



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

JOGO ENTREGA RELATIVA PARA AUXILIAR O ENSINO DA TEORIA DA RELATIVIDADE RESTRITA, A PARTIR DA PERSPECTIVA DOS SISTEMAS DE NAVEGAÇÃO POR SATÉLITE

RELATIVE DELIVERY GAME TO HELP TEACHING THE THEORY OF STRICT RELATIVITY, FROM THE PERSPECTIVE OF SATELLITE NAVIGATION SYSTEMS

Gabriela Alencar Vogado¹, Nayana Helena Negrão de Souza¹, Vanessa Carvalho de Andrade¹.

¹ Instituto de Física (IF), Universidade de Brasília (UnB), nayana.helena@hotmail.com.

Resumo

O conteúdo de relatividade restrita e geral nem sempre é apresentado aos alunos do ensino médio devido à falta de tempo e as poucas páginas relacionadas ao assunto nos livros didáticos. Com o novo ensino médio e os seus itinerários formativos, o Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) 2021 está dividido em dois objetos, sendo o primeiro o dos projetos integradores e, o segundo, o livro didático por área do conhecimento. Tendo em vista a importância do tema e a sua aplicabilidade dentro da sociedade, foram analisados os livros do objeto 1 – os projetos integradores, para avaliar como a teoria da relatividade é abordada e quais são os projetos sugeridos ao ensino médio, entretanto observou-se que esse tema não é explorado e, muitas vezes, nem citado. Dessa forma, apresenta-se a proposta de uma sequência de quatro aulas, que é a aplicação de um jogo de tabuleiro baseado no funcionamento dos Sistemas de Navegação por Satélite (GNSS), como alternativa para o ensino da relatividade restrita e geral em turmas do ensino médio. Com o intuito de aproximar o conteúdo da realidade do estudante foi aplicado um questionário sobre os aplicativos geolocalizados de delivery e motorista particular a fim de inseri-lo no contexto do jogo, visando a reflexão dos estudantes sobre o impacto das tecnologias na sociedade, sem negligenciar as dificuldades encontradas pelos prestadores desses serviços.

Palavras-Chave: Relatividade restrita. Aplicativos geolocalizados. Sistema de Navegação por Satélite.

Abstract

Special relativity is a subject not always introduced to the students of the final years of the basic education on Brazil due to the lack of time as much as the small number of pages related to the matter on the textbooks. With the Novo “Ensino Médio” and its new formative itinerary, the “Plano Nacional do Livro Didático” is divided into two objects, the first being that of integrative projects and the second, the textbook by area of knowledge. In view of the importance of the theme and its applications within society, the object 1 – Book of integrative projects was analyzed to assess how much the theory of relativity is approached and which projects are suggested, however it was observed that this theme is not explored and often not mentioned. Thus, the proposal for a sequence of four classes is presented, based on the application of a board game based on the operation of Satellite Navigation Systems (GNSS), as an alternative for the teaching of general and special relativity in classes of the final years of the basic education. To bring the content closer to the student's reality, a questionnaire was applied on geolocated delivery and private driver applications in order to insert it in the context of the game, aiming at the students' reflection on the impact of technologies on society, without neglecting the struggles lived by the providers of these services.

Keywords: Special relativity. Geolocated app. Satellite Navigation Systems.



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

Introdução

A crescente demanda por aplicativos de delivery e motorista particular nos dias atuais torna essencial a determinação da posição dos objetos e estabelecimentos para a realização das atividades intermediadas por eles. Estes aplicativos utilizam os dados de localização fornecidos por Sistemas Globais de Navegação por Satélite (GNSS), em especial o Sistema de Posicionamento Global (GPS), para traçar um trajeto de um lugar a outro, com o qual uma pessoa utiliza um veículo para transportar passageiros ou objetos. A quantidade de usuários destes aplicativos geolocalizados (geoapss) tem aumentado ao longo dos anos e o número de pessoas que trabalha por intermédio destas plataformas também tem seguido esta tendência.

Apesar das inúmeras aplicações do GNSS no cotidiano, grande parte dos usuários não compreende os raciocínios científicos que levaram ao desenvolvimento desta tecnologia. O serviço de delivery, por exemplo, movimentou mais de R\$ 10 bilhões no Brasil e é um mercado que vem crescendo mais ainda com o surgimento de aplicativos que facilitam isso (MONTY, 2018). O desenvolvimento destes aplicativos, no entanto, não seria possível sem a tecnologia do GPS. A Teoria da Relatividade, por sua vez, foi de fundamental importância, uma vez que a determinação das coordenadas geográficas de um ponto na superfície do planeta é submetida a correções nos cálculos que levam em conta os efeitos relativísticos presentes no tempo de chegada das informações.

O trabalho a seguir visa introduzir a Teoria da Relatividade Restrita (ou Especial) e o seu papel no desenvolvimento da tecnologia de posicionamento global por satélite, assim como investigar a forma como estes conteúdos são apresentados nos livros de projetos integradores da ciência da natureza e suas tecnologias para o ensino médio, do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) 2021. Também é realizada uma pesquisa com estudantes de escolas públicas dos municípios de Águas Lindas de Goiás-GO e Formosa-GO, buscando identificar o uso de aplicativos de delivery e motorista particular entre os alunos e a influência deles em seu cotidiano. Ao final do trabalho é apresentado um jogo de tabuleiro a ser aplicado em turmas do ensino médio, de modo a integrar os conhecimentos adquiridos de forma lúdica e interativa, mas também, explorando os impactos sociais desta tecnologia.

1. Fundamentação Teórica

Segundo Santos e Schnetzler (1997) a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos é necessária para a sociedade contemporânea, não podemos desenvolvê-las sem um olhar crítico sobre os efeitos éticos, morais, sociais e políticos que elas provocam. Sendo assim, verifica-se a necessidade de sequências de ensino que proporcionem a reflexão dos estudantes para que sejam capazes de compreender os desenvolvimentos científicos e tecnológicos a fim de compreender a sua realidade e agir sobre ela. A partir dessa necessidade, o trabalho é ancorado na perspectiva ciência-tecnologia-sociedade (CTS) e espera-se que durante o processo de ensino e aprendizagem ocorra o desenvolvimento de percepções, questionamentos e compromissos sociais (STRIEDER e KAWAMURA, 2017).

Para o desenvolvimento das percepções, que consiste em aproximar a vivência do aluno com o conteúdo ensinado, foi realizado um questionário para verificar a relevância do tema e se de fato estava presente na realidade do estudante. Após esse primeiro momento, o intuito foi o levantar questionamentos sobre a utilização de aplicativos geolocalizados e as condições de trabalhos dos seus prestadores de serviços a fim de propiciar uma reflexão sobre as relações de ciência, tecnologia e sociedade. Esse processo de aproximação do conteúdo da relatividade restrita e geral com a vivência do estudante busca estimular a adoção de posturas críticas e reflexivas que tem



como objetivo o desenvolvimento de ações para a transformação da realidade desse estudante (STRIEDER e KAWAMURA, 2017).

O cálculo da posição de um objeto através do GPS é realizado da seguinte forma: Uma constelação de satélites (figura 1), que conhecem suas órbitas com muita precisão, orbita o planeta Terra. Cada um destes satélites transporta um relógio atômico muito bem calibrado. Periodicamente, um sinal de rádio, indicando a hora exata marcada em seu relógio e a sua posição neste instante, é emitido por cada satélite (NATÁRIO, 2012).

Se em um dado instante t o receptor de GPS recebe sinais de três satélites, o sinal do primeiro satélite indica que este se encontrava na posição (x_1, y_1, z_1) no instante t_1 . Sendo c a velocidade do sinal, a distância que esta onda de rádio terá viajado corresponderá a $c(t - t_1)$. Desta forma, o receptor encontra-se em algum ponto (x, y, z) da superfície de uma esfera de raio $c(t - t_1)$ e centralizada no ponto (x_1, y_1, z_1) . A posição do receptor é uma solução da Eq. (1).

$$(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 + (z - z_1)^2 = c^2 \cdot (t - t_1)^2 \quad (1)$$

Para determinar a posição do receptor (x, y, z, t) basta que ele utilize os sinais de quatro satélites e encontre a solução para o seguinte sistema de equações (2).

$$\begin{cases} (x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 + (z - z_1)^2 = c^2(t - t_1)^2 \\ (x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 + (z - z_2)^2 = c^2(t - t_2)^2 \\ (x - x_3)^2 + (y - y_3)^2 + (z - z_3)^2 = c^2(t - t_3)^2 \\ (x - x_4)^2 + (y - y_4)^2 + (z - z_4)^2 = c^2(t - t_4)^2 \end{cases} \quad (2)$$

A Teoria da Relatividade foi fundamental para o desenvolvimento da tecnologia do GPS. Nele a posição de um objeto é calculada por meio do tempo de resposta entre o sistema de satélites em órbita do planeta e um receptor na Terra. Para que este cálculo seja efetuado de maneira precisa é necessário levar em consideração a velocidade dos satélites e o campo gravitacional ao qual ele está submetido nesta posição. Se estes fatores forem ignorados, as coordenadas planialtimétricas (longitude, latitude, altitude) de um objeto estarão sujeitas a erros consideráveis, o que tornaria a tecnologia ineficaz para as aplicações que a utilizam nos dias de hoje.

O GPS funciona medindo o tempo que os sinais de rádio levam para sair dos satélites até um receptor, estes sinais de rádio se propagam à velocidade da Luz que é de aproximadamente 300.000 km/s, ou 30 cm/ns. Assim, para que o cálculo da posição de um objeto tenha uma precisão de 5 metros é necessário que a medida do intervalo de tempo tenha uma precisão de 15 nanossegundos. Se os efeitos relativísticos não forem levados em consideração, a determinação da posição através do GPS estará sujeita a erros da ordem de quilômetros.

Outras correções também são necessárias para a obtenção de um valor preciso para a posição de um receptor de GPS. Estas correções são devidas a outros efeitos relativísticos aos quais a medida do tempo em um satélite está sujeita. Podemos destacar os efeitos devidos ao campo gravitacional ao qual o satélite está submetido (G), dilatação temporal gravitacional, e ao efeito de Sagnac, que dificulta a sincronização dos relógios atômicos das estações de rastreamento na superfície terrestre (NATÁRIO, 2012).

Hoje em dia, a tecnologia do GNSS é utilizada em um amplo número de aplicações, tais como: posicionamento e navegação, topografia e geodésia, detecção de movimentos de partes da crosta terrestre, aplicativos de Realidade Aumentada, entre outras. Entretanto, grande parte do número crescente de usuários desta tecnologia ainda não reconhece a importância da teoria da relatividade para o desenvolvimento da mesma. Alguns livros didáticos de projetos integradores do Novo Ensino



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

Médio abordam a Teoria da Relatividade e o GPS, entretanto não são todos os livros que relacionam um assunto ao outro.

Neste trabalho foram analisados seis livros de projetos integradores da ciência da natureza e suas tecnologias para o ensino médio, do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) 2021. Os livros analisados foram: *De olho no Futuro* (MENDONÇA, 2020); *#Novo Ensino Médio* (PUGLIESI, 2020); *Integração e Protagonismo* (WALDHELM et al., 2020); *+Ação na escola e na comunidade* (TRONOLONE, 2020); *Ser Protagonista* (BEZERRA, 2020); e *Jovem Protagonista* (SOUZA et al., 2020). O tema relacionado ao Sistema de Posicionamento Global - GPS esteve presente apenas nas coleções *Ser Protagonista* e *Jovem Protagonista*, sendo no primeiro trabalhado a partir da exploração espacial em que o receptor GPS foi citado como uma das cargas úteis carregada pelo nanossatélite brasileiro ITASAT. Já no segundo livro, *Jovem Protagonista*, o GPS está presente no *Projeto 3 – Mitos da Ciência: Fake News*, em que está citado no manual do professor como argumentos científicos que comprovam que a Terra é uma esfera. Dessa forma, nos livros de projetos integradores em que o GPS aparece, ele não é trabalhado a partir da teoria da relatividade restrita e geral, embora o livro *Jovem Protagonista* aborde o Espaço-tempo e a teoria da relatividade de Einstein dentro do projeto Exoplaneta.

Com base nas análises dos materiais didáticos utilizados para projetos e com a ausência de temas que estudam o efeito relativístico do GPS, nesse trabalho é proposto um jogo de tabuleiro que utiliza o sistema de trilateração do GPS e apresenta a Teoria da Relatividade do Einstein através de cartas com perguntas e respostas. Para que o jogo fosse interessante aos alunos, foi utilizado um tema que é comum em seu cotidiano, a utilização de aplicativos de delivery e de motoristas de aplicativo, tendo em vista que para o funcionamento desses serviços é necessário a utilização do GPS.

2. Métodos e Materiais

Antes de elaborar o jogo e fundamentá-lo com base em aplicativos geolocalizados, foi realizada uma pesquisa entre estudantes das 1ª e 3ª séries do Ensino Médio Regular nos municípios de Águas Lindas e Formosa/GO. O intuito da pesquisa foi identificar se a utilização desses aplicativos era um tema presente no cotidiano desses estudantes. Na primeira aplicação do formulário, realizada no mês de junho do ano 2021, muitas respostas dos alunos foram consideradas contraditórias. Dentro dessas respostas, percebemos alguns erros no preenchimento da pesquisa e ela foi aplicada novamente. Na reaplicação ainda foi possível perceber algumas inconsistências em relação às respostas dos alunos, mas em número bem menor. A despeito destas incoerências, a pesquisa pôde ser analisada e os dados foram apresentados em planilhas e gráficos. Foram obtidas 140 respostas dos estudantes, sendo 108 do ensino regular; 17 do ensino de tempo integral e 15 da educação de jovens e adultos, na tabela abaixo é possível observar a faixa etária dos alunos.

Tabela 1 - Perfil etário dos estudantes

Faixa Etária	1ª série do ensino médio	3ª série do ensino médio	Alunos pela Faixa Etária
13 - 17 anos	100	25	125
18 - 25 anos	3	12	14
25 - 40 anos	0	0	0
Maiores de 40 anos	1	0	1
Total - Escolaridade	104	36	140

Fonte: Vogado e Souza (2021)



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

Observa-se na tabela 2 que a quantidade de alunos que utilizam o serviço de delivery e motoristas de aplicativos é maior que o de alunos que não utilizam, ressalta-se que os estudantes são de regiões diferentes e que sua utilização ou não depende de fatores socioeconômicos. Entretanto, percebe-se que o uso de geoaplicativos tem ficado cada vez mais comum entre os estudantes das diferentes regiões sendo que dos entrevistados 67,9 % informaram a utilização de aplicativos de Delivery e/ou motorista particular.

Tabela 2 - Perfil dos estudantes que usam os aplicativos geolocalizados de acordo com as séries

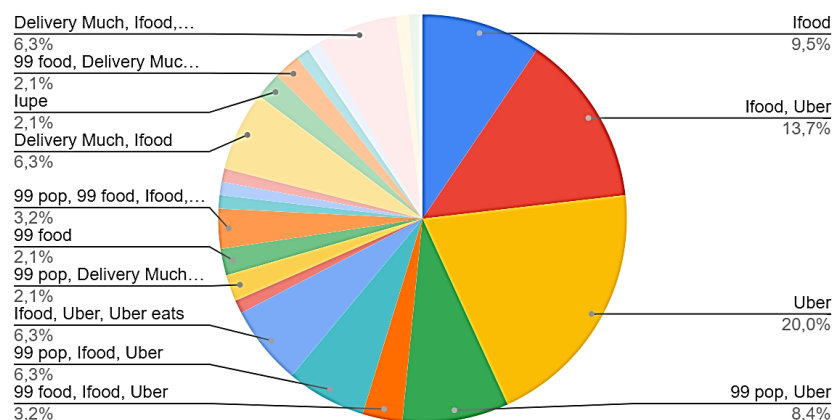
Alunos que utilizam aplicativos de delivery e/ou motorista particular?		
Nível de Escolaridade	Regular	
	Sim	Não
1ª série do ensino médio – Águas Lindas	66	37
3ª série do ensino médio – Formosa	29	8
Total	95	45
Total de estudantes - Modalidade	140	

Fonte: Vogado e Souza (2021)

Nota-se ainda na tabela 2 que os estudantes da 3ª série do município de Formosa, utilizam, proporcionalmente, mais o serviço de delivery e motoristas de aplicativos do que os estudantes da 1ª Série em Águas Lindas de Goiás. Isso pode ser justificado pelo salário médio mensal dos trabalhadores formais que segundo o IBGE de 2018, para Formosa é 2,1 salários-mínimos e para Águas Lindas é 1,8.

Com relação à utilização desses aplicativos, os mais utilizados são o *Uber* e o *Ifood*; o *delivery much* que é o terceiro aplicativo mais recorrente de entregas em domicílio é muito utilizado em Formosa/GO, mas seus serviços não chegaram a Águas Lindas/GO.

Gráfico 1 - Aplicativos utilizados pelos estudantes



Fonte: Vogado e Souza (2021)

Dos entrevistados, apenas 7 alunos trabalham ou trabalharam como prestadores de serviços para o *99 food*, *Ifood* e *Uber Eats*. Dentre eles a maioria trabalha menos de 4 horas por dia, recebendo uma remuneração mensal inferior a R\$ 500,00, e 2 dos alunos entrevistados alegaram trabalhar entre 4 e 6 horas por dia garantindo uma remuneração dentro da mesma faixa dos que



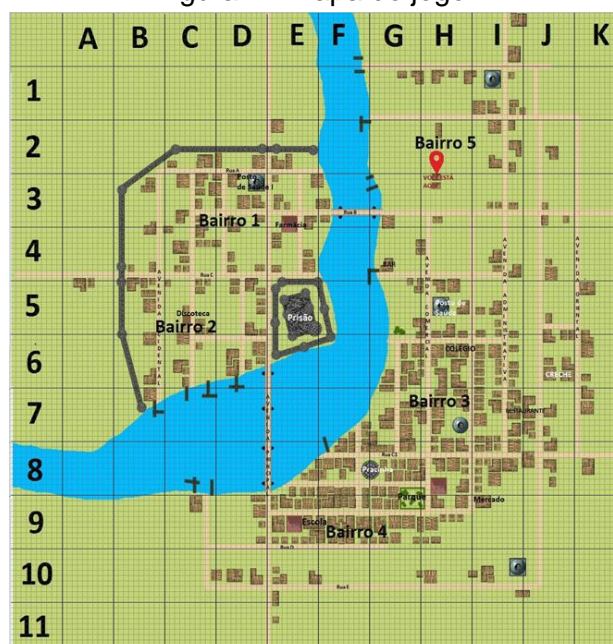
trabalham por um período inferior; um dos alunos que responderam o questionário ainda declarou trabalhar mais de 12 horas e ter uma remuneração mensal superior a 6.000 reais.

Ao final da pesquisa e com um contingente de 67,9 % de usuários, o jogo foi construído com o intuito de que os estudantes compreendessem a importância da teoria científica que embasa o desenvolvimento da tecnologia do GPS e que eles valorizassem o trabalho dos entregadores de aplicativo, conduzindo a uma reflexão sobre as baixas remunerações pagas a esses prestadores de serviço. Tendo em vista a importância de abordar a teoria da relatividade de Einstein na educação básica e do debate social sobre a utilização de aplicativos de delivery e motoristas particulares, alinhado com a realidade de algumas escolas sem acesso à internet e os alunos que não possuem dispositivos com receptor GPS, o trabalho visa integrar todos os estudantes para que eles de forma ativa desenvolvam habilidades para o exercício da cidadania. Nesta perspectiva, foi construído um jogo de tabuleiro chamado de Entrega Relativa, cuja finalidade é a utilização no ensino da física moderna do ensino médio. O jogo foi idealizado para ser utilizado através da metodologia *flipped classroom* (sala de aula invertida), onde os alunos estudam previamente a teoria da relatividade restrita e o Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS), através do material de estudo disponibilizado previamente, para depois jogar a Entrega Relativa. Após e durante a atividade, o professor aprofunda o conteúdo, em especial na aula de sistematização, e propõe novas perguntas e coordenadas para o jogo que contém 24 cartas com perguntas sobre o material estudado.

2.1 - O Jogo “Entrega Relativa”

É composto por 01 cartão de instrução, 01 mapa, 04 círculos com raios variados e cartas de jogo. No cartão de instrução são apresentadas as orientações para o professor, as regras e o objetivo do jogo, que é realizar o maior número de entregas no decorrer da partida e acumular o maior saldo ao final do jogo.

Figura 1 - Mapa do jogo



Fonte: Adaptado de Inkwell Ideas (2021)



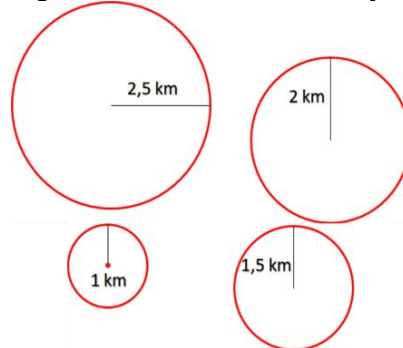
Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

Figura 2 - Raios de localização



Fonte: Vogado e Souza (2021)

Figura 3 – Cartas do jogo de 01 até 08

<p>O Sistema de Posicionamento Global (GPS) foi desenvolvido pelos Estados Unidos. Atualmente existem 24 satélites em órbita que enviam sinais aos receptores GPS. Quantos satélites são necessários para informar a localização exata de uma pessoa no globo terrestre?</p> <p>Resposta: 04 satélites. Gorjeta: R\$ 3,00</p> <p>1</p>	<p>Do ponto onde você está, a primeira entrega deverá ser realizada a 2 km de distância. Para ter mais informações é necessário que você acerte a resposta e pegue um novo card. A Teoria da Relatividade Restrita foi publicada em 1905 pelo Einstein. Essa teoria é aplicada para quais referenciais?</p> <p>Resposta: Inerciais Gorjeta: R\$ 3,00</p> <p>2</p>	<p>Parabéns, você ganhou mais um ponto de referência para a sua primeira entrega, ele está a 1 km do posto de saúde na coordenada H5. Para uma nova pista, responda:</p> <p>Resposta: o tempo será dilatado. Gorjeta: R\$ 3,00</p> <p>3</p>	<p>Você ganhou uma terceira pista, a sua primeira entrega está a 2 km da prisão. Agora você consegue informar com precisão o ponto de entrega? Para você receber o valor da entrega é necessário informar a coordenada, caso não saiba passe a vez.</p> <p>Resposta G4 Gorjeta: R\$ 3,00</p> <p>O cliente pagou R\$ 5,50 pela taxa de entrega e você recebeu R\$ 4,70.</p> <p>4</p>
<p>Vamos para a próxima entrega! A primeira dica é que ela está a 2 km da posição da sua última entrega. Para uma nova dica você deve responder à pergunta: o tempo sofre uma dilatação maior quando a atração gravitacional é maior ou menor?</p> <p>Resposta: quando a atração gravitacional é maior. Gorjeta: R\$ 3,00</p> <p>5</p>	<p>A sua segunda entrega além de estar a 2 km da sua última entrega, está a 2,5 km do posto de saúde localizado na coordenada D3. Para a última pista para realizar essa entrega, responda: quais os efeitos relativísticos aos quais os satélites estão submetidos?</p> <p>Resposta: a gravidade e a velocidade. Gorjeta: R\$ 3,00</p> <p>6</p>	<p>Parabéns! Além da sua entrega estar a 2 km da sua última entrega, a 2,5 km do posto de saúde em D3, ela está a 2 km da discoteca na posição C5. Com base nessas informações, qual o ponto de entrega?</p> <p>Resposta: prisão (E5)</p> <p>O cliente pagou R\$ 5,50 pela taxa de entrega e você recebeu R\$ 4,70.</p> <p>Gorjeta: R\$ 3,00</p> <p>7</p>	<p>Como já vimos, para encontrar a posição exata de uma pessoa no globo terrestre são necessários 04 satélites. Analisando a atividade informe quantos satélites/informações são necessários para o sistema de trilateração?</p> <p>Resposta: 03 Gorjeta: R\$ 3,00</p> <p>8</p>

Fonte: Vogado e Souza (2021)

3. Resultados e Discussões

Para avaliar e aprimorar o jogo foi realizada a aplicação da sequência em uma turma de 3ª série de uma escola pública no município de Formosa/GO. A metodologia utilizada, como mencionada anteriormente, foi a sala de aula invertida, em que antes do jogo os estudantes receberam um material prévio de estudo (textos sobre a relatividade restrita, geral e a aplicação do



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

GPS) para depois participarem da aula de sistematização sobre a leitura dos textos e ao final jogar a Entrega Relativa, a tabela 3 apresenta as datas e atividades desenvolvidas.

Tabela 3 - Atividades desenvolvidas e datas de aplicação

Datas de aplicação	Atividades
22/10/2021	Pesquisa sobre a utilização/prestação de serviços de aplicativos de delivery e disponibilização do material de estudo.
26/10/2021	Aula de sistematização: discussão sobre o tema, entrega das perguntas e aplicação do questionário sobre GPS e teoria da relatividade.
29/10/2021	Atividade prática do jogo Entrega Relativa.
05/10/2021	Avaliação do jogo Entrega Relativa pelos estudantes.

Fonte: Vogado e Souza (2021)

No dia 22/10/21 quando foi apresentado aos estudantes o formulário sobre a utilização/prestação de serviços de aplicativos de delivery, foi questionado aos mesmos qual a relação entre esses aplicativos e a teoria da relatividade restrita e geral. Também foi questionado a eles quais eram as ferramentas necessárias para que eles pudessem utilizar o aplicativo e conseguissem receber o seu pedido. Os estudantes disseram que precisavam do celular, então foi perguntado se funcionaria caso a localização estivesse desligada e eles tentaram pelos seus celulares e viram que era solicitado que a localização fosse habilitada ou que eles informassem o endereço completo. Sendo assim, a professora explicou que para conseguirmos utilizar o Sistema de Posicionamento Global era necessário realizar as correções relativísticas. Nessa primeira aula participaram 21 alunos divididos entre os que estavam presentes na escola e os que estavam de forma remota através de aplicativo de vídeo conferência, não foi possível a estratificação da quantidade de alunos que responderam devido ao anonimato da pesquisa.

A aula do dia 26/10/21, em que houve a sistematização e a aplicação da atividade prévia, contou com a participação de 21 alunos, esse momento foi fundamental para esclarecer os questionamentos e aprofundar a discussão sobre o tema. Ao final da aula, os estudantes elaboraram três perguntas com base no material e responderam um formulário online com as seguintes perguntas de múltipla escolha:

- 1) Quantos satélites são necessários para determinar a posição exata no globo terrestre?
- 2) O Sistema de Posicionamento Global (GPS) foi desenvolvido com qual objetivo?
- 3) A combinação dos efeitos relativísticos faz com que o relógio do satélite adiante ou atrase?
- 4) Paulo e Carlos são amigos de infância e têm a mesma idade. Carlos parte, numa nave espacial, em uma viagem cujo destino é Alfa do Centauro. A distância da Terra a Alfa do Centauro é de aproximadamente quatro anos-luz. Carlos, ao retornar, observa no relógio atômico da nave que sua viagem durou seis anos. Ao encontrar Paulo, após a viagem, Carlos perceberá que está mais novo, mais velho ou com a mesma idade de Paulo?

Dos 21 alunos temos que 02 alunos acertaram as quatro perguntas, 06 acertaram três perguntas, 08 acertaram duas perguntas, 03 acertaram apenas uma e 02 não acertaram nenhuma pergunta. Essas perguntas foram reaplicadas ao final da atividade. Após essa atividade foi explicado o conteúdo de forma expositiva e as dúvidas apresentadas pelos estudantes foram esclarecidas.

No dia 29/10/2021 os estudantes foram divididos em três grupos, com um anfitrião do jogo (aluno escolhido por eles) em cada grupo, após a divisão, os jogadores lançaram o dado para definir a ordem de jogada. No dia 05/11/2021 foi aplicado um questionário de avaliação do jogo Entrega Relativa para saber a opinião deles perante essa sequência, baseada na utilização de jogos de



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

tabuleiros sobre os aplicativos de delivery, e a percepção perante as condições de trabalho desses prestadores de serviço.

No decorrer das atividades os alunos foram motivados a estudar para que o grupo pudesse ter um resultado favorável no jogo, as perguntas do jogo foram extraídas do material prévio disponibilizado, com o intuito de avaliar a aprendizagem e realizar resgates de conteúdo, pois as questões que não foram compreendidas antes do jogo foram discutidas ao final. Também houve casos em que o aluno não compreendeu durante a leitura do material, mas que aprendeu no decorrer do jogo, ao perder a rodada. O número de acertos apresentado ao final do jogo, no dia 05/10/2021, foi superior ao resultado obtido no questionário aplicado no dia 26/10/2021.

O trabalho foi desenvolvido com enfoque na educação CTS, contudo como foi desenvolvido em um pequeno intervalo de tempo, a atividade acabou mais associada ao parâmetro da participação social com abordagem de reconhecimento, proposto por Strieder (2012), cujo intuito foi aproximar dos estudantes (sociedade) temas que são apresentados pelas mídias digitais, mas que para estes não aparentam estar ligados com a ciência e tecnologia. Essa identificação inicial permite que os discentes discutam esses temas e os enxerguem como resultado do desenvolvimento da ciência através do estudo da relatividade. Mostrando que avanços científicos trazem desafios que devem ser debatidos, nesse caso para que os alunos reconheçam e valorizem a profissão dos prestadores de serviço.

4. Considerações Finais

Identifica-se que dentre os livros analisados de projetos integradores do PNLD o conteúdo de relatividade não é muito presente e o Sistema de Posicionamento Global (GPS) quando foi abordado, no caso dos dois livros das edições SM Educação, a perspectiva não foi a partir dos efeitos relativísticos fundamentais para o desenvolvimento da tecnologia. Notando-se a ausência do conteúdo em concomitância com a realidade vivenciada pelos estudantes de duas regiões do Estado de Goiás, em que a maioria dos estudantes utilizavam esses aplicativos, mas não compreendiam os conhecimentos científicos que permitiam o seu funcionamento, a proposta do jogo pode ser desenvolvida como um projeto dentro do novo ensino médio para facilitar o estudo da relatividade.

Com as respostas do questionário final verificou-se a viabilidade do jogo tendo em vista que dos 19 alunos que responderam o questionário online todos disseram que o jogo facilitou a compreensão da teoria da relatividade restrita e geral, sendo que 18 deles acharam o jogo interessante e apenas 01 não achou. Em relação à compreensão do funcionamento do GPS a partir da leitura prévia e do jogo, 12 disseram que compreenderam parcialmente e 7 completamente, nenhum disse que não compreendeu. Todos os estudantes disseram que a tecnologia do GPS facilita suas atividades cotidianas e a respeito dos prestadores de serviços 14 deles consideraram que eles não possuem o seu trabalho valorizado.

Com base nas respostas dos estudantes, a sequência com o jogo Entrega Relativa apresentou resultados positivos e mostrou-se um aliado ao ensino da relatividade. A abordagem do GPS a partir da utilização dos serviços de delivery e motorista particular foi significativa para despertar a curiosidade e estimular o pensamento crítico e reflexivo dos estudantes, alinhando o conhecimento científico com seus impactos sociais.

Referências

BEZERRA, L. M. **Ser protagonista: Projetos integradores: Ciência da natureza e suas tecnologias.** 1 ed. São Paulo: Edições SM, 2020.



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

IBGE. **Águas Lindas**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/aguas-lindas-de-goias/panorama>. Acesso em 09 abr. 2021.

IBGE. **Formosa**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/formosa/panorama>. Acesso em 09 abr. 2021.

MENDONÇA, V. L. **De olho no futuro: Projetos integradores: Ciência da natureza e suas tecnologias**, volume único. 1 ed. São Paulo: Ática, 2020.

MONTY, R. **Consumo de comida por aplicativos: os impactos das materialidades da comunicação em Uber Eats e iFood**. In: Congresso Internacional de Comunicação e Consumo. São Paulo. 2018.

NATÁRIO, J. **O GPS e a Teoria da Relatividade**. Centro de Análise Matemática, Geometria e Sistemas Dinâmicos, Departamento de Matemática, Instituto Superior Técnico, 1049-001 Lisboa, Portugal, 2012.

PUGLIESE, G. O. **#Novo Ensino Médio: Projetos integradores: Ciência da natureza e suas tecnologias**, volume único. 1 ed. São Paulo: Scipione, 2020.

SANTOS, W. L. P., SCHNETZLER, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: UNIJUÍ, 1997.

STRIEDER, R.B. Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas. Tese de Doutorado em Ciências/Ensino de Física - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/811131/tde-13062012-112417/pt-br.php>. Acesso em 15 de abr. 2021.

STRIEDER, R. B.; KAWAMURA, M. R. D. Educação CTS: Parâmetros e Propósitos Brasileiros. **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**. Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 27-56, maio. 2017. <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2017v10n1p27>. Acesso em 20 de abr. 2021.

SOUZA, A. M.; RIQUEZA, E.; ARAGÃO, P. H. A. **Jovem protagonista: Projetos integradores: Ciência da natureza e suas tecnologias**. 1 ed. São Paulo: Edições SM, 2020.

TRONOLONE, V. B. **+Ação na escola e na comunidade: Projetos integradores: Ciência da natureza e suas tecnologias**, volume único. 1 ed. São Paulo: FTD, 2020.

WALDHELM, Mônica et al. **Integração e Protagonismo: Ciência da natureza e suas tecnologias**, volume único. 1 ed. São Paulo: Saraiva, 2020.