

Aplicação de ferramentas computacionais no ensino do Movimento Retilíneo Uniforme, baseadas na Teoria dos Campos Conceituais

Application of computational tools in the teaching of Uniform Rectilinear Motion, based on the Theory of Conceptual Fields

Aplicación de herramientas computacionales en la enseñanza del Movimiento Rectilíneo Uniforme, basadas en la Teoría de los Campos Conceptuales

Lucas Roberto do Nascimento^{1*} Amarílio Gonçalves Coelho Júnior^{2**}

Resumo

No ensino de Física, a aprendizagem dos alunos está principalmente ligada à conceitualização de teorias, validadas muitas vezes através de experimentos (situações) que dão o real sentido àquela teoria, e posteriormente aplicadas em novas situações. Dessa forma para se obter uma maior fundamentação no processo de conceitualização dentro da Física, se torna necessário apresentar aos alunos situações diversas que podem tornar os conceitos aprendidos mais sólidos. Tendo em vista essa premissa o produto educacional produzido, visa o fortalecimento dos conceitos do tópico Movimento Retilíneo Uniforme - MRU, e está estruturado a partir de uma sequência didática associada ao uso de vídeos e de ferramentas computacionais de simulação, e de animação. A aplicação do produto se deu em cinco encontros em que foram utilizados todos os recursos citados anteriormente. Como premissa para a aplicação do produto e criação do software-MRU levou-se em consideração a Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud, que define os aspectos importantes para o processo de conceitualização. A partir da análise dos questionários aplicados, percebeu-se que houve uma melhoria no entendimento dos conceitos, além de que o procedimento utilizado tornou as aulas mais atrativas, ao ponto de tornar-se possíveis os resultados detalhados ao longo deste artigo.

Palavras-chave: Conceitualização, ferramentas computacionais, ensino de física.

Abstract

In the teaching of Physics, students' learning is mainly linked to the conceptualization of theories, often validated through experiments (situations) that give real meaning to those theories, and subsequently applied in new situations. Therefore, to achieve a greater foundation in the process of conceptualization within Physics, it is necessary to present students with diverse situations that can make the learned concepts more solid. With this premise in mind, the educational product developed aims to strengthen the concepts of the topic Uniform Rectilinear Motion (URM) and is structured based on a didactic sequence associated with the use of videos and computational simulation and animation tools. The product was applied in five sessions where all the previously

^{1*} Mestre em Ensino de Física pelo Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) – Polo 56. Professor da Secretaria de Educação do Estado do Ceará (SEDUC - CE), Granja, Ceará, Brasil. Endereço para correspondência: Rua Francisco Edilson dos Santos, 316, São Francisco, Granja, Ceará, Brasil, CEP: 62430-000. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4959-5434> Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6295758247449523>. E-mail: lucas.nascimento@prof.ce.gov.br.

^{2*} Doutor em Engenharia de Teleinformática pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Docente no Curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Sobral, Ceará, Brasil. Coordenador do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) – polo 56. Endereço para correspondência: Rua Maria Catunda, 1376, Nossa Senhora de Fátima, Sobral, Ceará, Brasil, CEP: 62034-060. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-8407-0628> Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3829676872012830>. E-mail: amariliofisica@yahoo.com.br.

mentioned resources were utilized. As a premise for the product's application and the creation of the URM software, Gérard Vergnaud's Theory of Conceptual Fields was considered, which defines the important aspects of the conceptualization process. From the analysis of the applied questionnaires, it was observed that there was an improvement in the understanding of the concepts, and the procedure used made the classes more attractive, to the point where detailed results are presented throughout this article.

Keywords: Conceptualization, computational tools, teaching of Physics.

Resumen

En la enseñanza de la Física, el aprendizaje de los alumnos está principalmente vinculado a la conceptualización de teorías, validadas muchas veces a través de experimentos (situaciones) que dan el verdadero sentido a esa teoría, y posteriormente aplicadas en nuevas situaciones. Para obtener una mayor fundamentación en el proceso de conceptualización dentro de la Física, es necesario presentar a los alumnos diversas situaciones que puedan hacer más sólidos los conceptos aprendidos. Teniendo en cuenta esta premisa, el producto educativo producido busca fortalecer los conceptos del tópico Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU), estructurado a partir de una secuencia didáctica asociada al uso de videos y de herramientas computacionales de simulación y animación. La aplicación del producto se realizó en cinco encuentros en los que se utilizaron todos los recursos citados. Como premisa para la aplicación del producto y la creación del software-MRU, se consideró la Teoría de los Campos Conceptuales de Gérard Vergnaud, que define los aspectos importantes para el proceso de conceptualización. A partir del análisis de los cuestionarios aplicados, se observó una mejora en la comprensión de los conceptos, además de que el procedimiento utilizado hizo las clases más atractivas, posibilitando los resultados detallados a lo largo de este artículo.

Palabras clave: Conceptualización, herramientas computacionales, enseñanza de la física.

Introdução

O processo de ensino-aprendizagem na disciplina de Física ainda é uma tarefa que traz diversas dificuldades para o professor e para o aluno, uma vez que a disciplina envolve muitos fatores necessários para a sua compreensão, exigindo do aluno uma gama de competências e habilidades para que possam, de forma positiva, adquirirem o conhecimento e assim poder aplicá-los em situações, o que pode ser visto nos PCN (1999), “a Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos”. Por muitas vezes, o professor tem o trabalho dificultado, ocasionado por diversos fatores, dentre eles, segundo Cavalcante (2010) a falta de conhecimentos básicos por parte dos alunos (conhecimentos matemáticos e interpretação), poucos recursos para as aulas, e um grande componente curricular de conteúdo.

De acordo com Carvalho (2013), os professores diante de inúmeros desafios, vão em busca de novas formas de ensinar física, no intuito de melhorar a compreensão e tornar as aulas mais atrativas a esses alunos. É comum também ouvir dos alunos que a disciplina de Física é semelhante a Matemática e que apenas é necessário a memorização de equações para ter sucesso na disciplina, o que ocasiona a falta de interesse na conceituação, que são importantes para o entendimento dos tópicos apresentados nas aulas.

A Física tem como estruturação do conhecimento, de acordo com Lozada (2006), a formulação da teoria, a elaboração de um modelo matemático compatível e a experimentação. Pode ser feito uma comparação simples com o ensino dessa disciplina, teríamos como equivalentes, a formulação da teoria com a estruturação conceitual (Conceituação) criada a partir das aulas, a elaboração de um modelo matemático como forma de representação do que foi ensinado na parte conceitual (Teoremas) e a experimentação (Situações) como fatores que dão sentido ao que foi estudado, nesse ponto pode-se inserir ferramentas computacionais que irão reforçar os conceitos, como softwares de modelagem e de animação. Assim para que haja sucesso no ensino de Física é necessário o professor mediar esses três pontos, pois, é ele quem vai direcionar todo o conteúdo ao aluno, moldando o conhecimento através de metodologias que simplificam o processo de aprendizagem.

Os aspectos citados anteriormente, vão de encontro com uma teoria de aprendizagem denominada Teoria dos Campos Conceituais, tendo como autor o matemático, filósofo e psicólogo francês Gérard Vergnaud. Nesta teoria o conceito é tratado como peça principal para o entendimento de qualquer campo conceitual de acordo com Sampaio e Frota (2024, p.3) “A Teoria dos Campos Conceituais supõe que o desenvolvimento cognitivo se dá quando o indivíduo conceitualiza o mundo externo, ou seja, internaliza as coisas reais através de conceitos”.

Para o domínio do conceito são necessários três aspectos, denominados como triplete SIR, respectivamente, Situações, Invariantes Operatórios e Representações, segundo Brandão, Araújo e Veit (2019, p.91) “O domínio de um campo conceitual é um processo lento e progressivo, com avanços e retrocessos, por meio da experiência, maturidade e aprendizagem”. Associando essas definições ao papel do professor, ele terá que promover situações frutíferas para que os alunos criem os seus conceitos a partir destas, associando a estruturas invariantes que resultarão na formulação de teoremas, e por último poderão representar conceitos e invariantes em diagramas, gráficos, equações, dentre outras formas. Após todo esse processo os alunos poderão aplicar os conhecimentos adquiridos.

O presente artigo tem como objetivo mostrar os resultados advindos de uma pesquisa realizada no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, esta pesquisa tinha como objetivo principal analisar a aplicação de um Produto Educacional que visava melhorar a compreensão dos alunos a respeito do conteúdo de Física, Movimento Retilíneo Uniforme,

utilizando ferramentas computacionais, tanto criada pelo professor de Física quanto já existente.

A aplicação de tais ferramentas se deu com a realização de uma sequência didática que se baseou em termos referentes a teoria dos campos conceituais, esta sequência didática foi realizada em cinco encontros, onde agregou aulas teóricas de forma oral inicialmente com o uso de vídeos e aulas práticas com uso de recursos computacionais, em especial o software Modellus e o software criado pelo professor de Física. Para Brito e Purificação (2006) as aulas em que há o uso de softwares de simulação bem como animações são mais divertidas e facilitam o ensino dos fenômenos.

Considera-se relevante todo o Trabalho realizado, uma vez que, tendo como premissa que a conceituação é a base para que haja aprendizagem, passa-se a ter uma melhor estruturação da metodologia que será aplicada aos estudantes, 1 – Conceitos direcionados; 2 – Situações propostas pelo professor; 3 – Representação Simbólicas dos conceitos e teoremas. Alinhando essas características às ferramentas computacionais, obtém-se uma melhor forma de ensinar e uma metodologia que pode proporcionar um maior interesse dos alunos em aprender.

A Teoria dos Campos Conceituais

A Teoria dos Campos Conceituais, é uma teoria cognitivista que visa entender a construção do conhecimento, considerando principalmente o conceito e os processos de conceitualização que levam a absorção e o domínio de determinado conhecimento, segundo Beck e Silva (2020, p. 302) “A conceitualização constitui, para Vergnaud, o centro dos processos de aprendizagem. A capacidade de desenvolver um conceito é o que propicia ao sujeito a passagem de um estado de entendimento para outro mais amplo”.

Vergnaud tem como bases as teorias de Piaget e a influência de Vygotsky, de acordo com Moreira (2002), Vergnaud considera elementos importantes da Teoria de Piaget, como a adaptação, desequilíbrio e reequilíbrio, mas o fator de maior importância que ele considera é o conceito de esquema, que também é necessário na teoria dos campos conceituais, Vergnaud estende o conceito de esquema e o adequa a sua teoria colocando outros aspectos a esse conceito.

No início da formação desta teoria, Vergnaud a direcionou para o ensino de matemática, tendo como objeto de estudo as estruturas aditivas e multiplicativas e os processos

desenvolvidos pelos aprendizes para o domínio deste campo conceitual. Apesar disso, a teoria dos campos conceituais também pode ser aplicada no ensino de ciências, como a Física, a Química e a Biologia, pois, para ele todo o conhecimento é composto por campos conceituais, em que se têm um conjunto de estruturas, que necessariamente precisam ser dominadas para se obter o conhecimento contido naquele campo conceitual.

Segundo Vergnaud (1982, p. 40) “campo conceitual é um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, estruturas, conteúdos e operações de pensamento, conectados uns aos outros e, provavelmente, entrelaçados durante o processo de aquisição”, ou seja, para dominar um campo conceitual é necessário um longo período de tempo, pois, demanda muitas competências para o seu domínio, o que não se pode ser feito de imediato com poucas aulas e sem a percepção dos fatores envolvidos.

Na Teoria dos Campos Conceituais, Vergnaud mostra os fatores envolvidos no processo de aprendizagem necessários para a aquisição, tendo dentre eles, as Situações, o Conceito, os Esquemas e os Invariantes Operatórios. Todas essas características dessa teoria, se mostram com grande importância para o entendimento da construção do conhecimento e são peças-chaves para análise do desenvolvimento cognitivo e para aplicação desta Teoria. Segundo Vergnaud (1994, p. 58) “deve-se dar toda atenção aos aspectos conceituais dos esquemas e à análise conceitual das situações para as quais os estudantes desenvolvem seus esquemas, na escola ou fora dela”.

Para Vergnaud o papel do professor é muito importante no processo de domínio de um campo conceitual, pois, será ele que fará a mediação entre o aprendiz e o conhecimento, proporcionando situações que irão fazê-lo buscar o entendimento. Essa visão de Vergnaud é caracterizada pela influência de Vygotsky, que considera o professor como mediador trabalhando na zona de desenvolvimento-proximal, segundo Moreira (2002, p.8) “Isso se percebe, por exemplo, na importância atribuída à interação social, à linguagem e à simbolização no progressivo domínio de um campo conceitual pelos alunos”. O professor que irá fornecer aos alunos, situações (tarefas) direcionando os aprendizes para a formação de novos esquemas que ocasionarão no domínio de conceito.

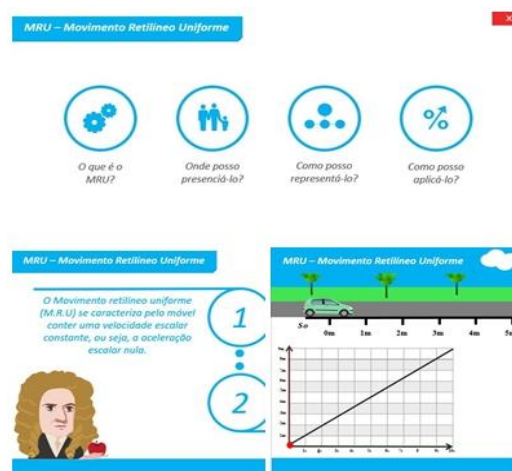
Metodologia

Inicialmente o objetivo do produto educacional foi de criar um pequeno software simples com animações que facilitassem a compreensão dos alunos a respeito do Movimento Retilíneo Uniforme, dando prioridade a conceituação de termos importantes neste tópico da física.

Ao longo de sua criação, foi escolhido como base teórica, a teoria dos campos conceituais de Gérard Vergnaud, que tem como ponto de extrema necessidade para a aquisição de conhecimento, a conceituação. Os principais termos aqui relacionados com a teoria, fazem parte do conjunto que forma o Tripleto SRI, onde teremos as situações que dão sentido ao conceito, os invariantes operatórios (conceito-em-ação e teorema-em-ação) e as representações, todos esses aspectos foram moldados no software simples com animações para que houvesse uma pequena demonstração do processo de conceitualização.

Para a criação do software simples sobre o MRU, foi utilizado uma ferramenta muito conhecida, o PowerPoint, neste software é possível criar animações simples e traçar ligações entre botões criados nele, essas opções do software PowerPoint foram as necessárias para criar o software sobre o MRU, depois de finalizado utilizou-se outro software ISpring, que fez a conversão do arquivo em formato pptx para o formato Html, tornando possível o uso em navegadores de internet. Todo o software é baseado no Tripleto SRI, nele são tratados os principais conceitos sobre o MRU, animações que envolvem estes conceitos, representação simbólica das grandezas, gráficos e equações e questões direcionadas para os alunos responderem ao final do uso. Vejamos abaixo na Figura 1 como ficou a interface deste software:

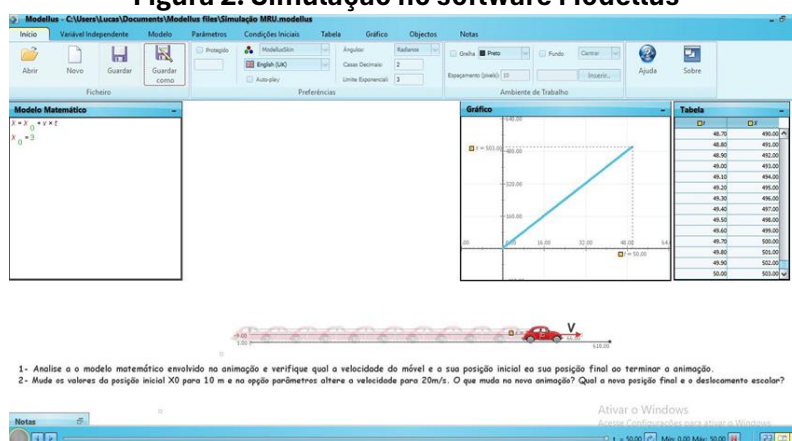
Figura 1: Software Simples sobre o MRU



Fonte: Elaborado pelos autores.

Com a primeira parte concluída, verificou-se também a possibilidade da utilização do software Modellus, para complementação ao software anterior, pois, na Teoria dos Campos Conceituais as Situações são os fatores que dão sentido ao conceito, e essas situações têm a caráter de tarefa, ou seja, o estudante teria que analisar uma situação e poder interferir nesta situação para que a partir dos resultados pudesse complementar os conceitos estudados. No software simples do MRU, há animações que serão tratadas como situações, porém, o aluno apenas poderá visualizá-las, o Modellus vem suprir essa necessidade, pois, trará a possibilidade de interação direta com a animação formulada. Pensando nesta proposta foi criada também uma pequena simulação no referido software, vejamos a seguir na Figura 2:

Figura 2: Simulação no software Modellus



Fonte: Elaborado pelos autores.

Nesta simulação o aluno poderá analisar o movimento de um carrinho que obedecerá a uma função horária. Dentro da simulação há duas questões norteadoras que mostrarão o que o aluno terá que fazer.

Para o uso do Produto educacional por outros professores foi criada também uma Sequência Didática que incorpora o uso dessas ferramentas educacionais, com o objetivo de obter mais aproveitamento dos recursos criados.

A Sequência Didática foi dividida em cinco encontros na qual foram dispostas atividades para fornecer o processo de ensino-aprendizagem:

- Primeiro Encontro: Apresentação da proposta didática e aplicação do teste de conhecimentos;

- Segundo Encontro: Aula teórica sobre o conteúdo Movimento Retilíneo Uniforme com o auxílio de vídeos que fornecem situações para discussão;
- Terceiro Encontro: Aplicação da simulação no software Modellus;
- Quarto Encontro: Aplicação do software MRU;
- Quinto Encontro: Discussão Conceitual e aplicação do Pós-teste.

Com a criação da sequência didática foi finalizado o Produto Educacional, criado com o propósito de melhorar a compreensão dos alunos e fortificar o processo de conceitualização.

Neste Produto Educacional, composto pelo software MRU, Simulação no Modellus e a Sequência Didática, foi abordado um conteúdo que compõe a Mecânica, especificamente a Cinemática, que é um dos primeiros conteúdos em que o aluno do primeiro ano do ensino médio vê na disciplina de Física, o Movimento Retilíneo Uniforme.

A aplicação da sequência didática foi feita com 72 alunos de primeiro ano do Ensino Médio, das turmas A D e E. Eles são atendidos pela Escola de Ensino Médio Dário Campos Feijó localizada na cidade de Martinópolis no estado do Ceará.

Esses alunos sofrem por diversos problemas internos e externos advindos da comunidade em que vivem, aqueles que são da zona rural por muitas não vão para a aula por conta do transporte, sendo mais frequente esta falta no inverno. Outro problema muito percebido é a pouca presença dos pais na vida escolar dos seus filhos, que torna maior o desinteresse pela escola e pelos estudos há muitos outros problemas, mas esses são os mais frequentes.

As dificuldades apresentadas em relação aos conteúdos de física são extremas, pois, os alunos chegam na escola com poucos conhecimentos de interpretação de textos e operações básicas de matemática, tornando um processo lento a aprendizagem das teorias e conceitos da Física.

Resultados e Discussão

A sequência de aulas foi distribuída em cinco encontros, de modo a organizar cada atividade que seria feita durante o processo de ensino. No primeiro encontro, houve uma exposição de informações sobre a metodologia, o conteúdo que veio a ser abordado e dos recursos que seriam utilizados em cada encontro. Nesse primeiro encontro também foi aplicado um pré-teste impresso sobre o Movimento Retilíneo Uniforme para verificar o nível de

conhecimento das turmas, pois o conteúdo destacado já havia sido contemplado durante o ano letivo.

Figura 3: Pré-Teste aplicado aos alunos
Teste de Conhecimentos – Movimento Retilíneo Uniforme

1. Você poderia citar algumas grandezas que são importantes para a compreensão do movimento.

2. A cinemática é uma parte da física muito importante para o entendimento de muitos conceitos, cite o principal objetivo dessa área da física.

3. Quais os tipos de movimento estudados pela Cinemática?

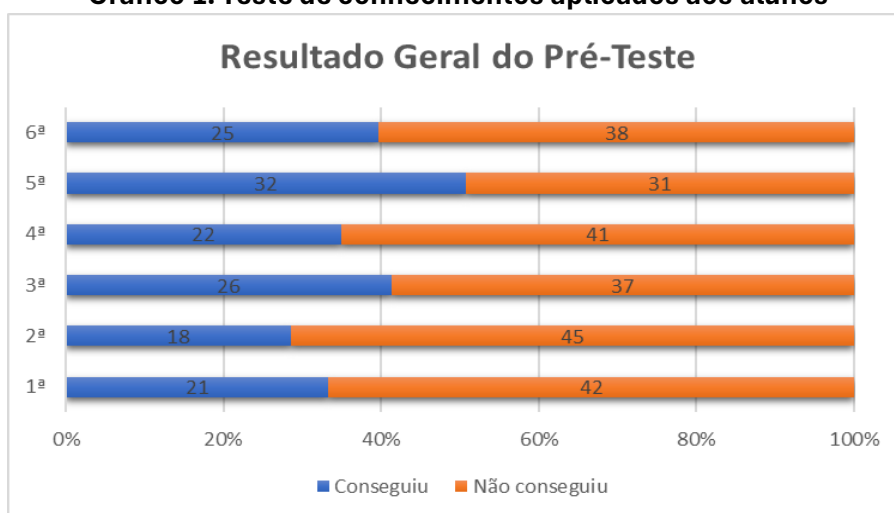
4. Em relação ao movimento retilíneo uniforme, quais as suas principais características e onde pode ser percebido?

5. Considerando que um corpo se movimenta segundo a equação $S = 8 + 3t$ (no SI), a posição inicial e a velocidade desse corpo são respectivamente:
a) 3 m e 8 m/s b) 11 m e 5 m/s c) 8 m e 3 m/s d) 5 m e 11 m/s e) 0 m e 3 m/s
6. Um automóvel inicia uma viagem no km 100 de uma rodovia às 10 horas da manhã (t1), chegando ao km 340 às 14 horas (t2). Determine a velocidade média deste móvel.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A seguir é possível analisar os resultados dos testes aplicados no primeiro encontro, em uma visão geral dos resultados de todas as turmas. Vejamos o Gráfico 1:

Gráfico 1: Teste de conhecimentos aplicados aos alunos



Fonte: Elaborado pelos autores.

O resultado geral de todas as turmas, mostra que apesar de já terem visto o conteúdo de Movimento Retilíneo Uniforme, a compreensão dos conceitos e aplicação dos teoremas em situações-problema ainda está muito debilitada, a metodologia aplicada aos alunos no primeiro contato com o conteúdo, apesar de aplicação de experimentos e com a problematização dos conceitos, não teve o devido aproveitamento para que houvesse uma maior compreensão. Não necessariamente isso se deve estritamente a metodologia que foi aplicada, mas também a outros fatores externos que fogem ao domínio do professor, como a infrequência nas aulas, falta de transporte escolar para os alunos da zona rural e a pouca carga horária da disciplina.

Com aplicação da sequência didática e com a utilização de ferramentas computacionais, objetivou-se sanar esses problemas em relação ao domínio do conteúdo que já havia sido apresentado aos alunos, sempre visando a conceitualização para melhorar a compreensão e aplicação dos conceitos.

No segundo encontro com as turmas, foi feita uma abordagem conceitual do Movimento Retilíneo Uniforme, de modo que os alunos pudessem observar situações, a partir de vídeos escolhidos pelo professor, com o intuito deles irem criando os seus próprios conceitos, desta forma neste segundo encontro foram feitas muitas indagações a respeito dos vídeos, para que se motivassem a tentar explicar o que estava ocorrendo.

O terceiro encontro ocorreu no laboratório de informática e foi onde se teve a primeira aplicação de uma das ferramentas computacionais, o Modellus, os alunos utilizaram de uma simulação simples sobre o movimento retilíneo uniforme e a partir dessa simulação puderam analisar o movimento de um móvel que obedecia a uma equação horária da posição e, além disso puderam verificar todo o movimento sendo representado no gráfico e com os valores na tabela. Após responder as questões impostas os alunos tiveram a liberdade de modificar os valores e explorar toda a simulação

Figura 4: Alunos realizando atividade da sequência didática, utilizando o Modellus



Fonte: Elaborado pelos autores.

No quarto encontro da sequência didática, foi utilizado a segunda ferramenta computacional, o software sobre o MRU, criado pelo professor de Física a partir do PowerPoint. O objetivo da utilização desse software foi exatamente o fortalecimento de conceitos que vinham sendo consolidados desde o segundo encontro. O software foi planejado a partir de aspectos da teoria dos campos conceituais de Gérard Vergnaud. Dessa forma os alunos puderam, rever conceitos detalhados que fazem parte do tópico MRU, além disso, perceberam esses conceitos em duas situações propostas e visualizaram as formas de representação simbólica inseridas neste Tema. Ao final os alunos puderam aplicar os conhecimentos adquiridos em três questões propostas dentro do software, para que verificar o aproveitamento sobre o conteúdo. A aula do quarto encontro foi realizada também no laboratório de informática em que, do mesmo modo que o terceiro encontro, as turmas foram separadas em duplas.

Figura 5: Aluno no Quarto encontro, utilizando o software criado pelo professor



Fonte: Elaborado pelos autores.

No último encontro da sequência didática, foi aplicado um pós-teste referente ao tema abordado durante as aulas e um questionário, que considerava a opinião dos alunos sobre a utilização das ferramentas computacionais, utilizadas nos encontros.

Figura 6: Pós-Teste aplicado aos alunos

Pós - Teste – Movimento Retilíneo Uniforme Ano/Série: _____

1. Você poderia citar algumas grandezas que são importantes para a compreensão do movimento.

2. Em relação ao movimento retilíneo uniforme, quais as suas principais características e onde pode ser percebido?

3. (TÓPICOS DE FÍSICA) Em certo instante, um automóvel encontra-se no km 120 de uma rodovia. Em outras palavras, o espaço do automóvel nesse instante é igual a 120 km. Isso significa que:

a) o automóvel já percorreu 120 km certamente.
b) o automóvel está em movimento no referido instante, no sentido da trajetória.
c) o automóvel, nesse instante, está em repouso.
d) o automóvel encontra-se a 120 km do km 0, medidos ao longo da trajetória.
e) a distância percorrida do local em que o automóvel está até o km 0, medida em linha reta, é 120 km necessariamente.

4. Considerando que um corpo se movimenta segundo a equação $S = 8 + 3 t$ (no SI), a posição inicial e a velocidade desse corpo são respectivamente:

a) 3 m e 8 m/s b) 11 m e 5 m/s c) 8 m e 3 m/s d) 5 m e 11 m/s e) 0 m e 3 m/s

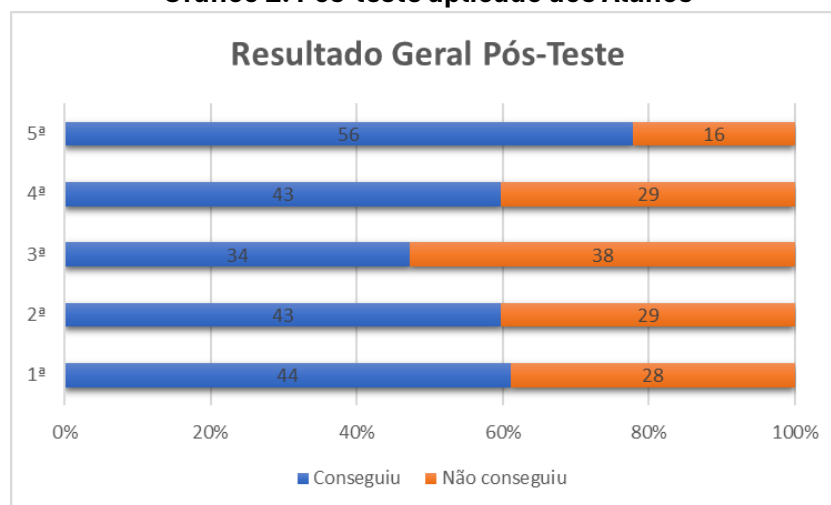
5. Um automóvel parte da cidade de Fortaleza às 06 horas e chega a cidade de Camocim às 13 horas. Sabendo que a distância entre essas cidades é de 364 km, a velocidade média desse automóvel no decorrer do percurso foi de:

a) 90 Km/h b) 74 Km/h c) 69 Km/h d) 52 Km/h e) 48 Km/h

Fonte: Elaborado pelos autores.

Vejamos os resultados nos gráficos a seguir:

Gráfico 2: Pós-teste aplicado aos Alunos

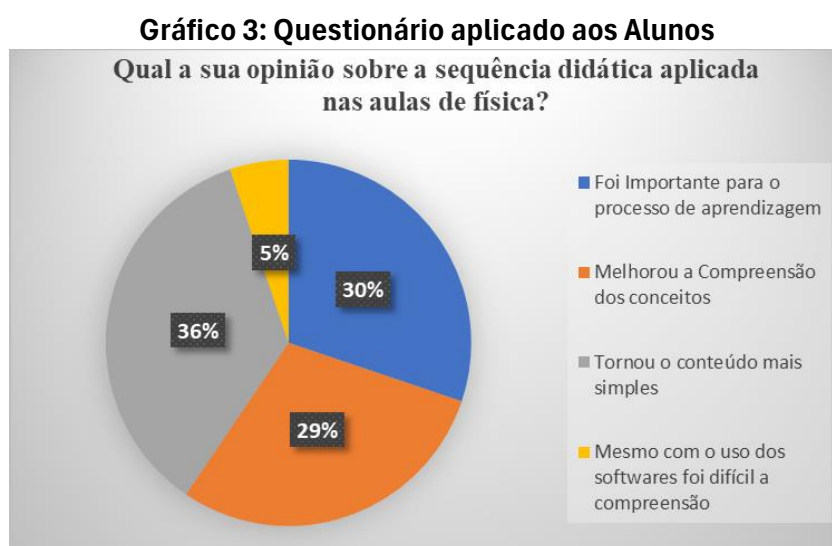


Fonte: Elaborado pelos autores.

Quando se analisa o total de alunos, fica visível que houve sim uma razoável evolução no estado em que os alunos se encontravam antes da aplicação da sequência didática, tanto em questões que envolvem conceitos, quanto em questões que envolvem cálculos matemáticos. Pode-se observar que na maioria das questões mais de 50% tiveram um resultado satisfatório o que não ocorria anteriormente, pode-se concluir que os conceitos sobre o Movimento Retilíneo Uniforme foram estruturados com mais eficiência durante a aplicação da sequência didática, ou seja, através da aplicação das ferramentas computacionais utilizadas, a construção do conceito foi melhor consolidada tornando mais fácil o processo de aprendizagem.

Em decorrência de uma melhor estruturação de conceitos, a aplicação desses se torna mais simples, onde foi mostrado também nas questões em que evoluíram situações pertinentes ao conteúdo, onde a maioria dos alunos também conseguiu resolvê-las.

Após a aplicação do pós-teste, foi aplicado aos alunos um questionário sobre a opinião deles sobre a sequência didática e a utilização de ferramentas computacionais, principalmente o software sobre MRU criado pelo professor de Física. Vejamos a seguir nos gráficos 3 e 4 o resultado desses questionamentos.

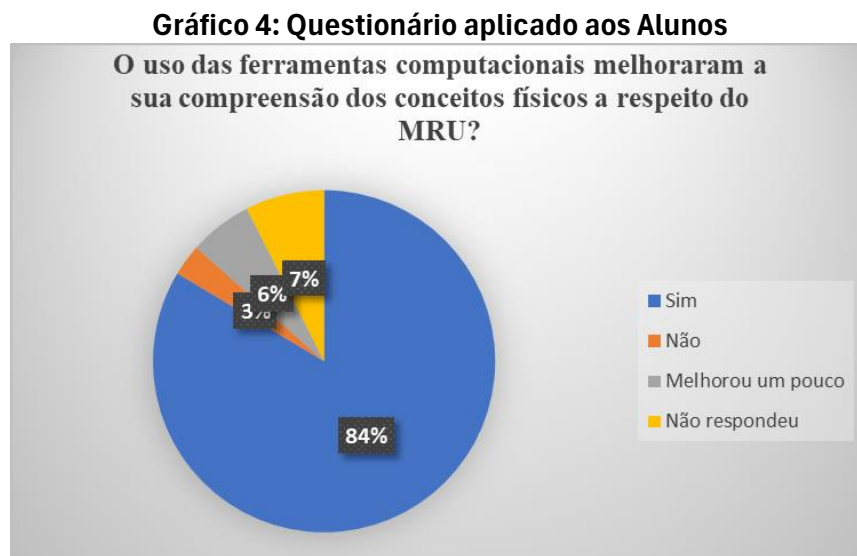


Fonte: Elaborado pelos autores.

Quando perguntados sobre a sequência didática que foi aplicada ao longo das aulas a maioria dos alunos, cerca de 36% opinou que o conteúdo veio a ser mais simples, 30% dos alunos responderam que foi importante para o processo de aprendizagem, 29% dos alunos responderam que melhorou a compreensão dos conceitos vistos em sala de aula e 5% dos

alunos disseram que apesar do uso de conceitos vistos ainda foi difícil a compreensão dos conceitos vistos, essa parcela de 5% pode ser explicado pela dificuldade de utilização do computador, pois, ainda alguns alunos nem sequer haviam tido contato com essa ferramenta.

A partir das respostas desses alunos considera-se que a aplicação da sequência didática com o auxílio das ferramentas computacionais tenha sido positiva e melhorado a compreensão deles a respeito do Movimento Retilíneo Uniforme. No gráfico a seguir é perguntado sobre o uso das ferramentas, vejamos os resultados:



Fonte: Elaborado pelos autores.

Verifica-se que a maioria dos alunos, cerca de 84%, deu uma resposta positiva ao uso das ferramentas computacionais para auxílio no processo de construção de conceitos e na compreensão desses. Ainda 6% desses alunos responderam que melhorou um pouco na compreensão dos conceitos, 3% afirmaram que não houve benefício nas aulas e 7% não responderam. Abaixo vemos as justificativas quanto a este questionamento direcionado a eles.

Aluno 1: “Sim, é uma forma mais espontânea e muito melhor para a compreensão de todos”

Aluno 2: “Sim, porque é mais didático e o aluno não depende do professor, é bem resumido e prende a atenção do Aluno e é mais uma plataforma de estudo”

Aluno 3: “Sim, vendo e olhando as imagens das animações e os gráficos fica muito mais fácil a compreensão além de chamar a atenção dos estudantes.”

Aluno 4: “Sim, porque fica tudo mais detalhado, mais explícito e melhora a compreensão.”

Aluno 5: “Mais ou menos, pois a matéria é bem complicada e um pouco complexa, mas com muito esforço dá para compreender conteúdo, no computador tiramos várias dúvidas sobre o MRU.” (Questionário aplicados aos alunos)

Através dessas repostas percebemos que houve uma satisfação, quanto ao uso das ferramentas computacionais, os alunos que responderam que não houve melhoria na compreensão dos conceitos, não justificaram as suas respostas.

No mesmo questionário foi perguntado sobre os aspectos positivos e os pontos a melhorar das ferramentas utilizadas, Modellus e o software do MRU, no quadro abaixo estão dispostas algumas das opiniões dos alunos, vejamos a seguir:

Quadro 1: Opinião dos alunos sobre as ferramentas computacionais

	Modellus		Aplicativo - MRU	
	Pontos Positivos	Pontos a Melhorar	Pontos Positivos	Pontos a Melhorar
Aluno A	Mais facilidade no estudo.	Melhorar a explicação de como utilizar o aplicativo	Facilidade na Compreensão	Poder ser feito em todos os assuntos da física, e utilização em casa.
Aluno B	Software interessante, explicativo.	Complexidade ao usá-lo	Explicativo e de fácil uso.	Poderia ter mais questões para treinar os conhecimentos
Aluno C	O Modellus é um software muito bom, pois dispõe de gráficos, simulações, fórmulas etc.	Tem uma complexidade em relação ao uso.	É um aplicativo no qual dispõe de diversas formas de entender o MRU.	Deveria ter mais questões e uma maior instrução para utilizá-lo
Aluno D	A simulação ajuda na aprendizagem.	Satisfeito com o aplicativo.	O aplicativo ajuda a tirar dúvidas e explica bem os conceitos.	Satisfeito com o aplicativo.
Aluno E	Facilita a compreensão.	Dificuldade inicial no uso do software.	No aplicativo tenho a possibilidade de entender os assuntos mais rapidamente.	Maior utilização nas aulas.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Diante de todo o trabalho realizado com os alunos através da aplicação da sequência didática com o auxílio de ferramentas computacionais, pode-se perceber que foi possível proporcionar uma melhora no interesse dos alunos, tornando mais prazerosas as aulas dadas pelo professor. O uso de ferramentas computacionais inseridas no ensino de Física, melhoraram o aproveitamento na disciplina, tanto na parte conceitual quanto na parte de aplicação em

situações. Isso se deve ao fato de que quando se utiliza de forma correta os softwares de simulação e animação é possível sim, obter um aproveitamento relevante na compreensão das teorias e equações. Apesar de ter havido diversas dificuldades na aplicação, como a indisciplina das duas turmas 1ºD e 1ºE, a infrequência e a falta de conhecimentos básicos de informática, conseguiu-se finalizar com sucesso o que estava proposto inicialmente. Considera-se então positivo o uso da metodologia que foi aplicada com os alunos da EEM Prof. Dário Campos Feijó.

Visando buscar sempre a melhoria nas aulas de Física, pretende-se continuar na linha de pesquisa aqui especificada, criando softwares de outros conteúdos de Física e aplicando sob a mesma perspectiva da Teoria dos Campos Conceituais, o aspectos da Teoria de Vergnaud podem contribuir para o ensino de diversos tópicos da disciplina de física e é interessante buscar novas

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) no Polo 56 composto pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Sobral e a Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA, teve também o apoio da escola EEM Prof. Dário Campos Feijó, onde foi aplicada a pesquisa.

Referências

- BRITO, G. Da S.; PURIFICAÇÃO, I. Da. **Educação e novas tecnologias**. Curitiba: Ibpx, 2006.
- BECK, V. C.; SILVA, J. A. **Invariantes operatórios de generalização algébrica mobilizados por crianças em uma situação de comutatividade na adição de números naturais**. VIDYA, v. 40, n.2, p. 299–314, 2020.
- BRANDÃO, R. V.; ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A. **A Estratégia da Modelagem Didático-Científica para a Conceitualização do Real no ensino de Física: Um estudo de caso com Professores do ensino médio**. Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 12, n.1 p. 85 – 110, maio. 2019.
- CARVALHO, João. **Modelagem computacional no ensino de física**. Congresso Internacional ABED de EaD. 2013. < <http://www.abed.org.br/congresso2013/trabalhos/311.pdf> >
- LOZADA, Clara de Oliveira et al. **A modelagem matemática aplicada ao ensino de física no ensino médio**. Revista Logos, Rio de Janeiro, v. 14, p.2-12, 2006. Semestral.
- MOREIRA, M. A. **A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área**. Investigações em ensino de ciências. 2002. 7(1), 7-29. < <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/141212/000375268.pdf> >

PINO, J. C.; TAUCEDA, K. C. **Processos cognitivos e epistemologias da teoria dos campos conceituais de Gérard Vergnaud, do ensino narrativo e do aprender a aprender**. Ciências & Cognição, v. 19, n.2, p.256-266. 2013

SAMPAIO, Wilton Souza; FROTA, Diego Araujo. Conceitos de Mecânica Quântica para o Ensino Médio por meio de um jogo de tabuleiro. **Revista Ensino em Debate**, Fortaleza, v. 2, p. e2024014, 2024. DOI: 10.21439/2965-6753.v2.e2024014.

VERGNAUD, G. **A classification of cognitive tasks and operations of thought involved in addition and subtraction problems**. In Carpenter, T., Moser, J. & Romberg, T. (1982). Addition and subtraction. A cognitive perspective. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum, 1982, p. 39-59.

VERGNAUD, G. **Multiplicative conceptual field: what and why?** In Guershon, H. and Confrey, J.. (Eds.) The development of multiplicative reasoning in the learning of mathematics. Albany, N.Y.: State University of New York Press, 1994, p. 41-59.

Submetido em 17 de julho de 2024.

Aceito em 03 de setembro de 2024.

Publicado em 23 de setembro de 2024.