

## **Criação com Scratch de narrações audiovisuais animadas: Uma proposta de ensino de física quântica sobre a ótica da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e da abordagem educacional STEAM.**

Gylly Peterson Fernandes Lima<sup>1</sup>  
Luiz Paulo Fernandes Lima<sup>2</sup>  
Francisco Levi Pereira Braga<sup>3</sup>  
Marcony Silva Cunha<sup>4</sup>

### **RESUMO**

A Física fez avanços significativos no último século, especialmente nos estudos relacionados ao macro e ao microscópico, e é essencial que esses avanços sejam refletidos na sala de aula. Nesse contexto, o objetivo deste artigo é descrever o desenvolvimento de recursos digitais utilizando a linguagem de programação gráfica Scratch, como uma proposta de ensino de Física Quântica no nível médio. A metodologia empregada envolve a criação e descrição de uma sequência didática utilizando aplicativos computacionais, seguindo a abordagem STEAM, que combina as disciplinas de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática. Os aplicativos foram desenvolvidos com base na linguagem de programação gráfica Scratch, desenvolvida pelo MIT (Massachusetts Institute of Technology). A abordagem metodológica adotada é de natureza descritiva, com o objetivo principal de descrever as características, propriedades e aspectos relevantes da criação desses aplicativos. Um guia complementar foi desenvolvido para auxiliar os professores, descrevendo a funcionalidade dos aplicativos, as abordagens pedagógicas adotadas, o público-alvo, a metodologia de ensino e os recursos disponíveis para a execução das atividades, entre outros aspectos. Baseado na teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel, valoriza-se a consideração dos conhecimentos prévios dos alunos por meio de um pré-teste. A partir da realização de atividades interativas, novos conceitos científicos relacionados aos fundamentos teóricos da mecânica quântica são introduzidos. Como resultado, foi desenvolvido um objeto de aprendizagem (OA) que está disponível para professores e alunos do ensino médio.

**Palavras-chave:** Softwares no Ensino, Física Quântica, Aprendizagem Significativa, STEAM.

É fundamental entender a importância da física, como uma ciência que estuda as diferentes formas de interação entre matéria e energia, buscando o conhecimento do micro ao macroscópico, não só o universo cosmológico, mas em um sentido mais amplo: o universo das atividades humanas, no qual a produção de conhecimento dessa ciência contribuiu de forma

---

<sup>1</sup> Mestre em Ensino de Física pelo programa MNPEF da Universidade Estadual do Ceará – UECE, [prof.peter@hotmail.com](mailto:prof.peter@hotmail.com);

<sup>2</sup> Doutorando em Ensino de Ciências e Matemática do programa RENOEN da Universidade Federal do Ceará – UFC, [luiz.lima@ifce.edu.br](mailto:luiz.lima@ifce.edu.br);

<sup>3</sup> Doutorando em Ensino de Ciências e Matemática do programa RENOEN da Universidade Federal do Ceará – UFC, [professorlevibraga@proton.me](mailto:professorlevibraga@proton.me);

<sup>4</sup> Professor orientador: Doutor, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) – UECE, [marcony.cunha@uece.br](mailto:marcony.cunha@uece.br);

decisiva para o desenvolvimento tecnológico e conseqüentemente para a melhoria da vida humana.

De uma forma ou de outra o advento científico-tecnológico tem acarretado diversas transformações na sociedade moderna, cuja influência resulta em mudanças nos níveis econômico, político e social.

É comum considerarmos a ciência e a tecnologia como motores de progresso que proporcionam não só o desenvolvimento do saber humano, mas também uma evolução para o homem. Vistas dessa forma, subentende-se que ambas trarão somente benefícios à humanidade (PINHEIRO et al, 2009, p. 1)

Lima et al. (2015, p.2) observam que os discentes, de maneira geral, têm uma grande facilidade em manusear os meios digitais, evidenciando a importância de utilizar essa vantagem como mais uma das várias maneiras de trabalhar os “desmotivantes” conteúdos de física, assim ditos por eles. No campo da educação, é visível a necessidade da existência de propostas e projetos que visem à qualificação dos professores no uso dessas novas tecnologias.

É neste cenário de mudanças constantes que o ensino de Física Quântica (FQ) se faz cada dia mais necessária, uma vez que, grandes avanços tecnológicos ocorreram mediante o desenvolvimento de específico conhecimento, ocasionando o aparecimento de alguns aparatos tecnológicos atuais, por exemplo, os aparelhos digitais como computadores, telefones celulares, videogames, os modernos televisores, entre outros.

Diante disso, necessita-se da criação de programas de formação ou iniciativas educacionais que forneçam o desenvolvimento das vocações tecnológicas com a inovação e que se transformem em um dos objetivos fundamentais do planejamento das instituições educacionais. É neste contexto que a metodologia STEAM se encaixa. O termo STEAM é oriunda das iniciais de cinco áreas acadêmicas: *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*. Os projetos educacionais que possuem esta denominação pretendem aproveitar as similaridades e pontos em comum das áreas para o desenvolvimento da interdisciplinaridade, centrado na resolução de situações-problemas do cotidiano com ajuda da tecnologia (BIFFLE III, 2016).

A ideia é permitir que os professores produzam produtos educacionais, como um novo texto teórico ou a criação de uma ferramenta inovadora na rede mundial de computadores interligados, que sejam disseminados para outros docentes. Essa ampla divulgação dos conhecimentos “inéditos” que são adquiridos é uma das exigências do curso, o que acaba tendo um efeito ainda mais positivo no ensino de Física em todo o País.

Nessa perspectiva, objetivou-se descrever o desenvolvimento de recursos digitais com uso do Scratch, como uma proposta de ensino de Física Quântica em nível médio. Para isso, estabeleceu-se as seguintes etapas a serem atingidos durante o desenvolvimento e uso dos aplicativos:

- Incentivar o entendimento do contexto histórico da Física Clássica;
- Demonstrar as principais ideias que abrange a Física Clássica;
- Instigar a compreensão do contexto histórico da Física Quântica;
- Confrontar as ideias da Física Clássica com a da Física Quântica;
- Determinar através de animações e simuladores a ideia do corpo negro e a hipótese de Planck;
- Realizar experimentos virtuais que demonstrem como obter o valor exato da constante de Planck, assim como, estudar o efeito fotoelétrico.

Pensando nisso, foram desenvolvidos quatro aplicativos computacionais e um guia para o professor (GP), objetivando apresentar ao leitor alguns cientistas importantes que elaboraram teorias fundamentais para o surgimento da física quântica. De forma entendível, serão oferecidas informações úteis e objetivas para leitores que buscam um primeiro contato com a física quântica, como desejam adquirir um conhecimento conciso sobre determinado assunto. A introdução aos conceitos fundamentais da teoria quântica é o tema geral deste Objeto de Aprendizagem (OA).

O OA do tipo simulação mediante o uso de um GP, intitulado “Os primórdios da teoria quântica”, permite ao leitor entender as ideias fundamentais da teoria quântica de uma forma mais espontânea, sem deixar de lado o caráter sério da teoria. Portanto, ao iniciar o capítulo, o estudante observará em destaque um guia que estará em hiperlink, que o levará a um aplicativo on-line onde serão apresentados conceitos fundamentais de cada capítulo proposto.

## REFERENCIAL TEÓRICO

Por meio dos processos pedagógicos desenvolvidos, em sua maioria no ambiente escolar pelo professor, é que se percebe um ensino de qualidade, a exequibilidade do que outrora fora planejado, se materializa de forma relevante em um exemplo de construção de conhecimento docente, permitindo que o aprendiz desenvolva o conhecimento de modo interdisciplinar, autônoma e contextualizada.

Freire (2016), afirma que os produtos educacionais bem projetados podem fornecer recursos, materiais e atividades que tornam o processo de aprendizagem mais eficiente. Com tais apontamentos, é importante pensar de forma clara quais objetivos de aprendizagem pretende-se alcançar e como será o processo de ensino e aprendizagem ao se elaborar um objeto educacional.

Partindo desse pressuposto, idealiza-se que no desenvolvimento das etapas de utilização do objeto educacional, o ensino e aprendizagem em física aconteçam e se relacionem, dessa forma, os alunos entenderão precisos princípios científicos que os orientarão a serem capazes de aplicá-los em distintas situações no seu dia a dia.

Moreira (2011, p.31) afirma que a aprendizagem significativa acontece quando determinados conhecimentos preexistentes na estrutura cognitiva interagem com novas ideias, conceitos e proposições relevantes, inclusivas e claras, sendo assim assimilados, diferenciados, elaborados e estabilizados.

Nesta perspectiva, a aprendizagem significativa é considerada um processo cognitivo na qual a ideia de mediação está plenamente presente, uma vez que ao associar o conteúdo da aprendizagem com o que o aluno já entende, se faz a aprendizagem significativa.

Uma das condições citadas por David Ausubel para a ocorrência da aprendizagem significativa é que o material a ser aprendido seja potencialmente significativo, sendo está relacionável a sua estrutura de conhecimento de uma forma que não seja mecanizada.

Aprendizagem significativa é o processo através do qual uma nova informação (um novo conhecimento) se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não-literal) à estrutura cognitiva do aprendiz. É no curso da aprendizagem significativa que o significado lógico do material de aprendizagem se transforma em significado psicológico para o sujeito. (Moreira et al, 1997. p. 19)

Determinada compreensão faz entender que o sujeito da aprendizagem será capaz de assimilar e refletir a respeito do conteúdo específicos estudado; dessa maneira, a instrumentalização dos aplicativos computacionais será importante, pois, por meio da utilização e manuseio deles de uma forma expressiva, acarretará a associação do novo com o antigo, ou seja, nas novas concepções apresentadas com as existentes.

## METODOLOGIA

A metodologia STEAM é um modelo educacional que combina as disciplinas de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática (em inglês, *Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*). Ela tem como objetivo promover uma abordagem interdisciplinar e prática no ensino, integrando essas áreas do conhecimento de forma criativa, afirma Lima et al. (2021, p.1).

Esta metodologia enfatiza o aprendizado baseado em projetos, onde os alunos são incentivados a explorar problemas do mundo real, trabalhar em equipe, experimentar e criar soluções. Além disso, ela incentiva a criatividade, o pensamento crítico, a resolução de problemas e a capacidade de comunicação.

A característica transdisciplinar das propostas de abordagem STEAM oportuniza a exploração de diferentes conteúdos e desenvolvimento de habilidades discentes, tanto técnicas quanto humanísticas, por meio de projetos que envolvam professores de mais de um componente curricular. (MAIA et al., 2021)

Ao incorporar a arte e o design ao currículo tradicional de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática, a metodologia STEAM busca ampliar as perspectivas e incentivar a inovação, essa abordagem visa preparar os alunos para enfrentar desafios complexos do mundo atual, estimulando o pensamento crítico, a colaboração e a criatividade.

Baseando-se na metodologia STEAM, foi desenvolvido quatro aplicativos utilizando a linguagem de programação Scratch e um Guia de aplicação para o professor (GP) como instrumento norteador para o uso dos aplicativos.

O trabalho em questão pretende descrever de forma resumida um objeto educacional desenvolvido por meio de softwares computacionais, para isso foi escolhido a pesquisa descritiva, cujo objetivo principal é descrever as características, propriedades e aspectos relevantes da criação do produto.

Nesse contexto, a elaboração dos aplicativos computacionais desenrolou-se mediante a linguagem de programação (LP) Scratch, cujo projeto foi desenvolvido pelo *Lifelong Kindergarten Group* do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) *Media Lab*, por Mitchel Resnick e sua equipe, cuja primeira versão foi lançada em 2007.

O *Scratch* é uma LP bastante simples e eficaz, o usuário ao encaixar alguns blocos de programação, cria comandos de execução que dependendo do programador, pode ser um jogo, um vídeo, simuladores, histórias em quadrinhos, entre outros.

Existem inúmeras vantagens em utilizar essa LP, uma delas é que não necessita que o usuário tenha domínio de outras linguagens de programação existentes, outro, é que ele foi desenvolvido para ser executado na maioria das plataformas, inclusive Linux, Windows, Mac OS X e Mac OS 10.5.

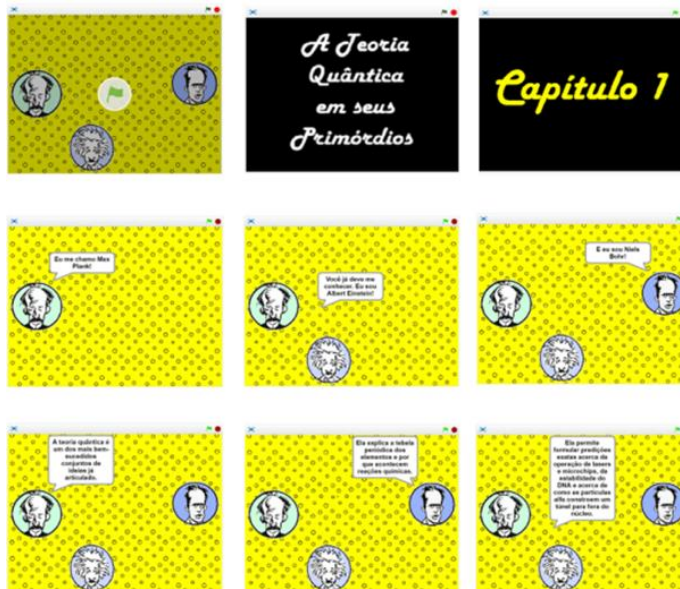
O site *J* afirma que determinada LP é usada em mais de 150 países e está disponível em mais de 40 línguas. Podendo ser utilizada por crianças de 8 anos a adultos. Os aplicativos aqui descritos, estão disponíveis na página eletrônica <https://scratch.mit.edu/users/gylly/>.

Objetivando implementar o uso de aplicativos computacionais como recursos auxiliares para o ensino de física no nível médio, foram produzidos quatro aplicativos utilizando a linguagem de programação Scratch, uma vez que ela funciona em multi plataformas computacionais.

A temática geral pretendida está relacionada a teoria quântica, dessa forma o desenvolvimento dos aplicativos apresentou uma sequência lógica que se inicia com uma conversa breve de Max Planck, Albert Einstein e Niels Bohr, seguindo pela significativa importância da conferência de Solvay de 1927, logo após segue a ideia da hipótese do corpo negro e finaliza com a teoria dos quanta com a proposta do oscilador harmônico de Planck.

Assim sendo, o primeiro aplicativo relata um diálogo entre três grandes físicos Albert Einstein, Max Planck e Niels Bohr na qual foi exposto a importância do surgimento da teoria quântica (Figura 1), alguns dados históricos relevantes e os obstáculos iniciais da sua criação. Determinado aplicativo apresenta um tempo médio de 3 minutos e 10 segundos.

Figura 1 – Aplicativo 1: Introdução à teoria quântica.



Fonte: Os autores (2015)

Disponível em: <https://scratch.mit.edu/projects/104869873/75>

A criação do segundo aplicativo (Figura 2) buscou relatar o que ocorreu no início do século XX citando a importância da conferência de Solvay de 1930 e as principais descobertas no início deste século. O aplicativo inicia-se com Ernest Solvay um químico industrial belga se apresentando e situando o atual contexto histórico da época, o empresário explana sobre a conferência o mesmo patrocinou relatando uma especificamente, a conferência de solvay de 1927, pois está tratava-se sobre elétrons e fótons.

Em seguida, a Max Planck aparece explicando a importância da conferência para o desenvolvimento da recém formulada teoria quântica, a teoria mais moderna de todas até então. Após a narrativa de Planck, surge Marie Curie descrevendo um pouco da sua história, mencionando a sua naturalidade e o tipo de pesquisa que fazia na época. Logo após, reaparece Planck elucidando que em 1900, apresentou uma proposta sobre a explicação do espectro contínuo e que Einstein usou a mesma proposta para difundir a teoria quântica.

Os dois últimos personagens são Albert Einstein falando da ideia dos quanta de luz e Niels Bohr relatando que a teoria quântica se trata de uma teoria probabilística, o que ocasionaria futuramente ao debate Einstein-Bohr. O tempo médio desse aplicativo é de aproximadamente 11 minutos.

Figura 2 – Aplicativo 2: Conferência de Solvay de 1927.

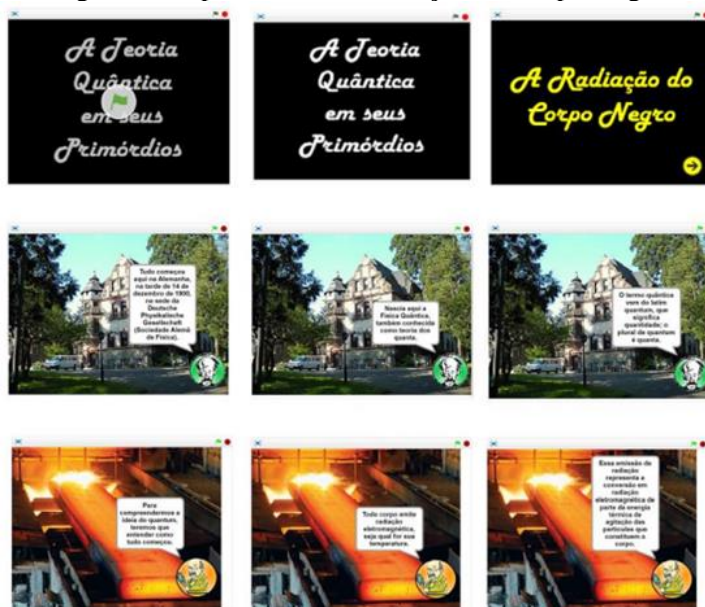


Fonte: Os autores (2015)

Disponível em: <https://scratch.mit.edu/projects/104871524/>

O terceiro aplicativo tratou de explicar a radiação do corpo negro, como é indicada na figura 3, onde, mostrou-se por meio da figura de Planck uma breve história sobre o desenvolvimento de suas ideias em 1900, na sociedade alemã de física, descrevendo a importância dessa teoria ao explanando sobre a radiação eletromagnética, a distribuição contínua de onda, o espectro eletromagnético e a curva da radiação de um corpo negro.

Figura 3 – Aplicativo 3: A radiação do Corpo Negro



Fonte: Os autores (2015)

Disponível em: <https://scratch.mit.edu/projects/104872614/>

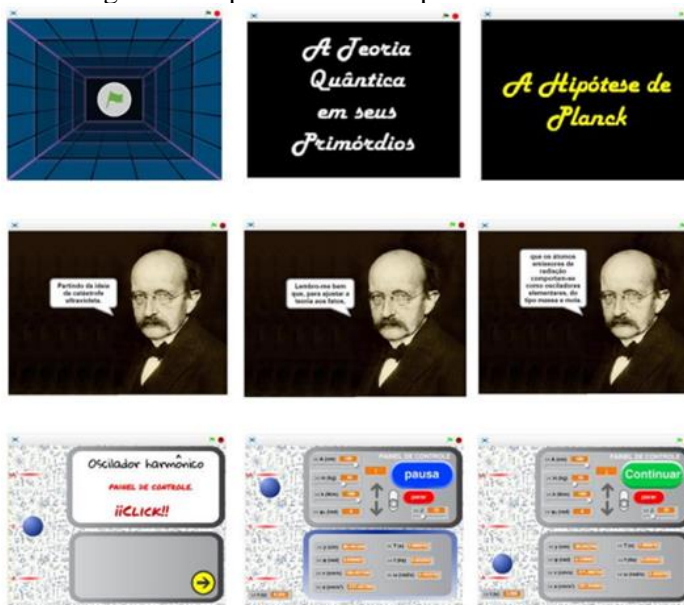
Através do aplicativo, Planck expõe que a teoria clássica da radiação térmica era inapropriada, uma vez, que a complicação da época era entender a distribuição de comprimento de onda observado na radiação emitida por um corpo negro. O tempo médio de exibição desse aplicativo é de aproximadamente 9 minutos.

Com a explicação da catástrofe ultravioleta, o último aplicativo como é mostrado na figura 4, relata a solução para este problema clássico, sendo proposto por Max Planck em 1900. O aplicativo mostra que modificando algumas equações já conhecidas à época, Planck conseguiu que as curvas teóricas experimentais coincidissem, mesmo não concordando com o que propôs, uma vez que ele teve que ajustar a teoria aos fatos.

Na narrativa, Planck propõe o oscilador elementar do tipo massa-mola, em que emite e absorve energia em quantidades discretas proporcionais à frequência da oscilação, dessa maneira é esclarecido a ideia do oscilador elementar, a teoria da quantização da energia, a constante de Planck e sua importância para a física e os níveis permitidos de energia.

O tempo médio dele é de aproximadamente 10 minutos uma vez que no meio deste, existe um simulador harmônico na qual o aprendiz pode interagir administrando algumas variáveis, o tempo de duração poderá aumentar consideravelmente.

Figura 4 – Aplicativo 4: A hipótese de Planck.



Fonte: Os autores (2015)

Disponível em: <https://scratch.mit.edu/projects/105527037/>

Os aplicativos em conjunto mostram de forma bem dinâmica e clara a solução dada por Planck para o problema do corpo negro, sendo está considerada o ponto de partida da história da Física Quântica.

Após o desenvolvimento dos aplicativos, elaborou-se um guia para o professor (GP) com orientações e informações relevantes sobre o uso efetivo da sequência didática, com estratégias de ensino, possíveis atividades e outras ferramentas relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem.

Deve-se atentar que a proposta do GP não é engessar a prática docente quanto ao OA, mas apoiá-lo em uma implementação bem-sucedida das práticas educacionais propostas. Nesse

contexto, baseando-se em Bandeira (2009) quanto a elaboração de um material didático, o GP considerou destacar as seguintes seções:

1. Introdução: destacando sua finalidade e benefícios para os professores.
  2. Visão geral do produto ou recurso: Apresenta uma visão geral do material educacional ou recurso em questão, descrevendo suas principais características, objetivos e como se encaixa no currículo ou plano de aula.
  3. Justificativa e objetivos de aprendizagem: justificando e citando objetivos específicos de aprendizagem que o material ou recurso visa alcançar. A intenção é fazer com que os professores entendam quais habilidades e competências os alunos poderão adquirir.
  4. Orientações de implementação: fornece instruções detalhadas sobre como usar o produto ou recurso em sala de aula, quanto ao tempo necessário, as estratégias de ensino sugeridas, quanto às formas de envolver os alunos, dicas de organização do espaço, entre outros aspectos práticos.
  5. Dicas e estratégias de gerenciamento de sala de aula: nele encontra-se sugestões práticas sobre como gerenciar a sala de aula, manter o engajamento dos alunos, lidar com desafios comportamentais e promover um ambiente de aprendizagem positivo.
  6. Atividades e sugestões de ensino: é apresentado uma variedade de atividades, planos de aula ou sugestões de ensino que complementam o material ou recurso.
  7. Avaliação e acompanhamento: Fornece orientações sobre como avaliar o progresso dos alunos em relação aos objetivos de aprendizagem.
  8. Recursos adicionais: é listado três experimentos virtuais como recursos complementares, nas quais os professores poderiam utilizar para expandir o conhecimento e enriquecer o processo de ensino.
  9. Referências e citações: uma seção com as referências bibliográficas ou fontes de pesquisa utilizadas na criação do guia.
- Salienta-se que o docente pode adaptar o guia do professor de acordo com a necessidade e características dos alunos envolvidos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ideia de criar um objeto de aprendizagem digital não foi por acaso, percebe-se uma existente facilidade de manuseio dos meios computacionais entre os discentes, essa vantagem não pode ser ignorada, ela deve ser usada a favor da educação. No entanto, alguns desafios foram enfrentados ao longo da programação e uso da linguagem *Scratch*, discutidas em cinco pontos fundamentais a seguir:

1. Abstração de conceitos: A linguagem *Scratch* utiliza blocos gráficos para representar comandos de programação. Para alguns programadores iniciantes, pode ser um desafio compreender a abstração de conceitos e traduzir suas ideias em blocos.
2. Lógica de programação: A programação requer habilidades lógicas para resolver problemas e criar algoritmos. Entender como usar condicionais, loops e variáveis pode ser desafiador para iniciantes, mas com a prática e a experiência, essas habilidades podem ser desenvolvidas.
3. Solução de problemas: Ao programar em *Scratch*, pode ser necessário resolver problemas complexos e encontrar maneiras criativas de alcançar um resultado desejado. Isso requer pensamento crítico e habilidades de resolução de problemas.
4. Planejamento e organização: À medida que os projetos em *Scratch* se tornam mais complexos, é importante planejar e organizar o código de maneira eficiente. Isso pode ser desafiador para iniciantes, pois requer antecipar os passos necessários e dividir o projeto em partes menores e mais gerenciáveis.



5. Depuração de erros: Como em qualquer linguagem de programação, os erros podem ocorrer em projetos *Scratch*. Identificar e corrigir esses erros pode ser um desafio, especialmente quando você ainda está se familiarizando com a sintaxe e as funcionalidades da linguagem.

Mesmo com tantos desafios, desenvolveu-se os quatro aplicativos computacionais propostos e uma guia para o professor, cuja finalidade consiste em conduzir o sujeito da aprendizagem ao desenvolvimento de um pensamento lógico, racional e crítico sobre determinado fenômeno, dessa forma, simultâneo à disposição em querer aprender, o discente poderá relacionar o novo material de maneira expressiva a sua estrutura cognitiva.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho objetivou-se descrever o desenvolvimento de recursos digitais com uso do *Scratch*, como uma proposta de ensino de Física Quântica em nível médio. O resultado foi a construção de um objeto de aprendizagem, dividido em quatro aplicativos computacionais desenvolvidos com uso do *Scratch.edu*.

A construção do conhecimento mediante a utilização das mídias digitais, revela um campo de possibilidades e meios que se expandem à medida que é acionada pelos aprendizes, garantido a possibilidade de significações eletivas e dinâmicas, proporcionando uma maneira coerente e ampla capaz de modificar e organizar as estruturas cognitivas dos aprendizes. Assim, ele torna-se um cidadão autônomo, capaz de ser o ator do seu próprio conhecimento.

Para os alunos, a sala de aula não se caracteriza somente como um ambiente para a obtenção de conhecimento, ela é também um dos principais agentes socializador, seu dinamismo favorece a troca de experiências entre os alunos e o educador, transmitindo valores de uma cultura ao longo das gerações, na qual o professor é o mediador que facilita a aprendizagem, sua postura afeta diretamente os alunos, sendo este uma referência para os aprendizes, ensinando dessa maneira, Física de uma forma prazerosa e com qualidade.

Este trabalho abre um leque de possibilidades com uso de tecnologias digitais focadas no ensino de Física e de outras áreas, onde a relação da metodologia STEAM e Teoria da Aprendizagem Significativa podem trazer grandes benefícios na sala de aula.

## REFERÊNCIAS

BANDEIRA, D. **Materiais didáticos** – Curitiba, PR: IESDE, 2009. 456 p. Disponível em: [http://arquivostp.s3.amazonaws.com/qcursos/livro/LIVRO\\_materiais\\_didaticos.pdf](http://arquivostp.s3.amazonaws.com/qcursos/livro/LIVRO_materiais_didaticos.pdf) Acesso em: 13 jun. 2023.

BIFFLE III, R. L. **Introduction to STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics)** – Course Design, Organization and Implementation. In: STEAM Education Conference, 2016, Havaí. Article: Thomas College, Maine, 2016. Disponível em: <https://thomasstorage1.blob.core.windows.net/wp-media/2017/09/RLB3-STEAM-Article-2016-D8-copy.pdf> Acesso em: 18 de abr. 2023.

FREIRE, G. G.; GUERRINI, D.; DUTRA, A. **O Mestrado Profissional em Ensino e os Produtos Educacionais: A Pesquisa na Formação Docente**. Porto das Letras, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 100 – 114, 2016. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/portodasletras/article/view/2658>. Acesso em: 13 jun. 2023.



LIMA, G. P. F; LIMA, L.P; JUNIOR, H. V. S; ARISTON, M. M; MOURA, A. G. O. **O uso de jogos online como estratégia de ensino e aprendizagem de física** - XXXIII Encontro de Físicos do Norte e Nordeste – Natal – 2015.

LIMA, W. G.; SASSI, S. B.; MACIEL, C.; CASAGRANDE, A. L. **STEAM e Ensino Médio: Projetos da Rede de Ensino Mato-Grossense**. In: ANAIS PRINCIPAIS DO SEMINÁRIO DE EDUCAÇÃO, 29. , 2021, Cuiabá. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 331-342. ISSN 2447-8776.

MAIA, D.L.; CARVALHO, R.A.; APPELT, V.K. Abordagem STEAM na educação básica brasileira: uma revisão da literatura. **Rev. Technol. e Soc.**, Curitiba, v. 17, n. 49, p.68-88, out./dez., 2021. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/13536>. Acesso em: 13 mai. 2023.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M.A., CABALLERO, M.C. e RODRÍGUEZ, M.L. (orgs.) (1997). **Actas del encuentro internacional sobre el aprendizaje significativo**. Burgos, España. 1997.

PINHEIRO, N. A. M; SILVEIRA, R. M. C. F. E BAZZO, W. A. O contexto científico-tecnológico e social acerca de uma abordagem crítico-reflexiva: perspectiva e enfoque - Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil. **Revista Iberoamericana de Educación**. n.º 49/1 – 25 de março de 2009. Disponível em: <http://www.rioei.org/deloslectores/2846Maciel.pdf>. Acesso em 16 de maio de 2023.