

Vitruvian Cogitationes – RVC

**AURORA: PROTÓTIPO DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE FÍSICA
INTEGRANDO MAPAS CONCEITUAIS E TECNOLOGIA COMPUTACIONAL**

*AURORA: PROTOTIPO DE APRENDIZAJE EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA
INTEGRANDO MAPAS CONCEPTUALES Y TECNOLOGÍA COMPUTACIONAL*

*AURORA: LEARNING PROTOTYPE IN PHYSICS EDUCATION INTEGRATING CONCEPT
MAPS AND COMPUTER TECHNOLOGY*

Antônio Vanderlei dos Santos

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI; vandao@santoangelo.uri.br

 <https://orcid.org/0000-0002-9841-3780>

Estela Muenchen Mentges

Fundação Educacional Machado de Assis – FEMA; kustelina@hotmail.com

 <https://orcid.org/0009-0000-6434-605X>

Marcelo Paulo Stracke

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI; stracke@san.uri.br

 <https://orcid.org/0000-0002-3965-519X>

Resumo: Este artigo discute o desenvolvimento de um protótipo para um objeto de aprendizagem em Física Moderna baseado em Mapas Conceituais. O objetivo é integrar a tecnologia computacional e a aprendizagem significativa no ensino de Física. O artigo também explora o uso de Mapas Conceituais na educação em Física e apresenta a estrutura e as telas do *software* protótipo. Além disso, destaca a falta de uso de tecnologia computacional e Mapas Conceituais no Ensino de Física nas escolas pesquisadas. A pesquisa revela que o uso de Mapas Conceituais na Física, em conjunto com o laboratório de informática, é pouco conhecido pelos professores e na área de desenvolvimento de *software*. No entanto, os professores demonstraram interesse na área e no protótipo desenvolvido. A análise do *software* sugere a utilização de uma linguagem orientada a objetos para permitir o reuso de código e a migração para o uso *online*. A avaliação do desempenho do aluno ao criar um Mapa Conceitual é subjetiva, mas é possível compará-lo com um Mapa Padrão aceito pela comunidade científica. O artigo também faz referência a diversas fontes, como propostas pedagógicas para o Ensino Médio Politécnico e Educação Profissional, literatura sobre Física com Arduino para iniciantes, criação de objetos de aprendizagem em *software* livre, dificuldades dos alunos do Ensino Médio com a Física e os Físicos, sistema de realidade virtual para simulação e visualização de cargas pontuais discretas e seu campo elétrico, entre outros.

Palavras-chave: Mapas Conceituais; Protótipo; Ensino de Física.

Resumen: Este artículo analiza el desarrollo de un prototipo de objeto de aprendizaje en Física Moderna basado en Mapas Conceptuales. El objetivo es integrar la tecnología computacional y el aprendizaje significativo en la enseñanza de la Física. El artículo también explora el uso de mapas conceptuales en la educación física y presenta la estructura y pantallas del prototipo de software. Además, destaca la falta de uso de tecnología computacional y Mapas Conceptuales en la enseñanza de la Física en las escuelas investigadas. La investigación revela que el uso de Mapas Conceptuales en Física, en conjunto con el laboratorio de computación, es poco conocido por los docentes y en el área del desarrollo de software. Sin embargo, los docentes mostraron interés en el área y en el prototipo desarrollado. El análisis de software sugiere el uso de un lenguaje orientado a objetos para permitir la reutilización del código y la migración al uso en línea. Evaluar el desempeño de los estudiantes al momento de crear un Mapa Conceptual es subjetivo, pero es posible compararlo con un Mapa Estándar aceptado por la comunidad científica. El artículo también hace referencia a varias fuentes, como propuestas pedagógicas para la Educación Secundaria Politécnica y Profesional, literatura sobre Física con Arduino para principiantes, creación de objetos de aprendizaje en software libre, dificultades de los estudiantes de secundaria con la Física y la Física, una realidad virtual, sistema de simulación y visualización de cargas puntuales discretas y su campo eléctrico, entre otros.

Palabras-clave: Mapas Conceptuales; Prototipo; Enseñanza de Física.

Abstract: This article discusses the development of a prototype for a learning object in Modern Physics based on Concept Maps. The goal is to integrate computer technology and meaningful learning in the teaching of Physics. The article also explores the use of Concept Maps in Physics education and presents the structure and screens of the prototype software. Additionally, it highlights the lack of use of computer technology and Concept Maps in Physics education in the surveyed schools. The research reveals that the use of Concept Maps in Physics, in conjunction with computer labs, is not well-known among teachers and in the software development field. However, the teachers showed interest in the area and in the developed prototype. The software analysis suggests the use of an object-oriented language for code reuse and migration to online use. The evaluation of student performance in creating a Concept Map is subjective, but it can be compared to a Standard Map accepted by the scientific community. The article also references various sources, such as pedagogical proposals for Polytechnic High School and Professional Education, literature on Physics with Arduino for beginners, creation of learning objects in free software, difficulties of high school students with Physics and physicists, virtual reality system for simulation and visualization of discrete point charges and their electric field, among others.

Keywords: Concept Maps, prototype, Physics education.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de conteúdos da área das Ciências Exatas e da Terra está passando por uma mudança em todos os aspectos, desde os conteúdos apresentados e sua interação com outras áreas, como o ensino politécnico (Rio Grande do Sul, 2013) até sua forma de apresentação aos alunos, como vídeo-aula, aplicativos para computadores e novos *hardwares*, como telas monitoras de alta resolução e Arduino (Cavalcante; Tavolar; Molisani, 2011). Esses novos recursos estão se inserindo no contexto educacional, e, pelo que se observa dentro das escolas, ainda se mostram objeto de polêmica e pouco uso. Tal fato vem ocorrendo por diversas razões,

que começa na falta de treinamento dos professores, e vão até o fator econômico, mas uma das principais causas é a falta de inovação pedagógica (Santos; Mentges, 2012) nos sistemas educacionais. Torna-se necessário pensar sobre algumas disciplinas que, no contexto escolar, parecem ser os principais “bichos papões”, principalmente as de ciências exatas, além, do uso - ou falta dele - de tecnologias para incentivar os alunos.

Uma dessas disciplinas é a disciplina de Física, que costuma sempre ser motivo de problemas aos docentes, sendo senso comum entre os alunos que a dificuldade da disciplina é grande. Mendes (2007) e demais Pesquisadores da Universidade Federal do Maranhão, em um artigo publicado em um Simpósio da Universidade de São Paulo - USP constata que alunos de escola pública conseguem visualizar de forma mais adequada a relação entre a Física e o cotidiano, mas não possuem ainda a maturidade suficiente para discernir entre os profissionais da Física e da Educação Física. Também lhes falta certa maturidade científico-tecnológica para o campo da Física, considerando aqui alunos do Ensino Médio. Neste ponto, chega-se ao questionamento: é viável então a inserção dos recursos tecnológicos dentro das salas de aula de Física do Ensino Médio? E em caso de afirmativa, de que forma essa inserção pode ser feita? E é aqui que entra o uso do computador na educação, especificamente de Física. Ele pode facilitar aos alunos a visualização de fenômenos físicos que talvez não tenham outra maneira de visualizar.

O artigo aborda a importância da integração de Mapas Conceituais e tecnologia computacional no ensino de Física. Os Mapas Conceituais são ferramentas visuais que representam as relações entre conceitos, permitindo aos alunos compreender e organizar o conhecimento de forma mais significativa (Rio Grande do Sul, 2013). No entanto, o uso de Mapas Conceituais no ensino de Física ainda é pouco explorado e desconhecido tanto pelos professores quanto pelos desenvolvedores de *software* (Santos, 2002).

O objetivo deste artigo é apresentar o desenvolvimento de um protótipo de um objeto de aprendizagem em Física Moderna baseado em Mapas Conceituais. O protótipo visa fornecer aos alunos uma plataforma interativa para explorar os conceitos de Física de forma estruturada e visualmente atraente (Mendes *et al.*, 2007). Além disso, busca-se incentivar a adoção de Mapas Conceituais e tecnologia computacional nas escolas, a fim de melhorar o ensino e a aprendizagem da Física (Rio Grande do Sul, 2013). O protótipo desenvolvido utiliza uma linguagem orientada a objetos para permitir o reuso de código e a possível migração para plataformas online (Cavalcante; Tavolar; Molisani, 2011). Isso torna o *software* mais acessível e flexível, possibilitando seu uso em diferentes dispositivos e ambientes de aprendizagem (Cavalcante; Tavolar; Molisani, 2011). Além disso, o protótipo apresenta uma divisão de conteúdos, permitindo que os alunos estudem cada tópico separadamente e aprofundem seu conhecimento de forma personalizada (Santos; Mentges, 2012).

2 APORTE TEÓRICO

Quando se fala sobre tecnologia logo nos vem à mente a informática, e o uso de computadores, internet, e tudo o mais relacionado à informática. Mas, para espanto de alguns, tecnologia não é somente computadores: pode ser também papel, caneta, retroprojetor, televisão, vídeo, etc.

Pensando nisso, muito se poderia falar referente ao uso de mídias na sala de aula. Televisão, vídeos, filmes e vídeo-aula são alguns recursos que estão sendo largamente utilizados em sala de aula pelos professores como alternativas às aulas tradicionais. Por exemplo, muitos professores de literatura se aproveitam das diferentes obras já transformadas para as telas de televisão e cinema (embora algumas adaptações deixem a desejar, mas isto é para outro debate) para mostrar aos alunos grandes obras de escritores consagrados.

Outra opção, hoje, é o conhecido *YouTube* – um site de compartilhamento de vídeos *on-line*. Muitos professores disponibilizam vídeo-aula neste site, e como ele é gratuito, todos os interessados, e não somente os alunos da disciplina, podem assisti-las. Torna-se uma ferramenta de EAD à distância. Com o lançamento do “*YouTube for Schools*”, se tornou ainda mais interessante usá-lo como ferramenta de aprendizagem.

2.1 O COMPUTADOR NA SALA DE AULA

Segundo Dullius (2008), é natural que os professores se sintam estimulados a usar a tecnologia em sala de aula para mudar os métodos tradicionais de ensino e a considerar os computadores como uma ferramenta para os alunos adquirirem novas experiências matemáticas. No entanto, poucos professores realmente utilizam o computador como ferramenta para melhorar o desenvolvimento da sala de aula. Muitos professores o utilizam como ferramenta de preparação de aulas e montagem de slides, mas isso não implica em mudança de metodologia em relação à sala de aula tradicional, trata-se apenas de uma ferramenta utilizada para ministrar a aula, apenas mudanças (Faria, 2004).

Dias e Moura (2006, p. 80) defendem a “[...] utilização de suportes tecnológicos, não como meros recursos técnicos ou meios modernos que veiculam conteúdos pedagógicos, mas como meios que possam ser concebidos como um instrumento dialógico de interação e de mediação de saberes”. Araújo e Abib (2003, p. 186) ressaltam que

[...] de acordo com a maneira com que os computadores são utilizados é possível dispor de uma importante ferramenta capaz de criar condições que podem auxiliar no aprimoramento de diversas habilidades dos estudantes, como a sua capacidade crítica de interpretação e análise, a criatividade, a elaboração de hipóteses, entre outras, ao mesmo tempo em que os coloca em contato direto com instrumentos tecnológicos bastante atuais [...].

Entretanto, a inserção do computador como ferramenta metodológica demanda não apenas colocar nas mãos do professor e começar a usar. É preciso que se construam *softwares*, aplicativos e objetos que possam ser utilizados por meio do computador, para que o uso do mesmo seja mais eficaz. E essa construção não se faz de qualquer maneira. Ela faz necessária a utilização da Engenharia de *Software* e de técnicas como a Orientação à Objeto.

2.2 MAPAS CONCEITUAIS

Embora seja um conceito novo, algumas instituições já estão aplicando a teoria dos Mapas Conceituais na aprendizagem mediada por computador. A UFRGS (2012) define que Mapas Conceituais são representações gráficas semelhantes a diagramas, que indicam relações entre conceitos ligados por palavras. Eles representam uma estrutura que vai desde os conceitos mais abrangentes até os menos inclusivos.

Os mapas conceituais, desenvolvidos por Joseph Novak, são uma ferramenta para organizar e representar conhecimento (Novak, 1977). Eles são utilizados como uma linguagem para descrição e comunicação de conceitos e seus relacionamentos, e foram originalmente desenvolvidos para o suporte à Aprendizagem Significativa (Ausubel, 1968).

Os mapas conceituais, são uma ferramenta metacognitiva que, por sua natureza gráfica, podem tornar as informações desejadas mais acessíveis, o que, por certo os credencia como um importante ferramental para expressão de conhecimento. Assim, pode-se concordar com Tavares (2007), quando este afirma que existe uma comprovação empírica que os aprendizes têm mais facilidade de localizar conceitos a partir da visualização oferecida pelos mapas conceituais, facilitando a utilização dos mesmos como guias de aprendizagem.

Mesmo que a abordagem dos mapas conceituais esteja embasada em uma teoria construtivista algumas observações podem ser feitas sobre esse tema, como a questão da avaliação, que compreende o resultado como certo ou errado, o que não pode ser rigorosamente desenhado a partir da aplicação do conceito no caso dos mapas conceituais.

Podemos pensar, sim, no conceito de padronização dos conhecimentos, afinal, pensasse que o aluno, ao chegar a um conhecimento padrão, atinge o conhecimento básico necessário de um determinado tema. Este conceito de padronização pode ser o mais adequado à apresentação de mapas conceituais aliados a Física Moderna. Entretanto, apesar de não ser o caso de debate neste trabalho, deve-se lembrar de que padronizar conceitos, como o de uma onda eletromagnética, pode levar a um conflito pelas diferentes maneiras de compreender o significado da onda.

Voltando ao assunto, existem diferentes tipos de mapas conceituais que podem ser utilizados em sala de aula. De acordo com Tavares (2007) alguns são preferidos pela facilidade de elaboração (tipo teia de aranha) em que o tema principal é colocado no centro do mapa, pela clareza que explicita processos (tipo fluxograma) que organiza a informação em formato linear, pela ênfase no produto que descreve, ou pela hierarquia conceitual que apresenta.

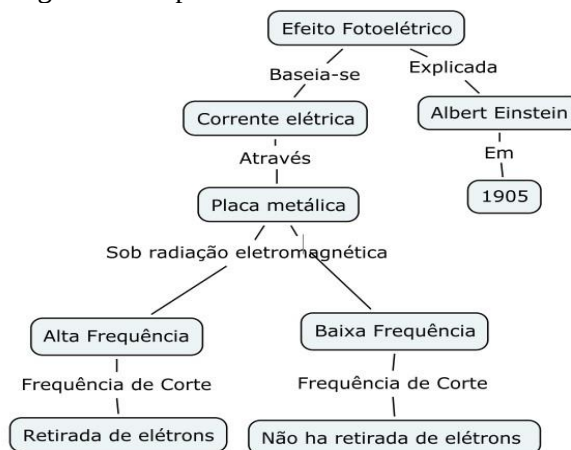
Dentre os tipos sugeridos por Tavares, pretende-se para este trabalho adotar o Modelo Conceitual Hierárquico, que, segundo o próprio autor, é “[...] adequado para estruturar o conhecimento que está sendo construído pelo aprendiz” (Tavares, 2007, p. 74). Ainda o mesmo autor nos coloca que o aprendiz, a partir da observação do mapa conceitual que vai sendo construído ao longo da aprendizagem, percebe com mais facilidade os pontos em que tem mais dificuldade, e pode, autonomamente, buscar mais informações sobre suas dificuldades.

2.3 OS MAPAS CONCEITUAIS E A FÍSICA

“O mapa conceitual como técnica de mapeamento que permite estabelecer relações entre conceitos e sistematizar conhecimento, possibilita a organização da informação e do conhecimento, utilizando-se tanto a linguagem controlada quanto a linguagem natural” (Berti Junior, Andrade, Cervante, 2011, p. 06).

Os mapas conceituais foram desenvolvidos por Joseph Novak com o objetivo de representar, de forma gráfica, uma estrutura cognitiva com os conceitos que a compõem. Esses conceitos tendem a seguir um padrão de ir do mais geral para o mais específico dando ao mapa uma aparência hierárquica. O modo com que tais conceitos são organizados depende da “questão-foco” que se pretende responder (Novak *et al.*, 2008). Um exemplo é o Mapa Conceitual do Efeito Fotoelétrico, mostrado a seguir na Figura 1:

Figura 1 - Mapa Conceitual - Efeito Fotoelétrico



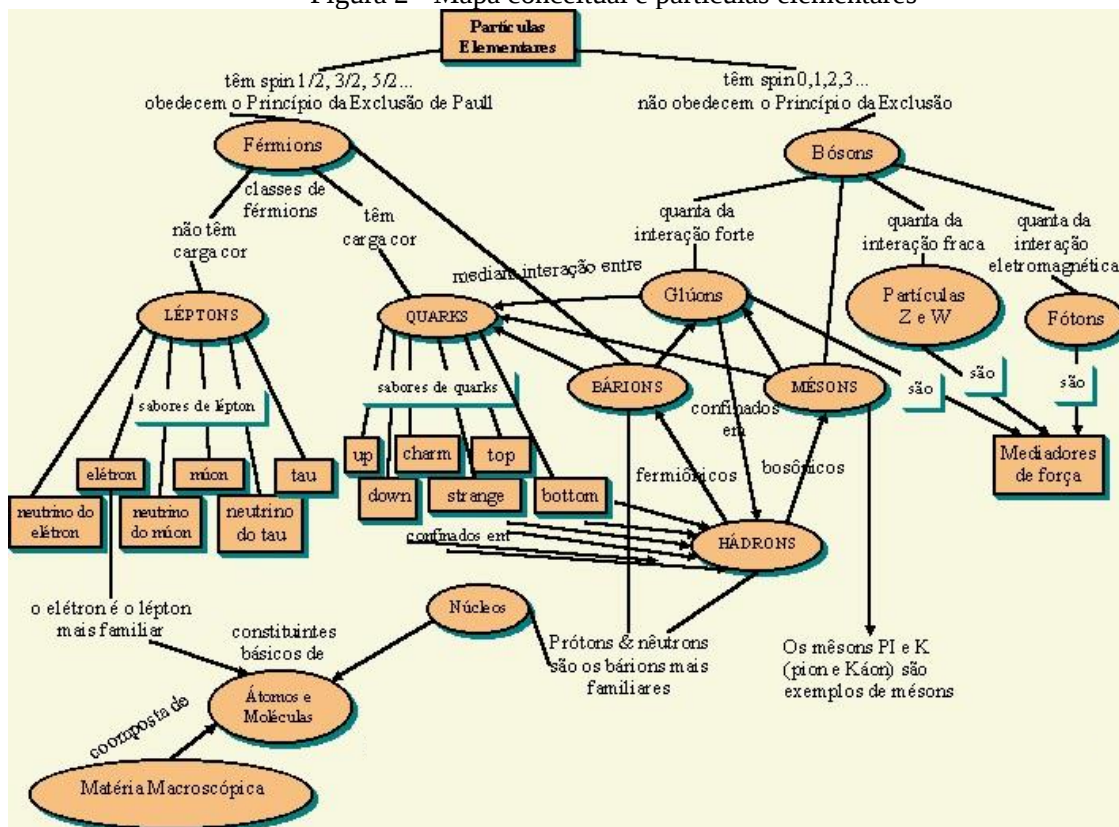
Fonte: Os autores.

Neste mapa percebe-se a questão central do efeito fotoelétrico. Partindo dela, veem-se os desdobramentos pensados pelo criador do Mapa Conceitual, podendo, dessa maneira, avaliar que o mesmo entendeu ou não o conceito e suas particularidades.

De um modo geral, mapas conceituais podem ser usados como instrumentos de ensino e/ou de aprendizagem. Além disso, podem também ser utilizados como auxiliares na análise e planejamento do currículo, particularmente na análise do conteúdo curricular. Todavia, em cada um destes usos, mapas conceituais podem ser sempre interpretados como instrumentos para "negociar significados" (Moreira, 2002).

Um dos conceitos menos trabalhados em sala de aula é o de Partículas Elementares. Observando-se a Figura 2, pode-se, em poucos momentos, analisar e começar o estudo de conceitos que, de forma escrita tradicional tomariam o tempo de várias aulas para explicar.

Figura 2 - Mapa conceitual e partículas elementares



Fonte: Moreira, 2002.

Usando um Mapa Conceitual como base, ainda assim podemos levar tempo para aprender os mesmos conceitos, porém eles estão mais visíveis, ou, em outras palavras, estão interligados entre si de forma mais prática. Isso, por si só, não significa que os conceitos expressos no Mapa estejam corretos, mas sim que eles estão expostos da forma como o estudante o compreendeu.

Cabe aqui uma análise sobre a avaliação de um Mapa Conceitual, pois assim como todo e qualquer conteúdo, é necessário que se avalie o que se está trabalhando, para se ter como base a continuidade do trabalho em sala de aula. Essa avaliação deve se dar com base em uma análise por parte do professor. Poder-se-á também ter a criação de um Mapa Conceitual padrão para a comparação com o Mapa criado pelo aluno, sem deixar de lado a análise feita pelo professor. A respeito disso, Moreira afirma:

Avaliação não no sentido de testar conhecimento e atribuir uma nota ao aluno, a fim de classificá-lo de alguma maneira, mas sim no sentido de se obter informações sobre o tipo de estrutura que ele vê para um dado conjunto de conceitos. Para isso, o aluno pode ser solicitado a construir o mapa ou este pode ser obtido indiretamente através de suas respostas a testes escritos ou entrevistas orais (Moreira, 2002, p. 20).

Portanto, o uso de mapas conceituais como instrumentos de avaliação implica uma postura que para muitos difere da usual. Na avaliação através de mapas conceituais, a ideia principal é a de verificar o que o aluno sabe em termos conceituais, como ele estrutura, hierarquiza, diferencia, relaciona, discrimina, integra conceitos de uma determinada unidade de estudo, tópico, disciplina, etc. (Moreira, 2002).

Aquilo que o aluno já sabe, o seu conhecimento prévio, parece ser o fator isolado que mais influencia a aprendizagem subsequente (Ausubel, 1978). Mapas conceituais se constituem em uma visualização de conceitos e relações hierárquicas entre conceitos, a qual pode ser muito útil, para professor e aluno, como uma maneira de externalizar o que estudante já sabe. Obviamente, não se trata de uma representação precisa e completa do conhecimento prévio do aluno, mas, provavelmente, de uma boa aproximação (Moreira, 2002).

Como instrumento de avaliação da aprendizagem, mapas conceituais podem ser usados para se obter uma visualização da organização conceitual que o aprendiz atribui a um dado conhecimento. Trata-se basicamente de uma técnica não tradicional de avaliação que busca informações sobre os significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo o ponto de vista do aluno. É mais apropriada para uma avaliação qualitativa, formativa, da aprendizagem (Moreira, 2005).

2.4 MAPAS CONCEITUAIS E A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Uma das bases para o uso de Mapas Conceituais é a Teoria da Aprendizagem Significativa, que levou ao uso de Mapas Conceituais como ferramenta para a mesma. De acordo com Ausubel (1968), a aprendizagem significativa ocorre quando o novo conhecimento adquire significado à luz dos conceitos prévios, portanto, o fator que mais influencia a aprendizagem é o que ele já sabe. Para Moreira e Masini (2006), a aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo.

De acordo com Moreira (2005), mapas conceituais foram desenvolvidos para promover a aprendizagem significativa. A análise do currículo e o ensino sob uma abordagem ausubeliana, em termos de significados, implicam: 1) identificar a estrutura de significados aceita no contexto da matéria de ensino; 2) identificar os subsunçores (significados) necessários para a aprendizagem significativa da matéria de ensino; 3) identificar os significados preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz; 4) organizar sequencialmente o conteúdo e selecionar materiais curriculares, usando as ideias de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa como princípios programáticos; 5) ensinar usando organizadores prévios, para fazer pontes entre os significados que o aluno já tem e os que ele precisaria ter para aprender significativamente a matéria de ensino, bem como para o estabelecimento de relações explícitas entre o novo conhecimento e aquele já existente e adequado para dar significados aos novos materiais de aprendizagem.

Segundo Ausubel, dois conceitos importantes devem ser observados (Moreira; Masini, 2006): a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. Diferenciação progressiva é um princípio que deve ser levado em conta ao se programar o conteúdo educativo, de modo que as ideias mais gerais e inclusivas sejam apresentadas no início, e partir de então, serem progressivamente diferenciadas, em termos de detalhes e especificidades. Por sua vez, a reconciliação integrativa é um princípio que norteia a programação do material instrucional, de

modo a explorar as relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças significativas, reconciliando discrepâncias reais e aparentes. Outro conceito a ser destacado são os organizadores prévios, que podem ser definidos como materiais introdutórios, na forma de recursos instrucionais (por exemplo, os mapas conceituais), que são apresentados inicialmente para servir de ponte entre o que o aluno já sabe e o que ele deve saber.

Os mapas conceituais foram desenvolvidos a partir da teoria da aprendizagem significativa e se constituem em ferramentas gráficas que podem ser utilizadas para organizar e representar conhecimentos, sobretudo, em contextos educacionais, inclusive para planejamento de currículos e elaboração de conteúdos instrucionais (Novak; Cañas, 2008).

3 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO PARA A CRIAÇÃO DO PRODUTO

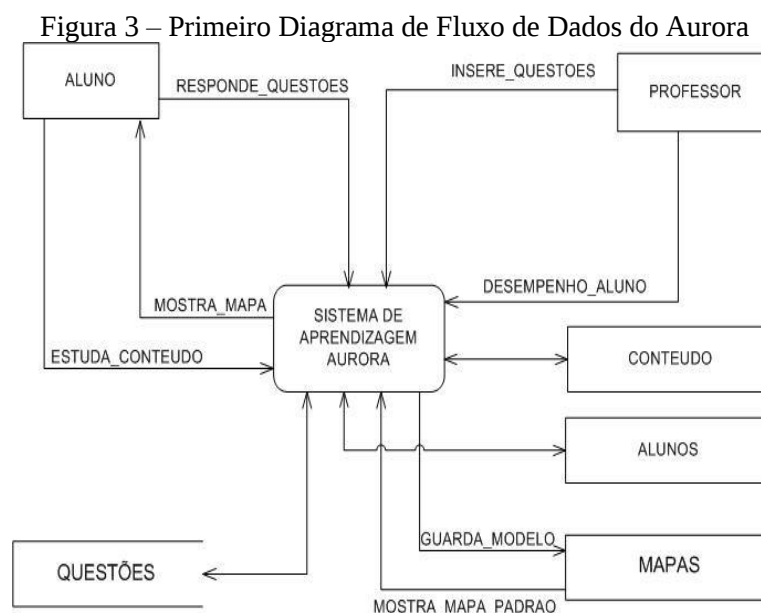
Gomes (2011, Slides de Aula) define a Engenharia de *Software* como “[...] um conjunto de atividades e resultados associados que levam a produção de um produto de *software*. Ou, um conjunto coerente de atividades para especificação, projeto, implementação e teste de *software*”.

Explicando melhor, pode-se compreender a Engenharia de *Software* como a teoria norteadora da construção dos *softwares*, traçando caminhos, metodologias e maneiras de se proceder ao se desenvolver estes *softwares*. Ela propõe alguns caminhos para o desenvolvimento de *software*:

- Especificação: Definição de funcionalidades e suas restrições;
- Desenvolvimento: Produzir o *software* de modo que cumpra a sua especificação;
- Validação: Validar para garantir que o *software* faz o que o cliente deseja;
- Evolução: Evoluir o *software* para atender às necessidades mutáveis do cliente.

A partir de então, surge à necessidade de se estabelecer um modelo de *software*, que pode ser: Modelo em “cascata” ou ciclo de vida clássico, Modelo de prototipagem, Modelo baseado em componente e modelo evolucionário, de acordo com Gomes (2011). Adotaremos, em princípio, o modelo de prototipagem.

Com base nestes conceitos, o desenvolvimento de *software* se torna mais eficaz, permitindo ao desenvolvedor um melhor aproveitamento daquilo que está se propondo a trabalhar. Para o “Aurora”, inicialmente se definiu o seguinte Diagrama de Fluxo de Dados:



Fonte: Os autores.

O Diagrama de Fluxo de Dados – DFD acima (Figura 3) representa, de forma contextual, a estrutura do Aurora. Esta estrutura está em fase de testes, podendo ainda ser modificada conforme a necessidade, entretanto, baseando-se nos resultados já conseguidos, ela não deverá se modificar sensivelmente. Sendo assim, podemos tecer algumas considerações sobre a DFD:

- O conteúdo do objeto já está pré-determinado. Posteriormente, as atualizações serão feitas através de arquivos para download, à semelhança dos sistemas antivírus. Ele mantém um banco de dados, mas este banco de dados de conteúdo não pode ser modificado pelo usuário, somente pelo desenvolvedor;
- O aluno visualiza o conteúdo, estuda-o, e responde às questões propostas pelo professor, inseridas anteriormente, e com base no conteúdo previamente cadastrado.

3.1 ORIENTAÇÃO À OBJETO

A Orientação à Objeto é um paradigma para o desenvolvimento de *software* que se baseia na utilização de componentes individuais (objetos) que colaboram para construir sistemas mais complexos. A colaboração entre os objetos é feita através do envio de mensagens. A orientação a objetos não é uma metodologia para o desenvolvimento de interfaces gráficas amigáveis, ou seja, o paradigma de objetos não está necessariamente relacionado à programação visual. Mas ela é uma das principais ferramentas utilizadas hoje em dia para a mesma.

Na programação estruturada, a ênfase é dada ao desenvolvimento de procedimentos, implementados em blocos estruturados, e à comunicação entre os procedimentos por passagem de dados. A Programação Orientada a Objeto (POO) dados e procedimentos passam a fazer parte de um só elemento básico, o objeto. A POO introduz uma linguagem na qual o programador visualiza seu programa em execução como uma coleção de objetos cooperantes que se comunicam por meio de troca de mensagens. Cada um dos objetos é uma instância de uma classe e todas as classes formam uma hierarquia de classes unidas via relacionamento de herança (Vincenzi, 2003).

A partir disso, podemos definir a base da Linguagem de Programação utilizada na criação de *softwares* nos moldes do “Aurora”. Pode-se inferir uma linguagem de programação híbrida, ou seja, que mescle os conceitos de orientação a objeto e estruturado, como C++, por exemplo. A possibilidade de se trabalhar com linguagens puramente orientadas a objeto também existe, e esta definição se dará a partir da finalização da análise de requisitos do “Aurora”.

3.2 CENÁRIOS

Um cenário é uma sequência específica de ações que ilustra o comportamento (Booch, 1977). No caso, um cenário se trata de uma descrição resumida, um cenário breve sobre o que o sistema fará, com os principais personagens e ações importantes. No Aurora, podemos definir então o seguinte cenário: O aluno escolhe uma área de estudo dentro da Física Moderna, e dentro desta área, seleciona o conteúdo. A partir de então, ele estuda os conteúdos selecionados e responde a questionários previamente definidos, e o sistema vai montando um Mapa Conceitual de acordo com as respostas dos questionários. Ao final, o Aurora mostra o Mapa Conceitual do Aluno e também um Mapa Conceitual padrão, previamente definido.

Os cenários Primários:

1. O aluno escolhe uma área;
2. O aluno escolhe um conteúdo;
3. O aluno estuda o conteúdo;

4. O aluno responde questões;
5. O sistema monta o Mapa Conceitual do Aluno;
6. O sistema mostra o Mapa Conceitual Padrão junto ao do aluno.

Os cenários Secundários:

1º Problema: Os conteúdos podem não ser satisfatórios, e o aluno deverá buscar outras referências para estudo. Neste caso, o Aurora deve ter um item que mostre onde buscar novas fontes de pesquisa para que o aluno possa sanar as dúvidas restantes.

2º Problema: O aluno não consegue responder as perguntas. Neste caso, passa-se ao aluno a sugestão de busca de novas fontes de pesquisa.

3º Problema: o Mapa do aluno não é construído, devido a erros de resposta das perguntas. Esse pode ser um ponto polêmico, pois o mapa deriva da compreensão do aluno, sendo difícil a restrição ao que é certo ou o que é errado. Neste caso, devem-se detectar as inconsistências no mapa e enviá-las ao professor responsável pela disciplina.

4º Problema: o Mapa Conceitual Padrão é inacessível ou não existe. Esse problema deve ser informado ao desenvolvedor para que seja incorporado um novo Mapa Conceitual Padrão no Sistema.

3.3 ATORES

Os atores são peças importantíssimas, porque representam o papel que o usuário desempenha em relação ao sistema

Eles não necessitam serem humanos, mas são representados como bonecos nos diagramas de caso de uso, podendo também ser um sistema externo que troca alguma informação com o sistema atual. Os atores não são, de fato, parte do sistema. Eles residem fora do sistema (Booch, 1977).

Portanto, podemos aplicar ao Aurora a definição dos atores dadas por Booch, e encontramos os seguintes atores (Figura 4):

Figura 4 - Atores



Fonte: Os autores.

Apesar de serem atores diferentes, observa-se que a representação gráfica de ambos é a mesma, sendo diferenciadas ambas pelo nome do respectivo ator. Em geral, a representação dos atores é feita por bonecos, mesmo se um ator foi um item inanimado. Poderia haver ainda casos de relacionamento entre atores de Heranças, em que um ator pode ser representado por diferentes divisões, porém este caso não se aplica ao Aurora.

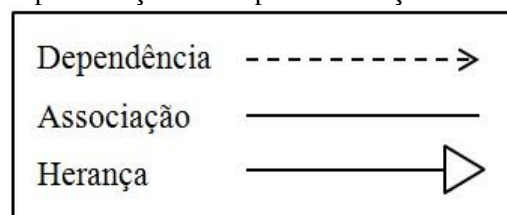
3.4 CASOS DE USO

Com os casos de uso você visualiza, especifica, constrói e documenta o comportamento pretendido do sistema durante a captação e análise de requisitos (Booch, 1977). Eles são uma ferramenta essencial na captura de requisitos e no planejamento e no controle de um projeto interativo (Fowler, 2000).

3.5 RELACIONAMENTOS

Entre os casos de uso costumam existir relacionamentos. Existem, basicamente, 03 tipos de relacionamentos conforme a figura 5.

Figura 5 – Representação dos Tipos de Relações nos Casos de Uso



Fonte: Os autores.

De forma resumida, as características de cada um são, de acordo com Booch (1977):

Dependência: como o próprio nome já refere, a dependência gera no caso de uso base a inclusão do comportamento de outro caso de uso, tanto de forma explícita (<<include>> ou <<uses>>) ou de forma implícita (<<extends>>).

Associação: são as relações responsáveis por ligar os atores aos casos de uso. Não possuem estereótipos (como <<include>>, por exemplo).

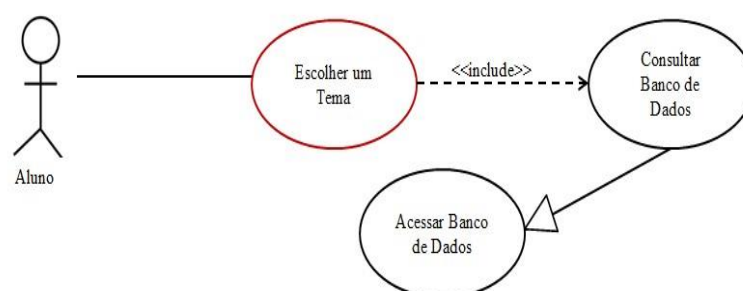
Herança: representada quando um caso de uso “herda” o comportamento do caso de uso mãe.

Há que se observar que nenhum diagrama, ou caso de uso, sozinho, vai apresentar a funcionalidade completa do sistema. Deve-se analisá-los em conjunto para poder compreender o funcionamento geral do sistema.

3.6 CASOS DE USO DO AURORA

A Figura 6 destaca a interação entre os atores Aluno e Professor com o sistema, representados graficamente por bonecos. Essa representação visual dos atores é uma forma eficaz de comunicar a interação entre eles e o sistema, facilitando a compreensão do funcionamento do protótipo.

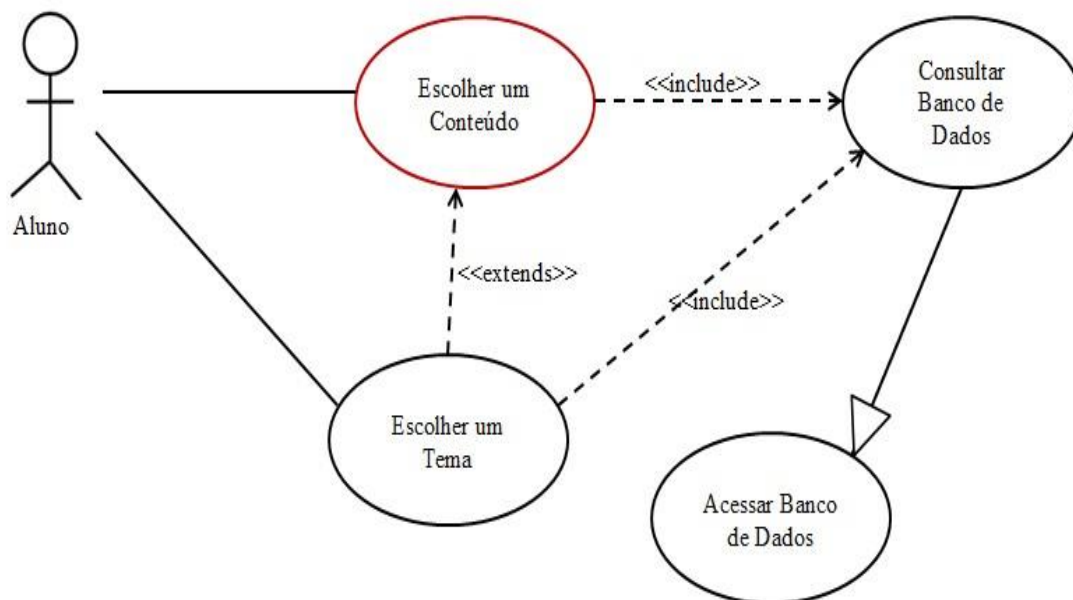
Figura 6 - Caso de Uso: Escolher um Tema



Fonte: Os autores.

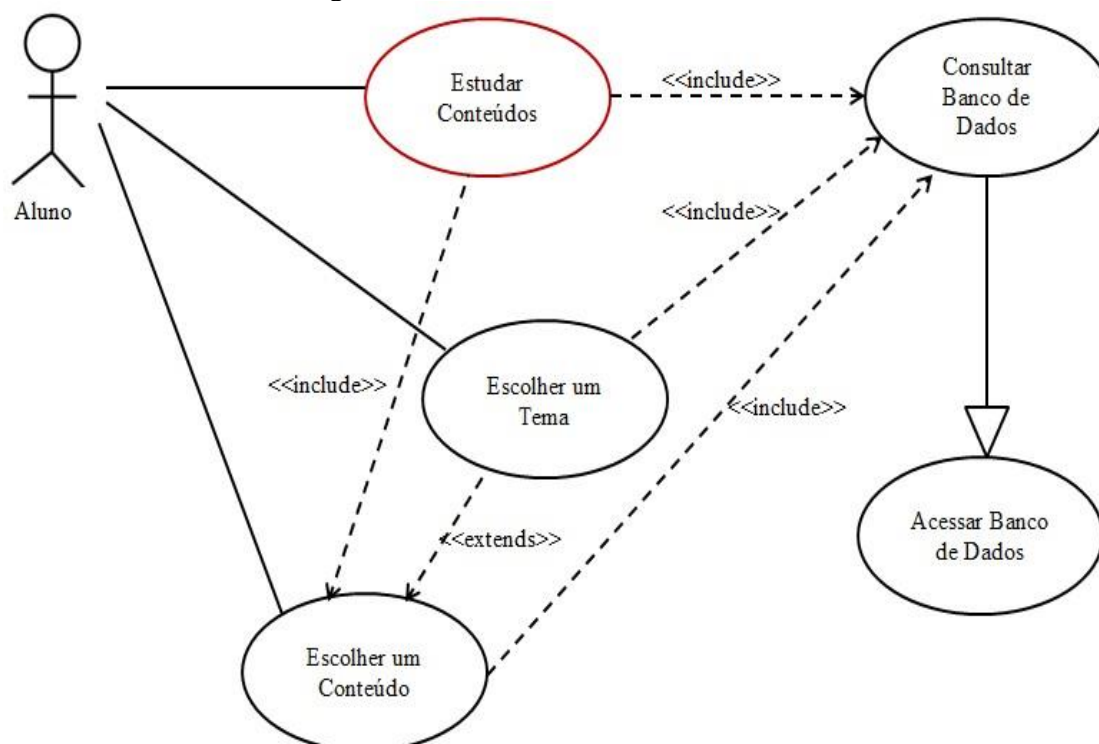
As Figuras 7 e 8 detalham os casos de uso "Escolher um Conteúdo" e "Estudar Conteúdos", respectivamente. Elas descrevem o processo de escolha e estudo de conteúdos, indicando a consulta aos bancos de dados para obter os temas e conteúdos relevantes. Essa representação visual dos casos de uso ajuda a elucidar as etapas envolvidas no acesso e estudo dos conteúdos disponíveis no sistema, fornecendo uma visão clara das funcionalidades relacionadas a essa parte do processo de ensino.

Figura 7 - Caso de Uso: Escolher um Conteúdo



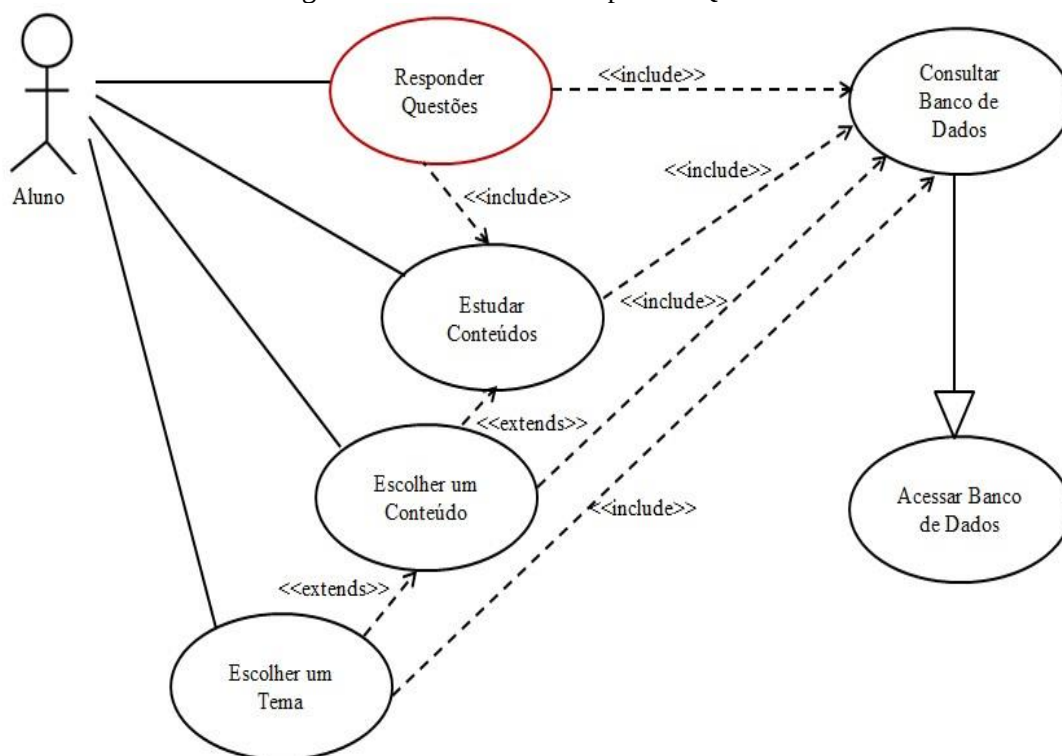
Fonte: Os autores.

Figura 8 – Caso de Uso: Estudar Conteúdos



Fonte: Os autores.

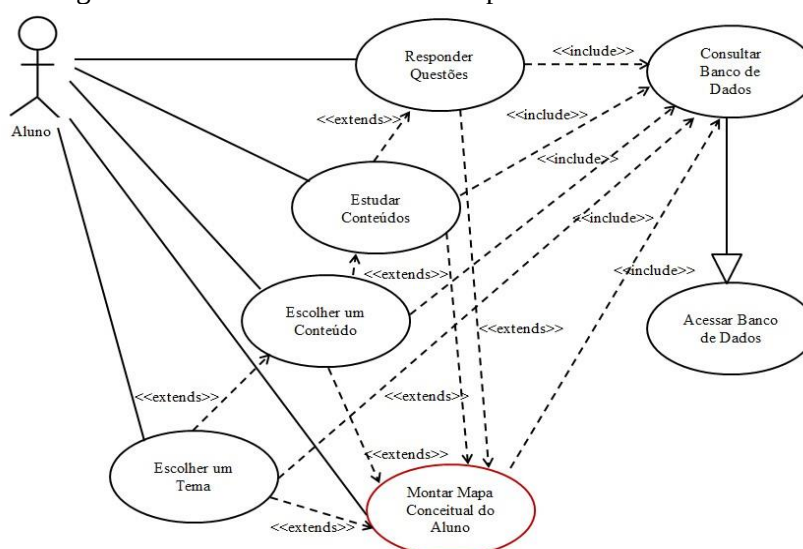
Figura 9 - Caso de Uso: Responder Questões



Fonte: Os autores.

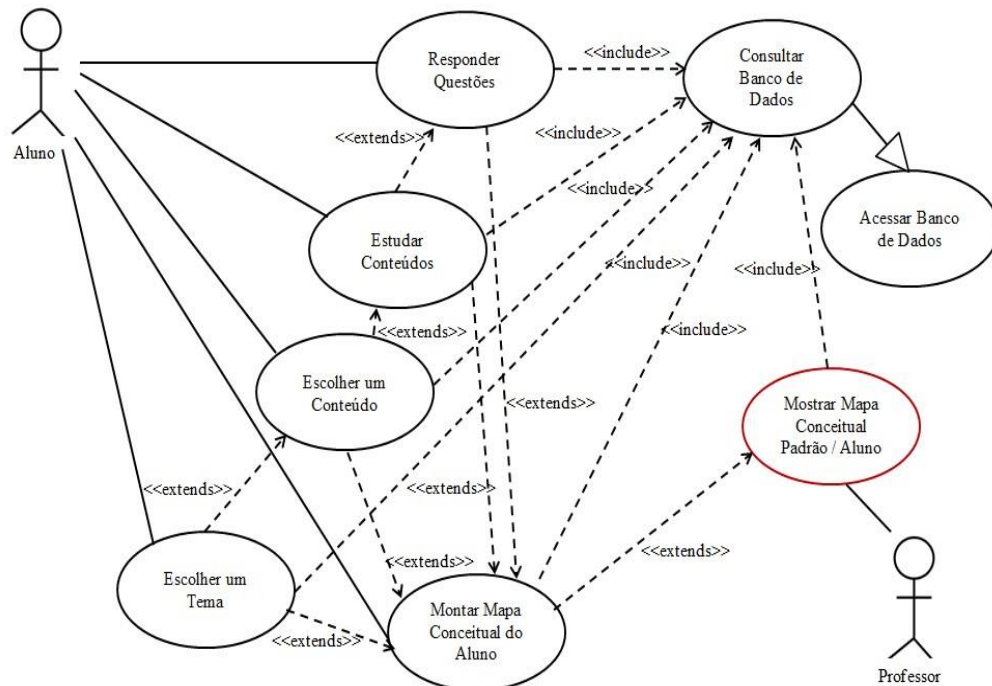
Por sua vez, as Figuras 9, 10 e 11 representam casos de uso específicos do sistema Aurora. A Figura 9 ilustra o caso de uso "Responder Questões", indicando as etapas que o aluno deve seguir para responder questões, incluindo a consulta ao banco de dados, o estudo de conceitos e a escolha de conteúdos e temas. A Figura 10 representa o caso de uso "Montar Mapa Conceitual do Aluno", mostrando como o aluno pode unir as etapas anteriores para construir um mapa conceitual consistente. Por fim, a Figura 11 ilustra o caso de uso "Mostrar Mapa Conceitual Padrão/Aluno", indicando a exibição do mapa conceitual gerado a partir das respostas dos alunos.

Figura 10 - Caso de Uso: Montar Mapa Conceitual do Aluno



Fonte: Os autores.

Figura 11 - Caso de Uso: Mostrar Mapa Conceitual Padrão / Aluno



Fonte: Os autores.

As figuras 6, 7, 8, 9, 10 e 11 do texto representam visualmente os casos de uso do sistema Aurora, um protótipo desenvolvido para auxiliar no ensino de Física.

Essas representações visuais dos casos de uso do sistema Aurora fornecem uma visão clara das interações e funcionalidades do protótipo, facilitando a compreensão das etapas e processos envolvidos no uso do sistema para o ensino de Física.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Basicamente, a proposta a ser defendida, com base na ideia de Mapas Conceituais no Ensino de Física é simples: pretendeu-se criar um protótipo que mostrasse um Mapa Conceitual Padrão, comparado com um Mapa Conceitual gerado a partir das respostas obtidas dos alunos. Por consequência, não há muito que armazenar de informações, a não ser a resposta dos alunos às questões pré-definidas pelo sistema.

Pensou-se em criar um banco de dados de questões, sem, no entanto, dar aos alunos estudantes todas as questões para resposta. Tencionou-se pedir a resposta de algumas poucas questões por vez, de forma aleatória, construindo assim o Mapa Conceitual do aluno. E embora o foco seja a integração da Física com Mapas Conceituais, o principal debate será levar um novo olhar para o ensino de Física mediado por computador.

As figuras 12, 13, 14, 15 e 16 representam telas e elementos visuais do sistema Aurora, enquanto a figura 17 mostra um exemplo de exercício.

A Figura 12 apresenta a Tela Principal do Aurora, que provavelmente é a interface inicial que os usuários encontram ao acessar o sistema. Essa representação visual é crucial para transmitir a primeira impressão do sistema e pode influenciar a usabilidade e a experiência do usuário.

Figura 12 – Tela Principal do Aurora



Fonte: Os autores.

A Figura 13 mostra a Tela de Seleção de Tema, indicando que os usuários podem escolher temas específicos para estudar. Essa representação visual é importante para demonstrar a variedade de opções disponíveis no sistema e como os usuários podem interagir com o conteúdo de forma personalizada.

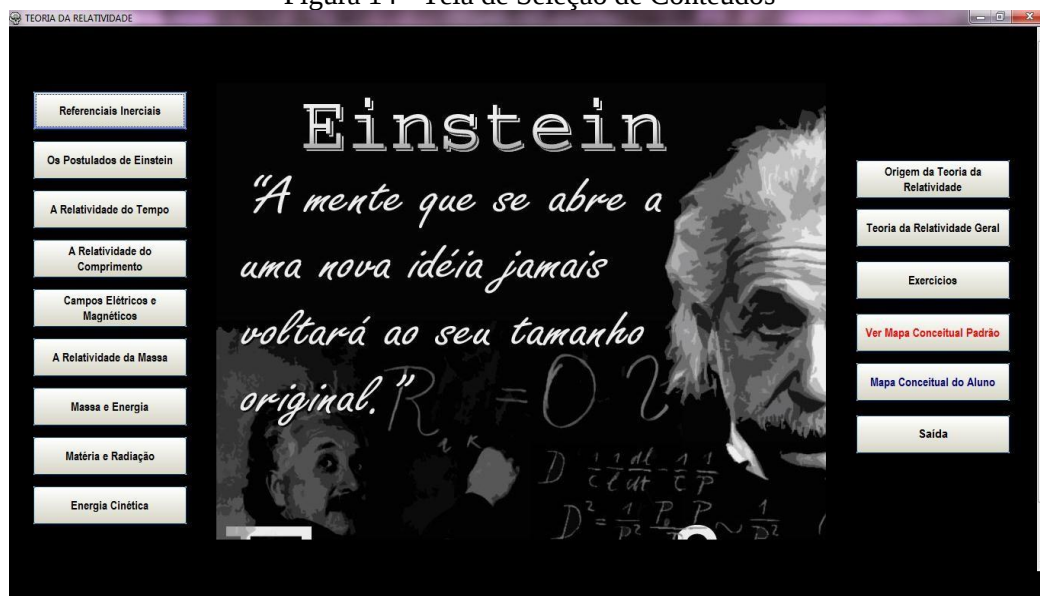
Figura 13 - Tela de Seleção de Tema



Fonte: Os autores.

A Figura 14 representa a Tela de Seleção de Conteúdos, mostrando como os usuários podem escolher conteúdos específicos para estudo. Essa representação visual é fundamental para ilustrar a organização e a disponibilidade de conteúdos no sistema, fornecendo uma visão clara das opções disponíveis para os usuários.

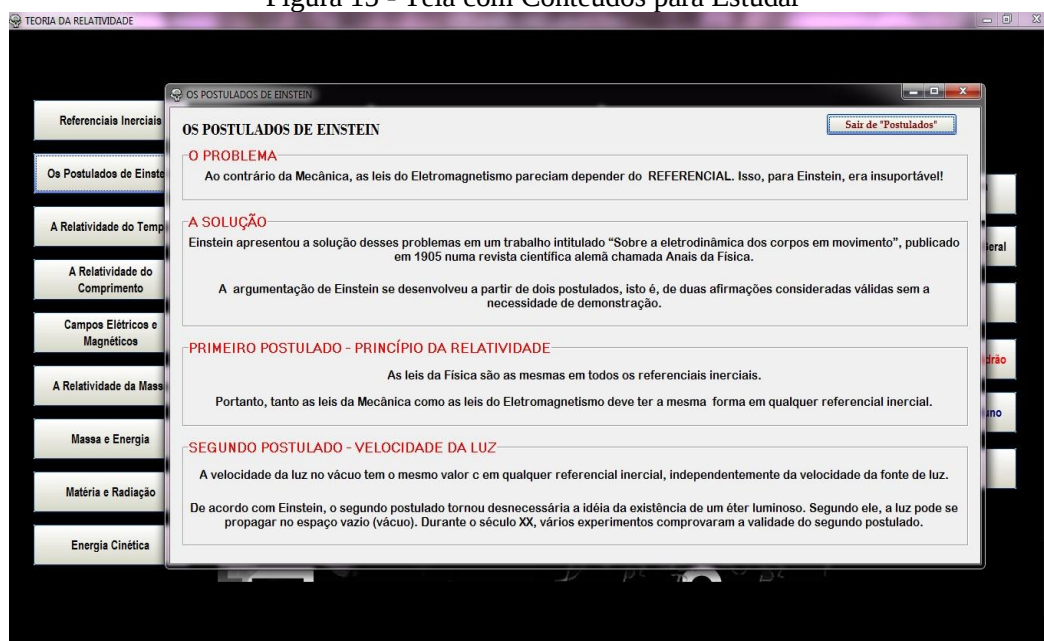
Figura 14 - Tela de Seleção de Conteúdos



Fonte: Os autores.

A Figura 15 ilustra a Tela com Conteúdos para Estudar, mostrando como os conteúdos são apresentados aos usuários. Essa representação visual é essencial para demonstrar a forma como o conteúdo é disponibilizado no sistema e como os usuários podem acessá-lo para estudo.

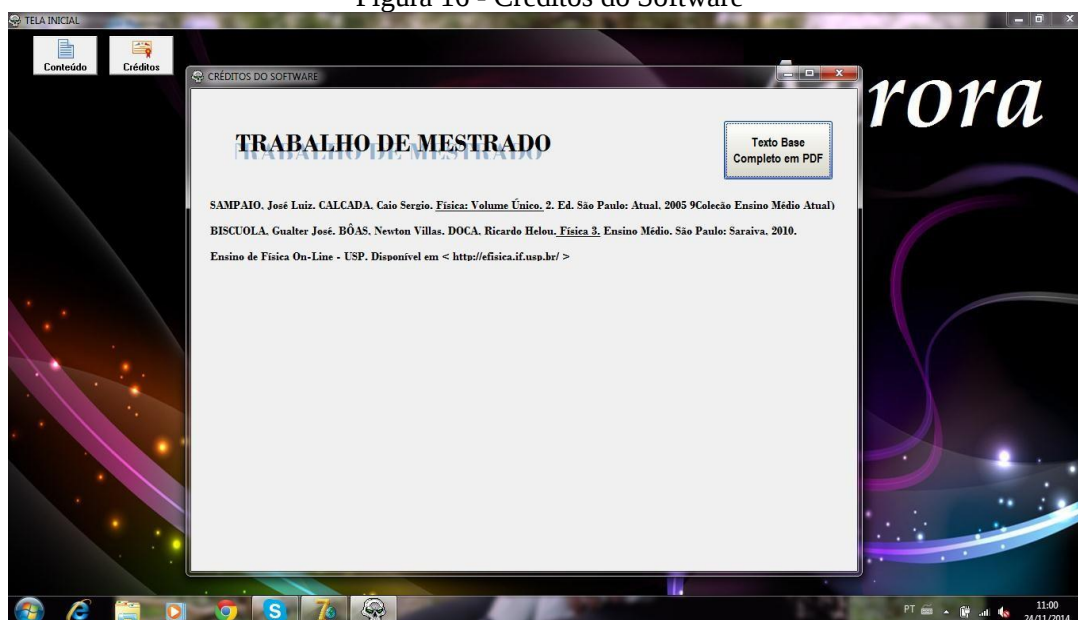
Figura 15 - Tela com Conteúdos para Estudar



Fonte: Os autores.

A Figura 16 apresenta os Créditos do Software, fornecendo informações sobre a autoria e contribuições para o desenvolvimento do sistema. Essa representação visual é importante para reconhecer e atribuir créditos aos responsáveis pelo protótipo, além de fornecer transparência sobre sua origem e desenvolvimento.

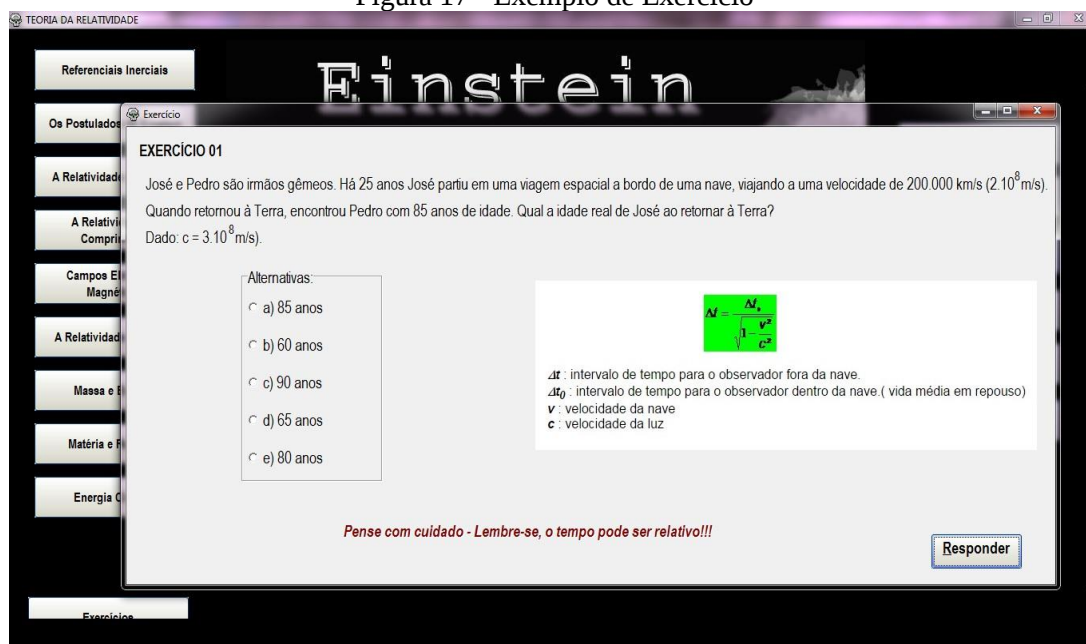
Figura 16 - Créditos do Software



Fonte: Os autores.

A Figura 17 mostra um Exemplo de Exercício, demonstrando como os exercícios são apresentados aos usuários. Essa representação visual é crucial para ilustrar a forma como o sistema propõe atividades de aprendizado e como os usuários podem interagir com elas.

Figura 17 - Exemplo de Exercício



Fonte: Os autores.

4.1 ESTUDO DE CASO: O FEEDBACK DOS PROFESSORES

O ambiente em estudo para a realização deste trabalho foi às escolas públicas da 14ª e 17ª Coordenadorias de Educação – CRE. Em ambas as Coordenadorias se observou um déficit de professores da área de Física e Matemática, e em ambas as CREs observou-se professores de Matemática lecionando aulas de Física no Ensino Médio.

Também se observa pouco ou nenhum uso dos laboratórios de informática das escolas visitadas para o Ensino de Física. Apenas uma professora relatou o uso do mesmo, e ainda assim como ferramenta de “pesquisa na Internet”, não com *softwares* específicos na área. Outro professor, quando questionado sobre o conhecimento ou não do *software Modellus*, anotou o nome e demonstrou interesse, porém afirmou não o conhecer.

Protótipo

Os professores entrevistados apresentaram reações bem diversificadas. Quando postos frente a ideia do uso de um *software* para Física Moderna, mesmo que apenas um protótipo, alguns se mostraram céticos, outros entusiasmados, e outros ainda indiferentes.

Céticos – Cerca de 10% dos entrevistados não creem que esse tipo de produto pode trazer algum benefício para a aprendizagem. Eles nem sequer veem o conteúdo sugerido (Teoria da Relatividade, Mecânica Quântica e Partículas Elementares) como necessária ao aprendizado no Ensino Médio.

Indiferentes – Cerca de 30% mostraram indiferença. Não há como analisar com mais detalhes essas reações. Eles olharam o protótipo, acharam interessante, mas não mostraram vontade ou interesse em utilizá-lo em suas aulas, apesar de concordarem que ele é necessário.

Entusiasmados – Mas cerca de 60% dos entrevistados, e além deles os gestores escolares, mostraram-se extremamente empolgados com a ideia. Isso porque, segundo eles, não conhecem e/ou não tem tempo de trabalhar estes conteúdos, e encararam o protótipo como uma espécie de “salvador da pátria” desses conteúdos.

O contexto do uso de Mapas Conceituais dentro das escolas visitadas é quase que totalmente desconhecido. As expressões de estranheza ao se mencionar o uso de Mapas Conceituais na Física foram inúmeras, e maiores ainda foram as expressões de estranheza quando mencionado o uso dos mapas em concomitância ao laboratório de informática das escolas.

O uso de Mapas Conceituais além de desconhecido da maioria dos professores, é ainda pouco conhecido na própria área de desenvolvimento de *software*. Pesquisas feitas para encontrar trabalhos correlatos poucos resultados trouxeram, e resultados ainda experimentais, tal qual este aqui apresentado. Entretanto, apesar do diagnóstico pouco favorável, o resultado parece ser promissor: os professores demonstraram interesse na área e também no protótipo de objeto de aprendizagem.

Constata-se que a integração de Mapas Conceituais com laboratórios de informática foi recebida com surpresa e ceticismo pelos professores. Isso sugere que há necessidade de mais pesquisas e experimentações nessa área para explorar ainda mais os benefícios potenciais do uso de Mapas Conceituais em conjunto com laboratórios de informática.

Observa-se que os Mapas Conceituais fornecem uma representação visual das relações entre os conceitos, facilitando a localização e compreensão de conceitos específicos pelos alunos. No entanto, também foi reconhecido que a avaliação dos Mapas Conceituais não deve ser baseada em critérios estritamente certos ou errados, pois a estrutura conceitual de cada aluno pode ser diferente.

A análise técnica do *software* utilizado no estudo indicou que uma linguagem de programação orientada a objetos seria a escolha mais adequada para o seu desenvolvimento. Isso permitiria reutilização de código, encapsulamento de informações e migração futura do *software* para uma plataforma *online*.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo aborda o desenvolvimento de um protótipo para um objeto de aprendizagem em Física Moderna baseado em Mapas Conceituais. A pesquisa revela que o uso de Mapas Conceituais na educação em Física, em conjunto com o laboratório de informática, é pouco conhecido pelos professores e na área de desenvolvimento de software. No entanto, os professores demonstraram interesse na área e no protótipo desenvolvido. A análise sugere a utilização de uma linguagem orientada a objetos para permitir o reuso de código e a migração para o uso online.

O artigo destaca a importância da integração de Mapas Conceituais e tecnologia computacional no Ensino de Física. Os Mapas Conceituais fornecem uma representação visual das relações entre conceitos, facilitando a localização e compreensão das conexões entre diferentes ideias. Isso pode servir como um guia para a aprendizagem significativa e aprimorar o Ensino de Física.

A falta de familiaridade com Mapas Conceituais e tecnologia computacional no Ensino de Física é um achado significativo desta pesquisa. O artigo enfatiza a necessidade de maior adoção dessas ferramentas nas escolas. Também se destaca os benefícios potenciais do uso de Mapas Conceituais em conjunto com laboratórios de informática, permitindo que os alunos se envolvam em atividades práticas e explorem os conceitos de Física de maneira mais interativa e envolvente.

O protótipo de objeto de aprendizagem apresentado no artigo demonstra o potencial da integração de Mapas Conceituais e tecnologia computacional no Ensino de Física. O *software* fornece uma plataforma para os alunos navegarem por diferentes tópicos e estudarem o conteúdo de maneira estruturada. O uso de uma linguagem orientada a objetos permite o reuso de código e a possível migração para plataformas *online*, tornando o *software* mais acessível a um público mais amplo de alunos.

Pode-se concluir que apesar dos benefícios potenciais do uso de Mapas Conceituais, seu uso ainda é desconhecido pela maioria dos professores e pela própria área de desenvolvimento de *software*. Pesquisas feitas para encontrar trabalhos correlatos poucos resultados trouxeram, e resultados ainda experimentais, tal qual este aqui apresentado. Entretanto, apesar do diagnóstico pouco favorável, o resultado parece ser promissor: os professores demonstraram interesse na área de mapas conceituais e no protótipo. O estudo destacou ainda a necessidade de mais pesquisas e exploração do uso de Mapas Conceituais na educação em Física.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física. Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 25, n. 2, 2003.

AUSUBEL, D. P. In defense of advance organizers: A reply to the critics. **Review of Educational research**, vol. 48, n. 2, 251-257, 1978.

AUSUBEL, D. P. **Educational psychology: a cognitive view**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

BOOCH, G. **Best of booch: Designing strategies for object technology**. Cambridge University Press Vol. 7, 1997.

BERTI JUNIOR, D.; ANDRADE, I. A. de.; CERVANTE, B. M. N. Mapas Conceituais. Uma Ferramenta Tecnológica Aplicada à Organização da Informação e do Conhecimento. **Anais XXIV Congresso Brasileiro de Biblioteconomia, Documentação e Ciência da Informação, Sistemas de Informação, Multiculturalidade e Inclusão Social**. Maceió, Alagoas, 2011.

CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R. C.; MOLISANI, E. Física com Arduino para Iniciantes (PhysicswithArduino for Beginners). Grupo de Pesquisa em Ensino de Física, Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, SP, Brasil. **Revista Brasileira em Ensino de Física**, v. 33, n. 4, 4503, 2011.

DIAS, A. A. C.; MOURA, K. da S. O fio do dialogismo na (re)construção do conhecimento em rede: uma concepção bakhtiniana dos processos de comunicação na prática pedagógica. In: SANTOS E.; ALVES L. (Org.), **Práticas pedagógicas e tecnologias digitais**. Rio de Janeiro: e Papers p. 77-90, 2006.

DULLIUS, M. M.; HAETINGER, C.; QUARTIERI, M. T.; POSTAL, R. F.; Althaus, N; FACHINI, F. ; MACCALI, L.. Princípios norteadores para avaliação de softwares educativos. **Caderno Pedagógico** (Lajeado. Impresso), v. 5, p. 9-24, 2008.

FARIA, E. T. **O professor e as novas tecnologias**. **Ser professor**, 4, 57-72, 2004.

FOWLER, S. W.; NOSHKIN, V. E.; JACQUES LA, R.; GASTAUD, J. Temporal variations in plutonium and americium inventories and their relation to vertical transport in the northwestern Mediterranean Sea. **Limnology and Oceanography**, 45(2), 446-458, 2000.

GOMES, L. A. F. **Engenharia de Software. Slides de Aula**. 2011. Curso de Ciência da Computação. PUC – Minas Gerais. Disponível em <<http://www.pucpcaldas.br/~55/9932100/aulas/processos.pdf>> Acesso em 12 fev. 2012.

MENDES, R. M. B.; MENDES, G. M. F.; MACEDO FILHO, R. B.; PASCHOAL, C. W. A. Dificuldades dos Alunos do Ensino Médio com a Física e os Físicos. Departamento de Física. Universidade Federal do Maranhão. **Anais: XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, USP, 2007.

MOREIRA, M. A. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. **Investigações em ensino de ciências**. Porto Alegre. vol. 7, n. 1, p. 7-29, 2002.

MOREIRA, M. A. Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa. (Concept maps and meaningful learning), 2005. **Revista Chilena de Educação Científica**, vol. 4, n. 2, p. 38-44.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro. 111 p. 2006.

NOVAK, M. S. J. Política de ação afirmativa: a inserção dos indígenas nas universidades públicas paranaenses. 2007. 135 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de pós-graduação em Educação da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007.

NOVAK, J. D. **A Theory of education**. Ithaca, N.Y., Cornell University Press, 1977.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. **The theory underlying concept maps and how to construct and use them.** Pensacola: Florida Institute for Human and Machine Cognition. p.36, 2008. Recuperado de: <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>. Acesso em 20 out. 2013.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Educação. **Proposta Pedagógica para o Ensino Médio Politécnico e Educação Profissional Integrada ao Ensino Médio 2011-2014.** Disponível em <http://www.educacao.rs.gov.br/dados/ens_med_proposta.pdf> Acesso em 30 abr. 2013.

SANTOS, A. V.; MENTGES, E. M. Criação de Objetos de Aprendizagem em Software Livre: Possibilidades de um Treinamento para Professores. **Anais: I Seminário Nacional de Inclusão Digital – SENID**, Passo Fundo / RS, 2012.

SANTOS, A. V. Sistema de Realidade Virtual para Simulação e Visualização de Cargas Pontuais Discretas e seu Campo Elétrico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Brasil, v. 24, p. 185-195, 2002.

TAVARES, R. Construindo Mapas Conceituais. **Revista Ciência & Cognição** Vol. 12. P. 72-85, 2007. Disponível em <<http://cienciasecognicao.tempsite.ws/revista/index.php/cec/article/view/641/423>> Acesso em 30 nov. 2012.

VINCENZI, A. M. R.; WONG, W. E.; DELAMARO, M. E.; MALDONADO, J. C. JABUTI: **A Coverage Analysis Tool for Java Programs.** In: 17º Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, Manaus, AM, Brasil, 2003.

UFRGS. **Mapas Conceituais. Definições.** Disponível em <<http://penta2.ufrgs.br/edutools/mapasconceituais/defmapasconceituais.html>> Acesso em 30 ao. 2012.

Submetido em: 25/08/2023
Aprovado em: 12/10/2023
Publicado em: 21/12/2023



Todo o conteúdo deste periódico está sob uma licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), exceto onde está indicado o contrário.