

O ESTADO DA ARTE DO SOFTWARE MODELLUS APLICADO AO ENSINO DA FÍSICA

THE STATE OF THE ART OF MODELLUS SOFTWARE APPLIED TO PHYSICS TEACHING

Artigo de Revisão

Andréa Freitas de Sousa¹

 <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

Francisco Leandro de Oliveira Rodrigues²

 <https://orcid.org/0000-0001-9828-781X>

Josué da Silva Cavalcante³

 <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

Diego Araújo Frota⁴

 <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

RESUMO

Nesse trabalho faz uma pesquisa bibliográfica do tipo Estado da Arte sobre o *software Modellus* nos períodos entre 1997 e 2020. A investigação foi baseada em artigos presentes no Portal de Periódicos da Capes. Na busca, foram encontrados 82 artigos científicos que contemplam produções em diversas áreas da Física. Observou-se que a grande maioria dos trabalhos está vinculada aos níveis de ensino médio e superior, o que constata a funcionalidade do *software Modellus* para qualquer nível educacional. Além disso, o referido *software* pode ser utilizado como proposta para formação continuada de professores, com uma abordagem didática para a diminuição da evasão escolar, acompanhada de uma interação entre teoria e modelagem. Como resultado, verifica-se um aumento de publicações sobre essa temática no ano de 2012 e 2015, mais especificamente na área de mecânica e em TICs. Entretanto, ainda é notável a carência em várias subáreas da Física, como Astronomia, Óptica, Eletro magnetismo e Hidrodinâmica. Além disso, há poucas produções voltadas para o nível de ensino fundamental.

Palavras-chave: Estado da arte. *Modellus*. Ensino de Física.



Recebido em: 06/11/2022

Aprovado em: 12/12/2022

Autor para correspondência:

Francisco Leandro de Oliveira Rodrigues

E-mail: rodrigues_oliveira@uvanet.br



Copyright (c) 2022 Essentia - Revista de Cultura, Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual Vale do Acaraú
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

¹Graduação em Licenciatura em Física pelo Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia (IFCE) - Campus Sobral. Sobral, Ceará, Brasil. E-mail: andrea.freire.sousa05@aluno.ifce.edu.br

²Graduação em Licenciatura em Física pela Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA). Mestre e Doutor em Física pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Docente do curso de Física da UVA. Coordenador adjunto do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) - Polo 56. Sobral, Ceará, Brasil. E-mail: rodrigues_oliveira@uvanet.br

³Graduação em Licenciatura em Física pela Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA). Docente na Secretaria de Educação do estado do Ceará (SEDUC). Mucambo, Ceará, Brasil. E-mail: cavalcante961101@gmail.com

⁴Doutor em Física pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Docente do curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal do Ceará (IFCE) - Campus Sobral. Docente do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) - Polo 56. Sobral, Ceará, Brasil. E-mail: diego.frota@ifce.edu.br

ABSTRACT

In this work, a bibliographic research of the State of the Art type is carried out on the Modellus software in the periods between 1997 and 2020. The investigation was based on articles present in the Capes Periodicals Portal. In the search, 82 scientific articles were found that include productions in several areas of Physics. It was observed that the vast majority of the works are linked to the high school and college levels, which confirms the functionality of the Modellus software for any educational level. In addition, this software can be used as a proposal for continuing education for teachers, with a didactic approach to reduce the school dropout rate, accompanied by an interaction between theory and modeling. As a result, there is an increase in publications on this topic in 2012 and 2015, more specifically in the area of mechanics and TICs. However, it is still notable the lack in several subareas of Physics, such as Astronomy, Optics, Electromagnetism and Hydrodynamics. In addition, there are few productions aimed at the elementary school level.

Keywords: State of art. Modellus. Physics Teaching.

INTRODUÇÃO

Uma pesquisa conhecida como Estado da Arte é conveniente para que se tenha certa visão sobre um dado assunto em uma área de conhecimento, pois através dela é possível compreender tendências em um campo de pesquisa, ver o que ainda não foi produzido e identificar as lacunas existentes para que, a partir daí, se possa desenvolver uma nova pesquisa com o tema. Sobre tudo, o Estado da Arte traz percepções de como o tema vem sendo destaca do em diversas épocas e culturas e em que condições as pesquisas acadêmicas foram elaboradas. O que incentiva um pesquisador é o fato dele ter o conhecimento total da grandeza das obras e dos estudos em uma determinada área. Por isso, há necessidade de investigação e conhecimento do Estado da Arte de um determinado tema, objetivando unir artigos, TCCs, dissertações, teses e demais trabalhos de cunho acadêmico para a obtenção dos diversos tipos de informações, e seus resultados.

Portanto, conforme Ferreira (2002) é importante salientar a política de geração de catálogos dessas obras cuja finalidade é expor as pesquisas feitas à sociedade científica como uma forma de constatar que os trabalhos feitos ao longo do tempo não se limitam apenas às prateleiras das Universidades. Mais que isso, é uma forma de avaliação que a sociedade exige sobre a comunidade científica, a qual é a responsável por acompanhar a modernidade econômica e a produtividade.

Dentre essas avaliações, mostra-se importante o acompanhamento da evolução tecnológica no mundo, principalmente pelo emprego das linguagens

de programação na criação de *softwares* de diversos tipos. Dentro do âmbito do ensino de Física, verifica-se a existência de poucos *softwares* com enfoque no aprendizado intuitivo de princípios e leis. A pesquisa do Estado da Arte de ferramentas como essa nos permite acompanhar sua aceitação dentro da comunidade do ensino, bem como a frequência e quantidade de trabalhos publicados relacionados ao uso das mesmas.

Nessa perspectiva, destacamos neste trabalho a pesquisa do Estado da Arte do *software Modellus*, bem como sua relevância para o ensino de Física. Esse apresenta uma interface de fácil acesso para professores e alunos que possuem pouco ou nenhum domínio referente ao uso de linguagens de programação. Dessa forma, o *Modellus* pode ser empregado na demonstração de alguns princípios da Física, principalmente aqueles pertencentes ao estudo da cinemática como, por exemplo, o movimento em queda livre. Dentro do apresentado, a seguir apresentamos à justificativa e os principais objetivos deste trabalho.

A principal justificativa para a escolha do tema está associada à relevância que a tecnologia vem crescendo no meio educacional e social. Como essas ferramentas vêm ajudando bastantes nas resoluções de problemas de matemática e Física, em equações bem complexas, que hoje há uma necessidade com o uso da linguagem de programação. Porém, o *Software Modellus*, não necessita de conhecimentos em linguagem de programação, o que torna essa ferramenta acessível a qualquer usuário, podendo ser aplicado a todos os níveis de ensino. Desta forma, o *Modellus*, pode ser empregado na demonstração de alguns princípios da Física. A utilização de *Softwares* educacionais é de grande importância, tanto para o ensino presencial, quanto ao ensino remoto, principalmente, no fato de substitui os experimentos de Física, em escolas que não tem o laboratório físico.

Neste sentido, tem-se como objetivo geral, verificar a importância do Estado da Arte do *software Modellus* aplicado ao ensino de Física para se obter informações de quais áreas da Física houve pesquisas sobre esse *Software*. Com o Estado da Arte pode-se verificar, por exemplo, se a referida ferramenta é carente no âmbito de ensino, analisar em que período a pesquisa se intensificou ou paralisou, conferir se os resultados alcançados foram satisfatórios ou não. Os objetivos específicos foram os seguintes: (i) ter conhecimento de quantos trabalhos foram feitos, publicados e sua relevância social para o ensino de física; (ii) verificar quais abordagens

temáticas foi utilizado e (iii) realizar uma análise do crescimento da produção no período em questão de 1997 a 2020 (Este período está relacionado com o primeiro registro encontrada na pesquisa com a época foi realizado este trabalho, final de 2020).

Este trabalho está dividido em 6 seções, incluindo esta seção. Na seção 2, apresentamos uma breve descrição da trajetória e evolução das bibliotecas eletrônicas virtuais, destinando nosso foco para o Portal de Periódicos da Capes, a base de dados que fundamenta esta pesquisa, utilizada para as buscas dos trabalhos selecionados. Na seção 3 faz-se uma rápida descrição do *software Modellus*, acompanhada da demonstração da criação de um modelo de movimento harmônico simples, no qual um elétron oscila em torno do centro de uma espira carregada eletricamente. Na seção 4 descrevemos a metodologia seguida no trabalho, a qual é dividida em 3 fases: levantamento bibliográfico, leitura detalhada dos artigos, classificação e quantificação dos artigos. A parte central do trabalho é composta pela seção 5, na qual apresentaremos as discussões e todos os resultados obtidos com o estudo bibliográfico realizado. Finalizando com a seção 6, apresentamos as principais conclusões do trabalho, motivadas pela grande variedade de abordagens temáticas relacionadas ao uso do *software Modellus*, bem como a importância dessas ferramentas para o ensino e para a formação continuada de professores.

REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção é apresentada uma breve descrição da evolução das bibliotecas eletrônicas virtuais. Detalham-se as características próprias de cada biblioteca: local, virtual e digital. Especificadamente o Portal de Periódico da Capes, que é a biblioteca desenvolvida nesta pesquisa.

Bibliotecas Eletrônicas Virtuais

A trajetória de evolução das bibliotecas, em geral, foi dividida em três fases, segundo (MARCHIORI, 1997) e (PEREIRA, 1999). Na primeira fase, apresenta-se uma biblioteca convencional, com uma coleção composta por materiais como argila, pergaminho entre outros, antes da folha impressa. Depois passou para catálogos em fichas e para a escrita em livro, etapa, esta compreendida por Aristóteles. Na segunda fase, os acervos foram catalogados em computadores, surgindo assim à era das bibliotecas virtuais, permitindo a disseminação ao conhecimento através do acesso aos bancos de dados. E por último, a biblioteca digital, com o

avanço da internet, deixando de ser apenas um espaço físico.

Diferentemente de uma pesquisa realizada no Google, as bibliotecas digitais permitem um acesso mais dirigido, pois geralmente estão ligadas às instituições de relevância acadêmica, científica e literária. Sendo assim, as bibliotecas digitais marcam um avanço significativo para a educação, sendo uma ferramenta relevante para que mais pessoas possam ter acesso à informação. O conceito de biblioteca eletrônica segundo Marchiori (1997) é o termo no qual o meio de acesso é de natureza eletrônica, onde o recurso básico é o computador e na construção de bases de dados on-line, que permitam aos usuários acesso a informação, pesquisas textuais, em recuperar e armazenar registros. Por anos, as bibliotecas tinham como características o meio impresso, sejam através de livros, manuscritos entre outras formas de impressão. Porém, essa forma de armazenamento, era vista como “parada”, limitando-se apenas ao espaço para leitura, e não adaptável.

A biblioteca virtual depende de um software avançado que reproduza o ambiente de uma biblioteca local, em mais de uma dimensão. O ambiente virtual interativo, onde possa acessar uma sala, escolher um livro convencional, pegá-lo e fazer a leitura. Todavia, o material está armazenado no computador através de rede de informação e na mente de quem ler.

Alguns autores, como Macedo e Modesto (1999) conceitua biblioteca virtual ao uso da tecnologia da realidade virtual, seria mais um ambiente não presencial, adaptável aos recursos próprios do meio virtual. “Enquanto a biblioteca digital, não possuem livros tradicionais e sua forma de transmissão é apenas digital, sem espaço físico”. Diminuindo as fronteiras de acesso a informação e comunicação, apenas com um *click*. Um dos pontos positivos, é, portanto, o registro digitalizado, podendo ser divulgado facilmente, de forma remota e com custo mais baixo. O acesso ao “livro” por mais de um leitor simultaneamente.

As mudanças entre essas bibliotecas são nítidas, até então as preocupações se resumiam ao local e ao tempo, ao horário de funcionamento dos bibliotecários. Atualmente, o que é necessário, seria a autenticidade das informações acessadas, quem produziu e se tem mesmo veracidade.

Krzyzanowski (1997) defende que a biblioteca virtual deve existir como a poio e influência no aumento das bibliotecas locais e não substituí-las. E

alertar aos usuários novas opções de se chegar à informação. Por um lado, Hatvany (1996) é a favor de uma biblioteca que alcance a todos os usuários, independentemente da localização ou o tipo de ferramenta tecnológica. "Considera imprescindível a colaboração entre instituições, a fim de expandir e tornar acessível o conjunto do saber humano." (HATVANY, 1996, p.246-247).

Portal de Periódicos da CAPES

A origem da história do Portal de Periódico da Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) começou por volta dos anos 90, foi quando Ministério da Educação (MEC) tinha o propósito de intensificar a pós-graduação no território brasileiro, fundou o então, programa para bibliotecas de Instituições de Ensino Superior (IES).

O Periódico foi criado oficialmente em 2000, o portal de periódicos da Capes é uma biblioteca virtual que disponibiliza produções científicas nacionais e internacionais. Esse portal surgiu tendo em vista o *déficit* de acesso das bibliotecas brasileiras à informação científica internacional. De início, a biblioteca virtual continha 1.419 periódicos, mas hoje ela conta com um acervo com mais de 45 mil títulos com texto completos, 130 bases referenciais, 12 bases dedicadas exclusivamente a patentes, além de livros, enciclopédias e obras de referência, normas técnicas, estatísticas e conteúdo audiovisual.

Em 2002, a portaria foi premiada pelo Conselho Regional de Biblioteconomia, pela ampliação ao acesso a informação científica. No ano de 2003, fez parceria com a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), com o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), e com o Consórcio de Periódicos Eletrônicos (Copere), que reúne Universidades privadas de São Paulo.

De acordo com a acessória de imprensa do periódico da Capes (2008) a Universidade de São Paulo (USP) é a responsável pelas visitas do portal. A mesma possui uma grande quantidade de alunos, incluindo cursos superiores e pós graduações do país, totalizando, 18,5 % de acesso ao portal de periódico da Capes. O Periódico Capes se consolidou como uma plataforma primordial para as áreas de ensino e pesquisa no Brasil. As vantagens são inúmeras aos seus leitores: reúne muitas informações em um único espaço virtual, acervos atualizados, como livros são publicados no continente europeu, e na América do Norte são facilmente localizados pelo portal.

O Software Modellus

Nesta seção descreve a funcionalidade do software *Modellus* usado nesta pesquisa, assim como uma demonstração de uma simulação sobre Movimento Harmônico Simples (MHS).

O *Modellus* é um software de acesso livre para uso educacional e criado pelo professor Vitor Duarte Teodoro da Universidade Nova de Lisboa em Portugal, com o auxílio de João Paulo Duque Vieira e Felipe Costa Clérigo. É uma ferramenta que serve de apoio para as aulas de Física ou áreas afins em que a ideia central é criar animações a partir da interpretação de equações matemáticas que giram em torno de um fenômeno físico. Pode ser utilizado como ambiente virtual pelo professor em sala de aula, fazendo com que o estudante manipule as atividades que já vêm prontas como a modificação de dados e parâmetros ou, simplesmente, com a criação do seu próprio modelo. O uso de tal *software* é vantajoso, pois o aluno, diante de qualquer situação problema, poderá por si próprio desenvolver sua atividade de simulação (ESTEVES, 2016).

Alguns autores alegam a importância da modelagem computacional nas Diretrizes Curriculares do Ensino Médio (DCNEM), pois defendem que as aulas se tornam mais dinâmicas, atualizadas e próximas da realidade. Assim, é possível ajudar o aluno a pensar, compreender fenômenos naturais e construir modelos matemáticos. Segundo os desenvolvedores do programa:

O *Modellus* é um software baseado na ideia de que o modo como se pensa num modelo matemático como papel e lápis devem estar tão próximo quanto possível do modo como se pensa no modelo com o computador. O *Modellus* permite a exploração de modelos baseados em funções, em equações diferenciais ordinárias, em equações de diferenças finitas e em interações. O motor do cálculo é também capaz de terminar derivadas simbolicamente. O utilizador pode construir "animações", gráficos e tabelas nas grandezas de modelo (FERREIRA, 2014, p.2).

Conforme a concepção construtivista Papert (1994, apud Gileno, p.3, 2008) um software só é considerado uma ferramenta educacional se essa possibilita um ambiente interativo e que seja capaz de investigar e desenvolver hipóteses para que o estudante reflita, crie e solucione os problemas encontrados, contribuindo para a construção do conhecimento. A aprendizagem é um processo que vai além da construção pessoal, está vinculado ao meio social e as ferramentas que agregam ao processo de construção de conhecimento.

Portanto, conforme Teodoro e Viet (2002, p.2-3), os programas de modelagem são de grande importância no ensino/aprendizagem nas Ciências da Natureza e Exatas do século XXI, pois a compreensão do conhecimento científico se norteia pelo manuseio de softwares e modelagens matemáticas. Com base na DCNEM, não se enfatiza somente o desenvolvimento de competências e habilidades em cada disciplina, mas a parte de contextualização.

O *software Modellus* tem inúmeras vantagens como as que seguem:

1. Dispensa conhecimentos prévios em linguagem de programação, diferentemente de outros softwares, pois a escrita é praticamente a mesma que se usa usualmente, tanto para funções básicas, como para equações mais complexas;
2. Existe a opção de elaborar animações com objetos e modelagens matemáticas (taxas de variação, derivadas, equações diferenciais);
3. Permite utilizar ao mesmo tempo imagens, gráficos e equações.
4. Aulas de Física se tornam menos mecanizadas, dando ampla autonomia ao aluno para explorar e intervir;
5. Multidisciplinar por ser comum encontrar aplicações em outras áreas como a Química e Biologia.

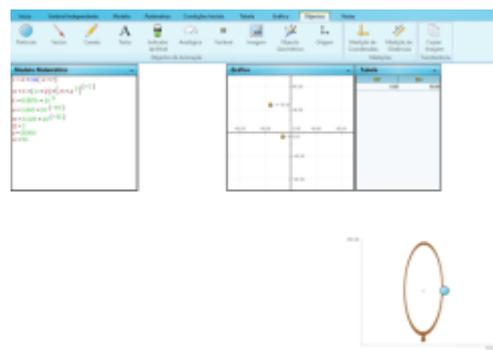
Basicamente, o *Modellus* cria simulações através de modelos matemáticos relacionando as equações com elementos interativos do programa, como por exemplo, uma partícula ou um vetor, dando vida aos objetos ilustrados (ESTEVEZ, 2016).

Como demonstração de uso do *Modellus*, foi feita uma simulação do Movimento Harmônico Simples (MHS) realizado por um elétron em torno do centro de uma espira circular carregada positivamente (Figura 1), para deslocamentos pequenos, muito menores do que o raio da espira. O modelo matemático que descreve a frequência de movimento ω_0 é função da carga Q e do raio a da espira e dada por $\omega_0 = 1,580 \cdot 10^{21} Q/a^3$. Portanto, a frequência de movimento é uma função da carga e do raio da espira. Esse é somente uma das inúmeras aplicações do *Software Modellus* aplicada para a Física.

Já se sabe da literatura que são inúmeras as aplicações como Cinemática (RAMOS, 2011), Gravitação (SOUZA, 2016) e Óptica (ANDRA DE, 2015). Todavia, como já mencionado anteriormente, tem-se

a necessidade de quantificar as áreas de conhecimento mais e menos utilizadas, quais periódicos foram publicados e demais informações pertinentes sobre como esse trabalho pode ser desenvolvido.

Figura 1. Modelo matemático do movimento harmônico simples de um elétron em torno do centro de uma espira circular carregada positivamente. Sobral. Ceará. Brasil. 2022.



Fonte: Elaborado pelos autores.

MÉTODO

Este trabalho é caracterizado como uma produção do Estado da Arte do *Software Modellus* no ensino de Física no Portal de Periódico da Capes. A busca foi realizada no dia 01 de agosto de 2021 e foram encontrados 110 resultados na busca, sendo 99 artigos, 7 recursos textuais, 2 resenhas, 1 artigo de jornal e 1 livro. Conforme se pode verificar na Tabela 3. Refinamos nossa pesquisa para somente o tipo de recurso do tipo artigos, sendo que desses 82 são revisados por pares, o qual vai focar nossa análise. A pesquisa foi realizada em três fases:

Fase 1: Levantamento bibliográfico com a palavra-chave (descriptor) *Modellus*, se limitando apenas a ela, visou obter o máximo de dados científicos sobre o assunto: Pesquisa do *Modellus* no ensino de física. Portanto, foi realizada uma revisão sistemática de artigos quem tinham pontos relevantes para a pesquisa. Para isso foi utilizado o Portal de Periódicos da Capes. Delimitou-se a análise entre o primeiro registro em 1997 até o ano de 2020. Determinando o intervalo de tempo de artigos mais recentes aos mais antigos, para melhor facilitar a compreensão.

Fase 2: Leitura mais detalhada dos artigos. Alguns

foram necessários somente a leitura dos resumos, outros foram necessário a leitura por completo do material e, assim, utilizando a inclusão, aos artigos que tratavam de conteúdos relacionados ao *Modellus* no ensino de Física ou áreas afins e o critério de exclusão, apenas dois artigos.

Fase 3: Nesta etapa, classificou-se e quantificou-se os artigos graficamente e por tabela, distribuídos por área de conhecimento em Física e ano de publicação. Também se categorizou por títulos de periódicos, idiomas e quanto ao nível de ensino. Alguns dos artigos por se tratar de outra área de conhecimento afim, como matemática e química ficaram classificado como essa área, outros por se tratar de formação contínua de professores ficaram definidos como Ensino, pois estes não especificava qual a área de conhecimento.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como se pode ver na Tabela 1, o total de recursos disponíveis no banco de dados do Portal de Periódicos da Capes chega a totalizar 110 produções. Porém, para esta pesquisa de estado da arte, foi relevante o refinamento somente para recursos em artigos, contabilizando 99, sendo que 82 desses são revisados por pares.

Tabela 1. Descrição do total de recurso identificado. Sobral, Ceará. Brasil. 2022.

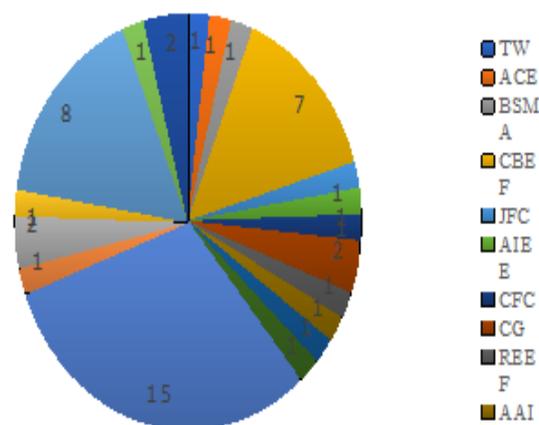
Tipos de Recursos	Total
Artigos	99
Recursos textuais	7
Resenhas	2
Artigos de jornal	1
Livro	1

Fonte: Elaborado pelos autores.

O gráfico da Figura 2 mostra a relação entre a quantidade de artigos publicados nas respectivas áreas de conhecimento em física. Têm-se os seguintes significados: MAT - Matemática; TIC - Tecnologia de Informática e Comunicação; QUÂNT - Quântica; ASTRO - Astronomia; ELET - Eletricidade; MEC - Mecânica; ELETRO - Eletromagnetismo; OSC - Oscilações; ÓPT - Óptica; HIDRO - Hidrodinâmica; TERM - Termodinâmica; GEO - Geociências; Quí - Química; ENS - Ensino. Considerando a quantidade de artigos voltados para o ensino de Física, foi relevante retratar as tendências e as possíveis falhas

encontradas no âmbito de ensino. As áreas de conhecimento mais publicadas sobre a ferramenta *Modellus* nas últimas décadas foram: Mecânica, com 20 artigos publicados (18%), TIC com 15 publicações (13,6%) e Matemática com 11 artigos (10%).

Figura 2. Quantidade de artigos publicados por área de conhecimento na física. Sobral. Ceará. Brasil. 2022.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Boa parte dos artigos sobre Mecânica foi voltada para mecânica newtoniana e assuntos que tratam da formação continuada de professores para que desenvolvam atividades de modelagem. Vale salientar que os trabalhos sobre TICs (Tecnologias da Informática e Comunicação) nem sempre foram voltados para área educacional, alguns focam no desenvolvimento de aplicativos seguros e com bom desempenho para web, ou como pesquisas para gerenciar aplicativos em nuvens Mas também apresenta o uso de mídias móveis para a qualidade de ensino e formação de professores em laboratórios virtuais. É em Matemática houve um crescente desenvolvimento de aplicativos com uso de cálculos de trajetória e criação de atividades de modelagem para interpretação de funções quadráticas. Enfatiza-se a matemática como principal mediadora na construção de modelos. Outros 3 artigos (2,7%) trataram apenas sobre formação de professores e construção de modelos, estando classificados como Ensino (ENS).

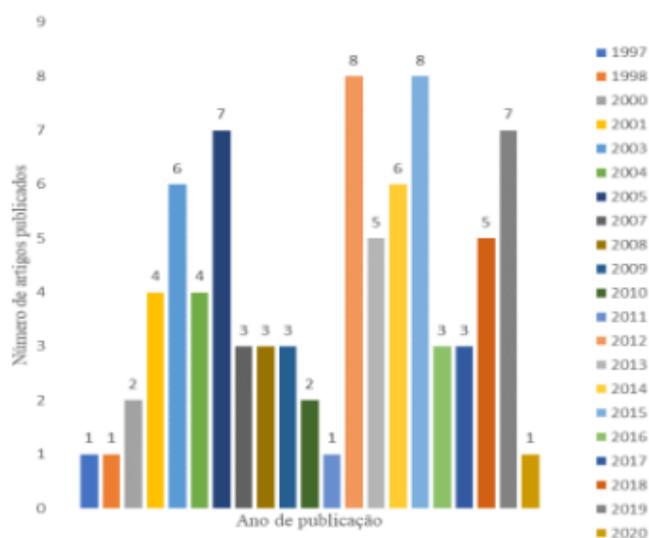
A partir desses trabalhos acadêmicos foi possível identificar os conteúdos mais abordados e quais ainda possuem lacunas no ambiente escolar quando se referem ao *software Modellus*. Observa-se na Figura 1 que as áreas de Química (0,9%), Hidrodinâmica (1,81%), Eletromagnetismo (2,72%), Óptica (1,81%) e Astronomia (1,81%) apresentam 2 artigos ou menos.

Tabela 2. Artigos classificados quanto ao nível de ensino. Sobral. Ceará. Brasil. 2022.

Nível de Ensino	Total
Ensino fundamental	18
Ensino médio	21
Ensino Superior	22
Ensino secundário	6
Médio e Superior	6
Pós graduação/Mestrado	5
Indefinidos	14

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 3. Quantidade de artigos publicados por ano (1997-2020). Sobral. Ceará. Brasil. 2022.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Na parte de TIC, com 15 trabalhos, fica claro o quanto as tecnologias são de grande relevância para o cenário educacional do século XXI. A sociedade vem passando por transformações gigantescas quando se trata sobre TICs e cabe ao ser humano se adequar as novas mudanças que o mundo vem passando há décadas e principalmente o impacto que essas transformações vêm afetando o modo de ensino aprendizagem (CORDEIRO, 2019; LOPES, 2018, MACHADO, 2020). E conforme afirma Santos (2000, apud EDI), a preocupação com impacto das mudanças tecnológicas podem exigir no processo de ensino-aprendizagem uma tomada de posição entre tentar compreender as transformações do mundo, produzindo o conhecimento pedagógico sobre auxiliar o homem com a tecnologia, ou simplesmente dar as costas

para a atual realidade da nossa sociedade na informação.

A quantidade de artigos publicados quanto ao nível de ensino é apresentada na Tabela 2 em que 21 deles são direcionados exclusivamente ao ensino médio, 22 ao ensino superior, especialmente nas licenciaturas de física ou áreas afins (Matemática, Ciências e Engenharia). E apenas 8 artigos foram direcionados ao ensino fundamental, 6 ao nível secundário e 6 artigos quando se trata do ensino médio e nível superior simultaneamente. Com mais de 5 trabalhos em pós graduação/mestrado.

Outros 14 artigos não tratavam de ensino ou referiam-se ao software *Modellus*, mas para outros fins que não fossem educacionais, sendo classificados como indefinidos. Também foi incluída em indefinidos artigos que não foram possíveis a realização da leitura, pois não estavam disponíveis no site ou não foram encontrados.

Fica evidente a carência de produções que investigam as atividades do uso de *Modellus* ou que criem estratégias destinadas ao ensino fundamental (apenas 9,75 % das publicações). Conclui-se que seja mais oportuno para séries mais avançadas, pois se observa que muitos professores que lecionam ciências, nem sempre tem formação na área de Física, comprometendo, assim, as aulas com uso desse tipo de recurso educacional. Além disso, considera-se que muito docente não tem conhecimento do próprio aplicativo.

Segundo Melo e Silva (2004, p.3 apud DICKMAN): "Pesquisas recentes afirmam que a maioria dos professores, que lecionam a disciplina Ciências Naturais no último ano do ensino fundamental, tem sua formação acadêmica em cursos de licenciatura em Ciências Biológicas". Esse relato mostra e corrobora com a afirmação da deficiência para o ensino de Física no nível fundamental, principalmente no uso de TICs específicos na área, pela falta de experiência dos docentes.

A Figura 3 representa a quantidade de artigos publicados versus o ano de publicação entre os períodos de 1997-2020. Durante os anos de 2000 até 2005 houve um crescimento de 250% nas produções, isto é, de 2 artigos para 7 publicações quase que anualmente. Logo em seguida ocorreu uma queda de 57,1%, mantendo-se constante com 3 publicações ao ano de 2007 a 2009. E mais uma vez outro decréscimo de 66,6%, chegando a 1 publicação em 2011. Porém, em 2012 e 2015 ocorre

o auge das produções científicas, com seu maior número de artigos publicados, chegando a 8 produções somente neste ano (aumento de 700%). Apesar de haver uma oscilação muito grande, as publicações aconteciam quase que periodicamente, com intervalo de pelo menos 1 ano sem publicações que foram nos respectivos anos de 1999, 2002 e 2006.

Fica evidente a relevância da quantidade de trabalhos nesse contexto, como resultado da consolidação do programa como mediador do conhecimento teórico e de simulação computacional. Sendo assim, ressalta-se a necessidade de integrar essa ferramenta ao DCNEM, desenvolvendo atividades que relacionem os conceitos científicos para aproximá-los ao fenômeno real, relacionando outras disciplinas entre si e desenvolvendo a interdisciplinaridade.

No trabalho de (FIOLHAS, 2003) destaca-se que as simulações podem substituir os experimentos, pois são bastante úteis para tratar de experiências difíceis de realizar na prática por serem caras, por não haver investimento dos governos para aquisição de laboratório, ou até por serem perigosas.

No Portal Periódico da Capes também foi verificado uma variedade de idiomas. Dentre eles, as produções em inglês foram as mais publicadas, com o total de 56 artigos (cerca de 68 % das publicações). Isso é bem justificável, pois a língua inglesa é a terceira mais falada do mundo. Na sequência, espanhol foi o segundo idioma com maior publicação, totalizando 13 (cerca de 15 %). Já o idioma português ficou terceiro lugar, com artigos 11 publicados (cerca 13 %). Os idiomas indonésio e tcheco ficaram com apenas 1 trabalho publicado (ambos somam 2 %). Esse fato revela que o *software Modellus* está sendo bem abordado na nossa língua nativa, porém deve haver um maior esforço para publicação de mais artigos no nosso idioma para ficar disponível para a sociedade acadêmica. Com isso, é possível uma maior divulgação de conhecimento e interatividade entre autores e leitores do idioma brasileiro entre autores e leitores do idioma brasileiro. Segundo (SOUZA, 2006), isso se torna cada vez mais fácil com a implantação de bibliotecas eletrônicas sem fins lucrativos, como é o caso do Portal de Periódicos da Capes.

Também foi analisada a quantidade de publicações por periódico. Foram observados 19

títulos de revistas de periódicos diferentes, verificando a sua versatilidade na escolha de uma revista para uma possível publicação com o *Modellus*. Todavia, alguns periódicos se destacam por ter uma maior quantidade de publicações. São eles: *Physics Education* (PE) com quinze (15); *Revista Brasileira de Ensino de Física* (RBEF) com oito (8) e *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* (CBEF), com 7 artigos.

Embora a revista internacional *PE* esteja em primeiro lugar no número de publicações com o *Modellus*, as revistas brasileiras *RBEF* e *CBEF* tem uma quantidade relevante de publicações no cenário brasileiro. Esse fato corrobora com (PENA, 2004) que afirma que as referidas revistas brasileiras vêm sendo as principais disseminadoras dos resultados da pesquisa em Ensino de Física no país.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considera-se importante, pesquisas voltadas para revisões bibliográficas nessa temática, são relevantes para pesquisadores em geral, como quais as áreas mais trabalhadas, ou quais as lacunas existentes, dessa forma podendo melhorar o ensino e possa desenvolver novas pesquisas sobre a temática. Visto que os softwares são muito aceitos pela maioria dos professores, tanta para a formação continuada e como para recursos didáticos, praticamente indispensáveis na sala de aula. Dessa forma, exploram-se novos meios de ensino, possibilitando a integração entre teoria, experimentação e modelagem. Visto como um possível laboratório virtual de baixo custo, essa forma de ensino é particularmente útil para aquelas escolas que não possuem um laboratório físico. Entretanto, há também os que são contra a tais ferramentas de ensino, por acreditarem que as mesmas são como jogos e mídias móveis que apresentam limitações, ou professores que mantêm sua "crença" no ensino tradicional.

Pelo levantamento bibliográfico no Portal Periódico Capes, observou-se uma baixa quantidade de artigos sobre simulações no nível do ensino fundamental, mesmo não sendo necessário o domínio de uma linguagem de programação, o que em vista pode ser utilizado na educação básica. Dessa forma, o que se faz pensar é que muitos profissionais da educação não dominam as tecnologias educacionais. Em relação ao âmbito do ensino médio e superior, verifica-se um baixo número de publicações em

algumas subáreas da Física, como por exemplo, Astronomia, Óptica, Eletromagnetismo e Hidrodinâmica, ambas com apenas 2 publicações no Periódico Capes.

Porém o objetivo desta pesquisa foi alcançado, nota-se que o programa *Modellus* continua sendo um recurso didático utilizado no âmbito escolar, pois os números de produções tendem a crescer com o passar dos anos, com exceção, do ano de 2020. Pela leitura dos resumos foi possível perceber que o uso de simulações no processo de ensino/aprendizagem, influencia positivamente o aprendizado científico dos alunos. Fica evidente a relevância da quantidade de trabalhos nesse contexto, como resultados da consolidação do programa como mediador do conhecimento teórico e de simulação computacional.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Marcelo Esteves. *Informática na educação: teoria & prática*, v. 18, n. 1, 2015.

CORDEIRO, Antônio Luciano; DE OLIVEIRA RODRIGUES, Francisco Leandro. O software tracker: uma ferramenta educacional para potencializar o ensino de física. *Essentia-Revista de Cultura, Ciência e Tecnologia da UVA*, v. 20, n. 2, 2019.

DICKMAN, Adriana Gomes; PAGANOTII, Arilson. *Caracterizando o professor de ciências: quem ensina tópicos de física no ensino fundamental?* p.3, 2004.

EDÌ, Patrícia Ramos. *O professor frente as novas tecnologias da informática e comunicação*. Disponível em < [https:// http://www2.seduc.mt.gov.br/-/o-professor-frente-as-novas-tecnologias-de-informacao-e-comunicac-1](https://http://www2.seduc.mt.gov.br/-/o-professor-frente-as-novas-tecnologias-de-informacao-e-comunicac-1), acesso em: 21 de jun. as 14:23 h.

ESTEVES, Marcelo, E. *Simulação e modelagem computacional com o software modellus: aplicações práticas para o ensino de física*. Livraria da Física, p 47, 2016.

FERREIRA, Norma Sandra de Almeida. As pesquisas denominadas "estado da arte". *Educação & Sociedade*, ano XXIII, nº79, agosto/2002.

FERREIRA, Rodrigo. Modelagem computacional interativa para o ensino de física usando o *Modellus*. *Políticas públicas e formação docente*, p.2, nov. 2014.

FIOLHAS, Carlos. TRINDADE, Jorge. Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol.25, nº 3, set,

2003.

GILENO CYSNEIROS, Paulo. *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*. Artes Médicas. Porto alegre. Artes Médicas, 2008.

HATVANI, B. Towards a worldwide library. *IFLA Journal*. V.22, p246-247,1996. KRZYZANOWSKI, Rosaly Fávero. Ações para a construção de uma biblioteca virtual: relato de experiência do Sistema Integrado de Bibliotecas da USP. *Revista USP*, São Paulo. Set/Nov, 1997.

LOPES, Thiago Beirigo; HARDOIM, Edna Lopes. UTILIZAÇÃO DE APLICATIVOS GRATUITOS PARA ATIVIDADE DE CAMPO NO ENSINO DE TRIGONOMETRIA NO TRIÂNGULO RETÂNGULO. *Revista Exitus*, v. 8, n. 2, p. 219-243, 2018.

MACEDO, Neusa Dias de; MODESTO, Fernando. Equivalências do serviço de referência convencional a novos ambientes de redes digitais em bibliotecas. *Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação*. Nova série, São Paulo, v.1, p.38- 54, 1999.

MARCHIORI, Patrícia Zeni. Ciberteca ou biblioteca virtual: uma perspectiva de gerenciamento de recursos de informação. *Ciência da Informação*, Brasília, v. 26, p. 115 - 124, maio/ago.

BRASIL, Ministério da Educação. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/component/tags/tag/materiais?start=6580>. Acesso em 17 de maio de 2021.

PAPERT, Seymour, *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*, Porto Alegre, p.3, 2008.

PENA, Fábio Luís Alves. Por que, apesar do grande avanço da pesquisa acadêmica sobre ensino de Física no Brasil, ainda há pouca aplicação dos resultados em sala de aula? *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 26, p. 293-295, 2004.

PEREIRA, Edmeire Cristina; RUTINA, Raquel. O século XXI e o sonho da biblioteca universal: quase seis mil anos de evolução na produção, registro e socialização do conhecimento. *Perspectivas Ciência da Informação*, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, jan./jun. 1999. Disponível em <https://www.periodicos.capes.gov.br/option=com_pcontent&alias=historico>, Acesso em: 27 de fev. de 2020, COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR.

RAMOS, Isabel Cristina Pereira das Neves. *Construção e interpretação de gráficos de cinemática com o Software Modellus: um estudo com alunos do 11º ano*

de escolaridade. 2011. Tese de Doutorado.

RAMOS, I. C. *Software Modellus e modelagem matemática: relacionando conceitos matemáticos com fenômenos da física*. Ago. 2017

RICARDO, J.; MAFRA, S. A pesquisa sobre mídias e tecnologias em educação na Amazônia: um panorama de estudos atuais e perspectivas futuras. *Revista Exitus*, v. 10, p. e020052-e020052, 2020.

SOUZA, Pereira Salles de. Publicação de revistas científicas na Internet. *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery*, v. 21, n. 1, 2006.

SOUZA, Eliton Donizete. *Uso do Modellus no ensino das leis de Kepler*. Dissertação (Mestrado profissional Ensino De Física em Rede) – Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2016.

VEIT, E.A, TEODORO V.D, Modelagem no ensino/aprendizagem de física e os no vos parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 24, n.2, Jun. 2002.