo essas preferências para tornar o aprendizado mais eficaz.



Questionário

visual * aural * read/write * kinesthetic
VARK
helping you learn better

Como eu aprendo melhor?

Traduzido por Fernanda Nakamoto, Sao Camilo University Center, 2021. (VARK version 8.01)

Escolha as respostas que melhor explicam a sua preferência. Nos casos em que apenas uma resposta não se encaixa suficientemente na sua percepção, por favor, escolha mais de uma. Deixe em branco qualquer questão que não se aplique.

Preciso encontrar o caminho para uma loja recomendada por um amigo. Eu:

- ☐ Pediria ao meu amigo as informações sobre como chegar.
- ☐ Descobriria a localização da loja em relação a um local que conheço.
- ☐ Usaria um mapa.
- ☐ Anotaria as informações sobre as ruas que preciso para lembrar.

Um website tem um vídeo mostrando como fazer um gráfico especial. Existe um pessoa falando, algumas listas e palavras descrevendo o que fazer e alguns diagramas. Eu aprenderia melhor:

Follow us on Facebook

Fonte: <https://vark-learn.com/questionario/>

TESTE AVALIATIVO

A aplicação de um teste avaliativo é crucial para medir o progresso dos alunos e assegurar que os objetivos educacionais estão sendo alcançados. Essa avaliação permite ao professor identificar quais conceitos foram bem assimilados e quais ainda necessitam de reforço, possibilitando ajustes imediatos na abordagem didática. Além disso, fornece um feedback valioso tanto para os alunos, sobre seu próprio aprendizado, quanto para o professor, sobre a eficácia das estratégias de ensino utilizadas, garantindo uma melhoria contínua do processo educacional.

O Teste avaliativo consiste de 10 (dez) questões, sendo 8 (oito) objetiva e 2 (duas) subjetiva, o objetivo do teste é averiguar o que foi absorvido pelos alunos após aplicação da sequência didática.



TESTE AVALIATIVO

1. O Físico Alemão Albert Einstein criou a seguinte teoria.
 - a) Teoria da Evolução.
 - b) Teoria da Eletricidade.
 - c) Teoria do Eletromagnetismo.
 - d) Teoria da Relatividade
2. A Relatividade Geral é uma teoria que descreve:
 - a) Como a eletricidade e o magnetismo interagem.
 - b) Como a gravidade funciona e sua relação com a curvatura do espaço-tempo.
 - c) Como as partículas subatômicas se comportam.
 - d) Como a luz se propaga no vácuo.
3. De acordo com a relatividade geral, a gravidade é resultado de:
 - a) Partículas subatômicas em constante movimento.
 - b) A interação entre campos magnéticos.
 - c) A curvatura do espaço-tempo causada por massa e energia.
 - d) O atrito entre objetos em movimento.
4. Qual é o efeito da gravidade na passagem do tempo, de acordo com a relatividade geral?
 - a) A gravidade não afeta a passagem do tempo.
 - b) A gravidade faz o tempo acelerar.
 - c) A gravidade faz o tempo passar mais devagar em regiões com o maior campo gravitacional.
 - d) A gravidade faz o tempo parar completamente.
5. O que acontece com a luz quando ela passa próximo a um objeto massivo, como uma estrela ou planeta?
 - a) A luz é acelerada.
 - b) A luz muda de cor.
 - c) A luz é repelida.
 - d) A luz é desviada de sua trajetória original devido à curvatura do espaço-tempo.
6. O que é um buraco negro?
 - a) Uma região do espaço com gravidade zero.
 - b) Uma região do espaço onde a luz viaja mais rápido.
 - c) Um objeto onde a gravidade é tão forte que a nem mesmo a luz pode escapar.
 - d) Uma área onde a gravidade não exerce efeito.
7. Qual é o papel da curvatura do espaço-tempo na explicação da gravidade pela relatividade geral?
 - a) Não tem papel nenhum.
 - b) Ela causa repulsão entre os corpos.
 - c) Ela cria uma força de atração entre os corpos.
 - d) Ela determina como os corpos se movem em uma linha reta.
8. Como a relatividade geral contribuiu para compreensão da gravidade em comparação com a teoria da gravitação de Newton?
 - a) Ela não oferece nenhuma contribuição adicional.
 - b) Ela substituiu completamente a teoria de Newton.
 - c) Ela expande e refina a teoria de Newton para incluir a curvatura do espaço-tempo.
 - d) Ela contradiz completamente a teoria de Newton.
9. Explique como o tempo passa de maneira diferente em regiões com diferentes campos gravitacionais.
10. Se um astronauta viajasse em uma nave espacial a uma velocidade próxima à velocidade da luz e voltasse à Terra, como o efeito da dilatação do tempo afetaria sua idade em comparação com as pessoas da Terra?

As seguir temos as respostas padrão para as questões 9 (nove) e 10 (dez) do teste.

9. Explique como o tempo passa de maneira diferente em regiões com diferentes campos gravitacionais.

R= O tempo passa de maneira diferente em regiões com diferentes campos gravitacionais devido ao fenômeno conhecido como dilatação gravitacional do tempo. Em campos gravitacionais mais fortes, como perto de um planeta massivo, o tempo passa mais lentamente em comparação com regiões de campo gravitacional mais fraco.

10. Se um astronauta viajasse em uma nave espacial a uma velocidade próxima à velocidade da luz e voltasse à Terra, como o efeito da dilatação do tempo afetaria sua idade em comparação com as pessoas da Terra?

R= Se um astronauta viajasse em uma nave espacial a uma velocidade próxima à da luz e voltasse à Terra, ele experimentaria o efeito da dilatação do tempo, previsto pela Teoria da Relatividade Restrita de Einstein. Isso significa que o tempo passaria mais devagar para o astronauta em comparação com as pessoas na Terra. Ao retornar, o astronauta seria biologicamente mais jovem do que aqueles que permaneceram na Terra, pois ele teria envelhecido menos durante a viagem devido à alta velocidade.

Este teste servirá como modelo para que o educador possa usar como base, no entanto, caso queira, ele pode mudar as questões de acordo com as necessidades dos seus alunos.

APÊNDICE B

Sugestões de filmes e séries

