

**24°****SEMINÁRIO INTERNACIONAL  
DE EDUCAÇÃO, TECNOLOGIA  
E SOCIEDADE: ENSINO HÍBRIDO  
DE 12 A 18 DE NOVEMBRO DE 2019**Núcleo de  
Educação On-line**ENSINO HÍBRIDO**

## **UTILIZANDO A TEORIA DA MEDIAÇÃO COGNITIVA EM REDE PARA FUNDAMENTAR OS CRITÉRIOS DE ESCOLHAS DE SOFTWARES DE SIMULAÇÃO NA INTERNET: O CASO DA RELATIVIDADE**

**Maira Giovana de Souza / ULBRA / mairasouza1096@gmail.com**  
**Agostinho Serrano de Andrade Neto / ULBRA / asandraden@gmail.com**

### **Resumo**

O presente artigo traz os principais softwares disponíveis para simulações sobre a Teoria da Relatividade na internet. O aporte teórico consiste na Teoria da Mediação Cognitiva em Rede (TMC), partindo da premissa que a utilização de ferramentas hiperculturais pode fomentar a construção de modelos mentais de situações reais pelos estudantes. Essa construção irá potencializar a compreensão dos fenômenos físicos. Os simuladores encontrados foram analisados e classificados de acordo com os conteúdos e nível de ensino adequados. Foi observado que existem interessantes simuladores disponíveis e são feitas algumas sugestões de como abordá-los bem como de outros recursos e mediações que podem ser combinados na sua utilização.

**Palavras-chave:** Simuladores. Relatividade. TMC. Modelos mentais. Mediação hipercultural.

### **Abstract**

This article brings the main software available for simulations about the Theory of Relativity on the internet. The theoretical contribution consists of the Theory of Cognitive Mediation Network (TMC), based on the premise that the use of hypercultural tools can foster the construction of mental models of real situations by students. This construction will enhance the understanding of physical phenomena. The simulators found were analyzed and classified according to the appropriate content and level of education. It has been noted that there are interesting simulators available and some suggestions are made on how to approach them as well as other resources and mediations that can be combined in their use.

**Key words:** Simulators. Relativity. TMC. Mental models. Hypercultural mediation.

### **Introdução**

É crescente a busca por novos recursos que possibilitem melhores perspectivas para o ensino-aprendizagem. Dentro desse cenário, a utilização de tecnologias digitais em sala de aula se mostra uma maneira eficaz de facilitar esse processo. No ensino de física, especificamente, o uso de simulações computacionais que permitam ao aluno visualizar o que foi estudado tem se mostrado bastante eficiente (TREVISAN; SERRANO, 2014) (FREITAS; SERRANO, 2019) principalmente quando se trata de conceitos que dificilmente podem ser visualizados e que não podem ser observados no cotidiano, como é o caso da Relatividade.

Dessa forma, encontrar recursos digitais que possam ser utilizados para fins didáticos como *mecanismos externos de mediação* (SOUZA, 2012) na compreensão de fenômenos como a Relatividade se torna necessário. Sendo assim, parte-se da seguinte pergunta norteadora: “Quais os softwares disponíveis que podem ser

utilizados como mecanismos externos de mediação no ensino de Relatividade afim de que os alunos construam simulações mentais?”. O objetivo da utilização desses recursos é a reprodução mental das simulações pelo aluno, ocorrendo uma assimilação dos fenômenos que pode perdurar mesmo depois de aproximadamente um ano (FREITAS, 2019).

O presente artigo traz um levantamento sobre quais recursos digitais disponíveis na internet podem ser aproveitados como ferramenta didática para o ensino de Relatividade facilitando essa construção de modelos mentais pelos alunos (MONAGHAN; CLEMENT, 1999). Foi feita uma busca e, então, análise dos simuladores encontrados, classificando-os conforme o conteúdo abordado e nível de ensino adequado para a sua utilização. São feitas também algumas sugestões de formas de aplicação dos mesmos, bem como outros recursos que podem ser combinados nas atividades.

Este trabalho é um recorte de uma pesquisa de mestrado em andamento dentro do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil (PPGECIM/ULBRA). A pesquisa se fundamenta na Teoria da Mediação Cognitiva em Rede (TMC) que busca compreender quais são as mudanças decorrentes da emergência e difusão de tecnologias da informação e comunicação tão presentes nos últimos anos (SOUZA, 2004).

### **Teoria da Mediação Cognitiva (TMC)**

Conforme supracitado, a base teórica da presente pesquisa consiste na Teoria da Mediação Cognitiva em Rede (TMC). Essa teoria parte do pressuposto que a inserção das tecnologias da informação e comunicação causaram, e ainda causam, mudanças na estrutura cognitiva dos indivíduos. Ela apresenta cinco premissas que relacionam a cognição humana e o processamento de dados, dentre elas destaca-se a seguinte: “Seres humanos complementam o processamento da informação cerebral por interação com os sistemas físicos externos organizados” (SOUZA, et al. 2012, p.2).

Em outras palavras, os indivíduos desenvolvem e empregam o conhecimento através do processamento de informações no cérebro, no entanto, esse processamento somente é insuficiente, fazendo com que ocorra a interação com estruturas do ambiente para potencializar essa capacidade de se processar

informações. Ocorre, assim um processamento externo. Ou seja, os seres humanos irão adquirir conhecimentos acerca de algum objeto através da interação com ele e/ou com o auxílio de estruturas que possibilitem o processamento externo a seus cérebros.

Conforme Souza et al. (2004), essa interação que busca complementar a capacidade mental ocorre por meio de quatro mediações: psicofísica, social, cultural e hipercultural. A mediação psicofísica se caracteriza pela interação com objetos condicionados, se constitui de esquemas sensório motores. A mediação social consiste na interação direta ou indireta entre os indivíduos, ela pode ocorrer por meio de outras mediações. A mediação cultural se dá com base no uso da linguagem, escrita e imagens, compreende os meios para se comunicar e compreender. Por fim, a mediação hipercultural se baseia no uso de ferramentas tecnológicas que viabilizem processamentos externos de informação causando modificações nos mecanismos internos e cognitivos do indivíduo.

Dessa forma, os simuladores computacionais são classificados como uma mediação hipercultural. Nesse contexto, se tornam uma alternativa viável que permite a visualização dos efeitos físicos dos fenômenos e a interação do aluno com os mesmos. São, portanto, eficientes ferramentas para a compreensão e processamento dos conteúdos trabalhados que permitem potencializar as atividades intelectuais do aluno.

[...] na atual Revolução Digital, testemunha-se a emergência de uma Hipercultura, onde os mecanismos externos de mediação passam a incluir os dispositivos computacionais e seus impactos culturais, enquanto que os mecanismos internos incluem as competências necessárias para o uso eficaz de tais mecanismos externos (SOUZA, 2004, p.85).

O processamento externo por meio da interação com estruturas desse tipo permite aumentar a capacidade do processamento de informações. Ao se utilizar algum mecanismo externo de mediação surge a necessidade de se construir mecanismos internos que permitam compreender o funcionamento e as informações que são fornecidas por essa mediação. Esses mecanismos internos que possibilitam a interação com mecanismos externos são chamados de *drivers* (TREVISAN; SERRANO, 2014). Dessa forma, os estudantes criam *drivers* ao utilizarem simulações para reproduzir os efeitos da Relatividade. Esses *drivers* irão possibilitar que eles acessem essas informações perante novas situações para resolver diferentes problemas.

## Metodologia

A busca por melhorias nos métodos de ensino é constante, dessa forma, a utilização de objetos educacionais tem se tornado cada vez mais comum em sala de aula. Em relação a algumas temáticas e conteúdos esses objetos tornam-se praticamente imprescindíveis para que ocorra a compreensão dos conceitos por parte dos alunos. Nesse contexto, inserem-se as temáticas relacionadas à Física Moderna e Contemporânea, temas de grande importância que são geralmente pouco abordados na realidade das salas de aula do Rio Grande do Sul devido à grande dificuldade em ensiná-los e de compreensão pelos alunos. Além disso, existe uma carência de propostas de ensino dentro dessa temática, como constatado por Loch e Garcia (2009), sendo mais uma dificuldade por não se terem subsídios suficientes disponíveis.

É desejável mudar esse cenário, visto que os conteúdos de Física Moderna e Contemporânea podem trazer aos estudantes uma visão diferente do mundo atual, tornando-os mais significativos para eles. O desenvolvimento da Teoria de Relatividade de Einstein, por exemplo, possibilitou o surgimento de inúmeras tecnologias amplamente utilizadas nos dias atuais, como o *Global Positioning System* (GPS). No entanto, dificilmente essa temática é trazida para as salas de aula no Rio Grande do Sul, principalmente em escolas da rede pública de ensino, mesmo que seja contemplada dentro dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Dessa forma, o uso de novas metodologias de ensino com diferentes recursos que permitam a visualização dos fenômenos pode quebrar essas barreiras.

A influência crescente dos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea para o entendimento do mundo criado pelo homem atual, bem como a inserção consciente, participativa e modificadora do cidadão neste mesmo mundo, define, por si só, a necessidade de debatermos e estabelecermos as formas de abordar tais conteúdos na escola de 2º grau. (TERRAZAN, 1992, p. 210).

Nesse cenário, o objetivo da presente pesquisa é encontrar softwares disponíveis que possam ser utilizados como mediação hipercultural (SOUZA, 2004) no ensino de Relatividade bem como analisá-los e possivelmente combiná-los com outros tipos de mediação, buscando potencializar a construção de modelos mentais por parte dos alunos a partir de simulações computacionais (MONAGHAN; CLEMENT, 1999).

Foi realizada uma busca na internet através da ferramenta de pesquisa Google, entre os dias 02 e 04 de maio de 2019, por simuladores sobre conceitos de Relatividade que permitissem a interação com os alunos. As palavras-chave utilizadas na busca foram “simulator”, “simulation” e “relativity”. Houve um vasto número de simulações em vídeo, no entanto, as simulações que poderiam ser manipuladas pelos alunos foram reduzidas. De acordo com a TMC, simulações em vídeo que são trazidas pelo professor à sala de aula e mostradas aos alunos caracterizam uma mediação cultural. Como o objetivo principal da pesquisa era a utilização de mediações hiperculturais, é necessário que sejam softwares que permitam a manipulação de dados e interação direta com o aluno.

Os simuladores encontrados na busca foram analisados e classificados em relação aos conteúdos e fenômenos abordados e quanto ao nível de ensino para o qual mais eram adequados. Aqueles que trouxeram a visualização de efeitos relativísticos em objetos cotidianos se mostraram mais adequados para serem utilizados com Ensino Médio, devido a melhor visualização direta dos fenômenos. Já os que possuíam mais dados numéricos e demonstração através de gráficos, foram julgados mais adequados para serem trabalhados com o Ensino Superior, devido ao alto grau de abstração que requerem.

Quanto aos conteúdos, foram encontrados simuladores que demonstrassem a experiência de Michelson-Morley, a dilatação do tempo, a contração do espaço, o desvio da luz, o paradoxo dos gêmeos, as transformações de Lorentz e a deformação do formato de objetos. Basicamente, os principais efeitos relativísticos possuem simuladores disponíveis para demonstração.

## **Resultados**

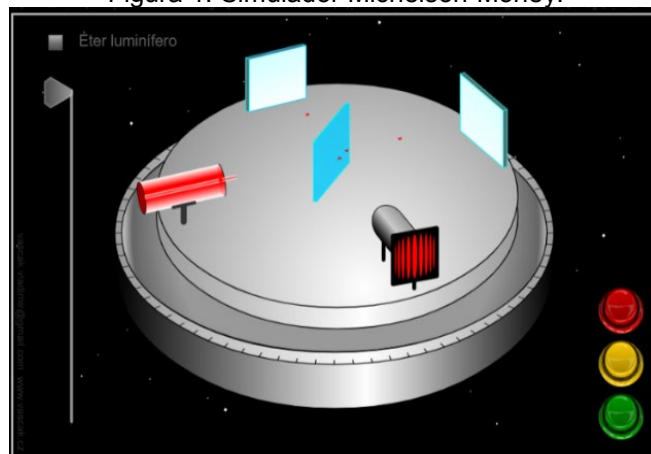
Como mencionado anteriormente, na busca foram encontradas muitas simulações em vídeo, no entanto, os simuladores que pudessem ser manipulados por alunos não foram numerosos. Além disso, entre os simuladores encontrados, alguns apresentavam uma interface muito confusa e pouco didática, e por isso não serão apresentados aqui. Simuladores que abordassem especificamente a Relatividade Geral também são escassos, provavelmente por se tratar de um tema mais complexo e difícil de ser demonstrado. Segue análise de cada simulador separadamente.

## Experiência de Michelson-Morley

Este software permite visualizar e reproduzir a experiência realizada por Albert Michelson e Edward Morley em 1887, que buscavam comprovar a existência do éter luminífero. Esta experiência foi um dos fatores que desencadeou os estudos que levariam ao desenvolvimento da Teoria da Relatividade. É aconselhável utilizar este simulador de forma introdutória, trazendo o contexto histórico e necessidade do desenvolvimento da Teoria da Relatividade. É muito importante trazer esse contexto para que os alunos entendam a real motivação do desenvolvimento da Teoria da Relatividade. Uma abordagem desse tipo contribui para que os estudantes compreendam a ciência como uma construção humana que está em constante modificação e aprimoramento (LOCH; GARCIA, 2009). O software pode ser utilizado tanto com alunos do Ensino Médio, quanto com alunos do Ensino Superior.

O simulador traz o aparato similar ao montado pelos cientistas: uma bandeja com um laser, um espelho semirefletor no centro, dois espelhos refletores e um detector. Ele permite visualizar o resultado que era esperado, ou seja, com a presença do éter, e o resultado que foi obtido sem a presença dele. Para que o éter esteja presente, basta selecionar a opção “éter luminífero” e ao clicar no botão verde o laser é acionado. Há uma barra de rolagem que pode ser deslizada, rotacionando a bandeja. Com o laser ligado, na presença do éter, o padrão de interferência do laser sofre um deslocamento ao se rotacionar a bandeja, que é visível no detector. No entanto, sem o éter, o padrão de interferência não é alterado, por mais que se rotacione a bandeja em ambos os sentidos. Este simulador está disponível na página do professor Vladimír Vašćák.

Figura 1: Simulador Michelson-Morley.



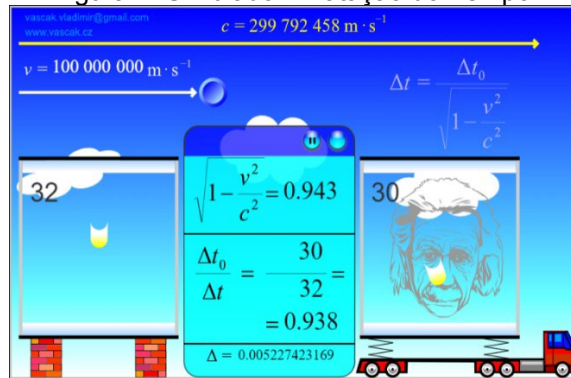
Fonte: [https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/templateimg.php?s=str\\_michelson&l=pt](https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/templateimg.php?s=str_michelson&l=pt).

## Dilatação do Tempo

O simulador de dilatação do tempo possibilita que o aluno perceba a diferença em como o tempo transcorre para um referencial inercial em repouso e para outro com velocidade relativística, através de um caminhão em movimento. É possível ajustar a velocidade desejada, sendo a de 835 000 m/s a menor possível, na qual os efeitos relativísticos não podem ser percebidos. Já a maior velocidade possível é de 298 000 000 m/s. Após ajustar a velocidade, basta clicar sobre o caminhão para que ele comece a se mover. Então são mostrados os intervalos de tempo de um referencial em repouso e do caminhão em movimento.

O simulador traz também o cálculo da transformada de Lorentz para o tempo, a razão entre os dois intervalos de tempo e a diferença entre eles. Através dele, o aluno poderá visualizar o tempo passando de forma diferente nos dois referenciais, o que é fundamental para que ele construa um modelo mental da situação (MONAGHAN; CLEMENT, 1999). Essa visualização direta dos efeitos relativísticos irá contribuir com uma melhor assimilação do conceito de dilatação temporal pelo aluno.

Figura 2: Simulador Dilatação do Tempo.



Fonte: [https://www.vasck.cz/data/android/physicsatschool/templateimg.php?s=str\\_dilatace&l=pt](https://www.vasck.cz/data/android/physicsatschool/templateimg.php?s=str_dilatace&l=pt).

Este simulador é bastante adequado para ser utilizado com o Ensino Médio, pois apresenta uma visualização bastante simples e traz elementos do cotidiano dos alunos (o caminhão em movimento) em situações relativísticas. Ele pode ser utilizado após se trabalhar o conceito de dilatação temporal com os estudantes como uma ferramenta de visualização do mesmo. É importante que os alunos já tenham o conhecimento dos postulados da Relatividade Restrita.

É interessante que o professor traga também situações de aplicação prática do efeito da dilatação temporal, como em sistemas de navegação de alta precisão e no GPS. Pode-se trabalhar conjuntamente com textos de livros didáticos, como o

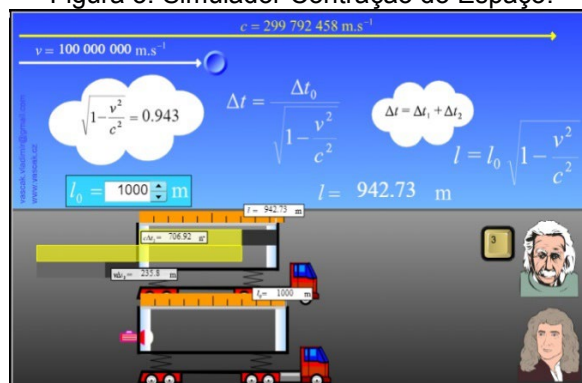
“Pensando as Ciências: Física e Tecnologia, O paradoxo dos gêmeos”, disponível no livro didático Física, volume 3, da editora FTD. Assim, combina-se uma mediação hipercultural com uma mediação cultural. Este simulador também está disponível na página do professor Vladimír Vašćák.

### Contração do Espaço

O software “Contração do Espaço” traz a possibilidade de ser visualizada uma medição do comprimento também através de um caminhão em movimento utilizando a mecânica newtoniana e utilizando a relatividade de Einstein. Neste simulador, assim como no anterior, é possível o ajuste da velocidade, sendo a menor possível de 133 000 m/s e a maior 229 000 000 m/s. Também há a possibilidade de escolher o comprimento do caminhão.

Este simulador também traz a transformada de Lorentz, mas para o comprimento, e mostra o comprimento aparente do caminhão para um referencial inercial. Para dar início à simulação basta clicar no número um ao lado do Newton ou ao lado do Einstein, para realizar a medição pela mecânica clássica ou relativística, respectivamente.

Figura 3: Simulador Contração do Espaço.



Fonte: [https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/templateimg.php?s=str\\_kontrakce&l=pt](https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/templateimg.php?s=str_kontrakce&l=pt).

Através deste software, pela visualização direta dos efeitos do fenômeno, existe grande possibilidade que ocorra a construção de modelos mentais para a contração do espaço pelos alunos ao utilizarem este recurso externo hipercultural. Assim como o simulador anterior, ele permite visualização da contração do espaço em um caminhão, que é um objeto de conhecimento comum dos alunos. Dessa forma, torna-se um recurso bastante adequado ao Ensino Médio.

Ele pode ser trabalhado de forma similar ao simulador Dilatação do Tempo, após terem sido trabalhados os conceitos anteriormente. Ou pode também ser utilizado

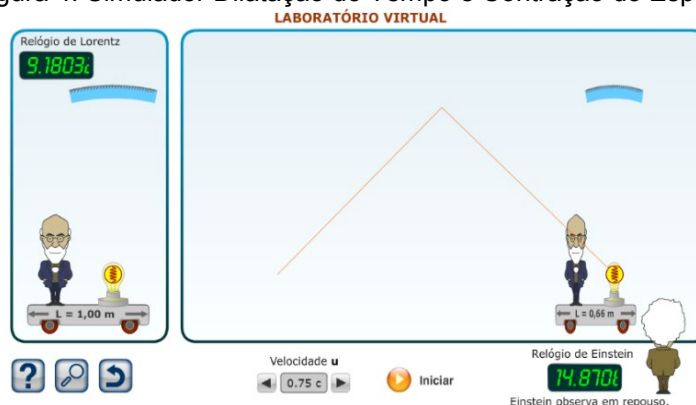


para introduzir o fenômeno da contração do espaço, permitindo que os alunos primeiro visualizem ele e abrindo a discussão de suas causas. Ainda assim, é necessário que os alunos já conheçam os postulados da relatividade restrita, para que possam compreender o fenômeno. Pode ser trabalhado em conjunto o decaimento do múon, que só é possível que ele chegue em quantidade na Terra graças à dilatação temporal e à contração do espaço. Caso contrário, decairia antes de chegar até nós, devido ao seu curto tempo de vida. Este simulador está disponível na página do professor Vladimír Vaščák, como os simuladores anteriores.

### Dilatação do Tempo e Contração do Espaço

Este simulador permite visualizar tanto a dilatação temporal quanto a contração do espaço ao mesmo tempo. Ele está disponível na plataforma Física Vivencial do Ministério da Educação (MEC) e precisa do Flash Player para ser executado. Ele traz um referencial em movimento, o Lorentz, e outro em repouso, o Einstein. É possível ajustar a velocidade de Lorentz em termos da velocidade da luz. Para iniciar a simulação basta clicar em “iniciar”. É possível visualizar o intervalo de tempo nos dois referenciais inerciais e os comprimentos em ambos. O objeto em movimento, Lorentz, aparece contraído para Einstein.

Figura 4: Simulador Dilatação do Tempo e Contração do Espaço.



Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/19088>

Este simulador também traz objetos comuns, no caso, os dois cientistas, em situações relativísticas, permitindo que os alunos visualizem os efeitos dos fenômenos diretamente. Sendo assim, é bastante adequado ao Ensino Médio. Assim como os simuladores anteriores, este permite que ocorra a construção de modelos mentais pelos alunos através de uma mediação hipercultural.

## Relatividade Geral

Este software permite visualizar a trajetória da luz em um referencial acelerado. Ele também está disponível na plataforma Física Vivencial do Ministério da Educação (MEC) e precisa do Flash Player para sua execução. Ele consiste em uma espaçonave em movimento acelerado com um astronauta dentro dela. É possível ajustar a aceleração da espaçonave em termos da aceleração gravitacional terrestre. Ao clicar no botão “iniciar”, um pulso de luz é emitido e atravessa a espaçonave, sofrendo um desvio. A simulação mostra o desvio sofrido pela luz na sua trajetória e o valor desse desvio ( $\Delta y$ ).

O simulador possui uma interface bastante simples e tem o efeito facilmente visualizado, podendo fomentar a construção de simulações mentais pelos alunos. Por ser bastante simples, pode ser utilizado com alunos do Ensino Médio facilmente. Com ele pode ser trabalhado o conceito de distorção do espaço-tempo, mostrando que mesmo a luz está sujeita a esses efeitos. Ele pode ser utilizado de forma introdutória, para que então sejam discutidos os motivos de ter ocorrido o desvio observado.

Podem ser trazidos exemplos recentes desses efeitos da distorção do espaço-tempo e fenômenos que foram previstos pela teoria, como a detecção das ondas gravitacionais e a primeira imagem de um buraco negro. Podem ser utilizados vídeos e imagens para ilustração, como o vídeo “Gravitational waves Ligo interferometer capture animation”, disponível pelo link <https://www.youtube.com/watch?v=BWJJeJAUdfM>, que demonstra o funcionamento do Observatório de Ondas Gravitacionais por Interferômetro Laser (LIGO).

Também podem ser utilizados textos como o “Einstein nos trópicos” da Revista Pesquisa Fapesp, que traz o episódio do eclipse solar na cidade de Sobral ocorrido em 1919 que corroborou fortemente com a Teoria da Relatividade de Einstein. Podendo ser feita uma abordagem histórica sobre a aceitação da teoria.

## Open Source Physics

Este é um software em Java que está disponível para download através da página Open Source Physic no link <https://www.compadre.org/osp/items/detail.cfm?ID=7351>. Dentro do programa existem diversas simulações disponíveis, desde a mecânica newtoniana até buracos negros. Para executar cada simulação basta dar um duplo clique sobre o nome dela

no lado esquerdo da janela, todas possuem ajustes possíveis de serem feitos. Dentro do programa também existem textos sobre os conceitos de cada simulação disponíveis. É um software bastante completo.

Como as demonstrações são feitas basicamente através de gráficos e valores numéricos, é aconselhável utilizar este programa no Ensino Superior, devido ao alto grau de abstração e conhecimento matemáticos necessários para sua compreensão. É interessante que os próprios estudantes explorem as simulações e observem seus efeitos. Podem ser feitas relações diretas com as equações e cálculos da Teoria da Relatividade Restrita e Geral, para que então sejam feitas as observações através do software e assim os alunos consigam compreender melhor aquilo que foi visto de forma teórica.

### **Conclusão**

Através da presente pesquisa foi possível constatar que existem bons simuladores sobre Relatividade disponíveis que podem ser utilizados em sala de aula como ferramentas de mediação hipercultural a fim de que os alunos construam modelos mentais. Os simuladores especificamente sobre Relatividade Geral foram escassos, principalmente por se tratar de situações mais complexas de serem demonstradas.

A sequência da pesquisa se dará na utilização de alguns desses simuladores e análise dos resultados de sua utilização. Será verificado se as simulações mentais foram ou não construídos pelos alunos e se a mediação hipercultural, por vezes aliada à outras mediações, permitiu a assimilação dos conceitos por parte dos alunos.

### **Agradecimentos**

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio no subsídio desta pesquisa.

## Referências

BONJORNO, J. R. et al. Física: Eletromagnetismo – Física Moderna. Vol. 3. 3 ed. São Paulo: *Editora FTD*, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica, Brasília, *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

FREITAS, S. A. *Um estudo da utilização didática de ferramentas de cognição extracerebrais por estudantes do ensino fundamental do modelo atômico de Bohr*. 2019. 162 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2019.

FREITAS, S. A.; SERRANO, A. A importância dos diferentes níveis de mediações para o ensino do modelo atômico de Bohr com estudantes do Ensino Fundamental. XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Natal, 2019.

LOCH, J.; GARCIA, N. M. D. Física Moderna e Contemporânea na sala de aula do Ensino Médio. VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências. Florianópolis, 2009.

MONAGHAN, J. M.; CLEMENT, J. Use of a computer simulation to develop mental simulations for understanding relative motion concepts. *International Journal of Science Education*, v. 21, n. 9, p. 921-944, 1999.

NANI, A. P. S. et al. Ser Protagonista: Física. Vol. 3. 3 ed. São Paulo: *Editora SM*, 2016.

SOUZA, B. C. *A Teoria da Mediação Cognitiva: os impactos cognitivos da Hiper cultura e da mediação digital*. 2004. 282 f. Tese (Doutorado em Psicologia), Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

SOUZA, B. C.; SILVA, A. S.; SILVA, A. M.; ROAZZI, A.; CARRILHO, S. L. S. Putting the Cognitive Mediation Networks Theory to the test: Evaluation of a framework for understanding the digital age. *Computers in Human Behavior*, v. 007, p. 10.1016, 2012.

TERRAZZAN, E. A. A inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino de Física na escola de 2º grau. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 9, n. 3: p.209-214, dez.1992.

TREVISAN, R.; SERRANO, A. Utilização de Ferramentas Hiper culturais no Ensino de Mecânica Quântica: Investigação do Aprendizado de Representações, *Drivers* e Conceitos Quânticos. *Novas Tecnologias na Educação*. v. 12, n. 2, dez. 2014.