



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

O USO DE WEBQUESTS NO CONTEXTO DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA COMO RECURSO INSTRUCIONAL

THE USE OF WEBQUESTS IN THE CONTEXT OF THE MEANINGFUL LEARNING THEORY AS AN INSTRUCTIONAL RESOURCE.

Olavo Leopoldino da Silva Filho¹, Marcello Ferreira²
^{1,2} Instituto de Física (IF), Universidade de Brasília (UnB)

Resumo

Em face de reiteradas constatações em pesquisas acadêmicas e em evidências empíricas de professores e organizações avaliativas, o ensino de física no Brasil tem sido objeto de preocupação epistemológica, teórica e metodológica. Neste artigo, buscamos expressar uma reflexão e oferecer uma alternativa de ação instrucional a partir de uma interpretação da Teoria da Aprendizagem Significativa, fundamentação abundante na área, associada ao uso de WebQuests, estratégia didática e avaliativa aderente aos estudos contemporâneos acerca da cognição. Evidenciando etapas de levantamento de subsunçores, organização avançada, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, documentamos as bases e exploramos uma implementação computacional que mimetiza o amálgama referido e ilustra possibilidades de desenvolvimento de metodologias de ensino articuladas a tecnologias digitais.

Palavras-Chave: WebQuests; Teoria da Aprendizagem Significativa; Ensino de Física.

Abstract

In the face of repeated findings in academic research and in empirical evidence from teachers and evaluative organizations, the teaching of physics in Brazil has been an object of epistemological, theoretical and methodological concern. In this article, we seek to express a reflection and offer an alternative instructional action based on an interpretation of the Theory of Meaningful Learning, abundant foundation in the area, associated with the use of WebQuests, a didactic and evaluative strategy adherent to contemporary studies on cognition. Evidencing steps of surveying subsumers, advanced organization, progressive differentiation and integrative reconciliation, we document the bases and explore a computational implementation that mimics the aforementioned amalgam and illustrates possibilities for the development of teaching methodologies articulated with digital technologies.

Keywords: WebQuests; Meaningful Learning Theory; Physics teaching.

Introdução

No contexto do ensino de física em escolas brasileiras e, em particular, naquele de formação continuada levada a cabo por iniciativas como o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), tem-se evidenciado forte penetração das ideias de David Ausubel e de sua Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS). As justificativas para isso perpassam o traço típico das políticas curriculares brasileiras, a arquitetura da formação inicial de professores na área e as influências das



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

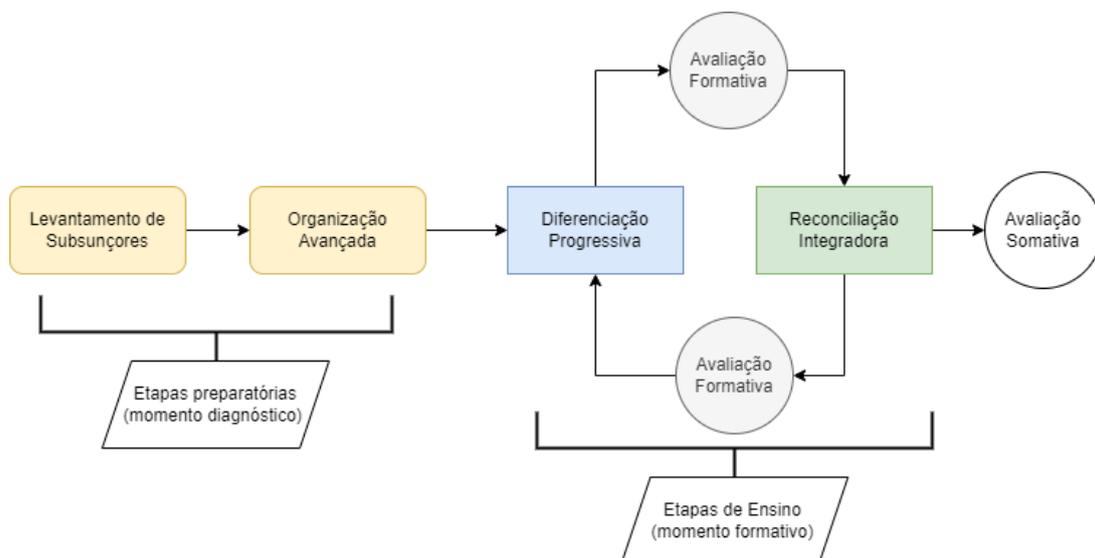
correntes de pesquisa que deram origem e continuam influenciando a Pós-Graduação em ensino de física e em educação científica de forma geral.

Entretanto, são muitas as críticas que se fazem sobre a eventual *correção* no que concerne ao uso desse referencial teórico (MOREIRA, 2012; SILVA FILHO; FERREIRA, 2018; SILVA FILHO *et al.*, 2021; FERREIRA *et al.*, 2021a; FERREIRA *et al.*, 2021b). Para ficar apenas em uma delas, é possível encontrar o questionamento sobre se a etapa de levantamento de subsunçores (SILVA FILHO; FERREIRA, 2022), que o próprio D. Ausubel afirmava ser o cerne de sua abordagem, é, de fato, realizada e, principalmente, se o é de forma adequada. Outra questão de *implementação metodológica* do referencial teórico da TAS refere-se ao cumprimento de todas as suas etapas constitutivas.

De fato, de maneira resumida, a TAS preconiza quatro etapas que não podem ser olvidadas no processo de ensino, sob o risco de não se ter dela uma correta implementação: 1) o levantamento de subsunçores, sobre o tema que se está tentando ensinar, presentes na estrutura cognitiva do indivíduo; 2) a organização avançada desses subsunçores, no sentido de direcionar esse conteúdo mental para favorecer o aprendizado dos conceitos que se deseja ensinar; 3) a diferenciação progressiva dos conceitos a ensinar, para que uma primeira apresentação genérica do tema possa agora sofrer um processo de análise e especificação de significados e interrelações conceituais; e 4) a reconciliação integrativa dos conceitos a ensinar, que se presta a um processo de síntese conceitual, de modo a viabilizar o retorno à apresentação mais genérica inicial, desta feita com conteúdos mais precisos dos conceitos envolvidos e, portanto, em abordagem mais profunda.

As duas primeiras etapas são de caráter preparatório para as duas últimas que, essas sim, procuram desenvolver o ensino do tema selecionado. Independentemente disso, *todas* as etapas são cruciais para um ensino segundo a TAS e, portanto, significativo, como ela define. A Figura 1 apresenta graficamente o encadeamento dessas etapas.

Figura 1 - Momentos da Teoria da Aprendizagem Significativa.



Fonte: elaboração própria (2022).

Além disso, a TAS, por suas características, apresenta maior correlação com processos diagnósticos (mormente a primeira etapa) e formativos de ensino, ainda que também possa se apresentar segundo processos somativos. Essa é uma característica que se encaixa com o modelo



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

de ensino das WebQuests à perfeição. De fato, esta estrutura é um formato de atividade por recursos da internet, orientado para a investigação, que visa ao engajamento, ao pensamento crítico, reflexivo e criativo por meio de cinco componentes elementares: 1) Introdução (ativação de interesse e orientação); 2) Tarefa (produto cognitivo visado); 3) Processo (procedimentos e recursos para a realização da tarefa); 4) Avaliação (perspectiva, instrumentos e indicadores de desempenho); e 5) Conclusão (retomada, síntese, reflexão e ampliação dos conhecimentos visados) (FERREIRA *et al.*, 2022).

Nesse sentido, a WebQuest intenta fornecer aos estudantes um processo formativo em que as fontes relevantes são apresentadas em sua própria estrutura, sendo, pois, um processo de investigação guiado (em geral pelo professor) via Web. Com isso, uma vez que se consiga concretizar as etapas da TAS com o formato WebQuest, torna-se possível desenvolver um processo de ensino e aprendizagem significativo que leva em consideração a nova forma de conexão dos estudantes com as informações acerca do mundo, que é do tipo hipertexto, cuja principal característica é a sua não-linearidade do tipo rede conceitual.

Entretanto, como se afirmou, é preciso que as WebQuests sejam capazes de concretizar as etapas preconizadas pela TAS e, como se pode deduzir da caracterização que fizemos de tais etapas, a forma com que cada uma lida com o conhecimento e com o aprendizado pode diferir essencialmente da forma que o fazem as demais etapas.

Assim, por exemplo, a etapa de levantamento de subsunçores não é voltada para a explicitação de conhecimentos bem estruturados na estrutura cognitiva do aprendiz, relacionados com o tema a ser ensinado. Ao contrário, ela visa atingir uma estrutura mental ainda *difusa*, na qual os conceitos podem guardar maior ou menor *distância conceitual* para aqueles conceitos que se deseja ensinar. Para se concretizar uma etapa com tais características, não se pode lançar mão de estruturas usuais de testagem, em que o estudante apresenta sua resposta como um sim ou não a alguma alternativa ou seleciona alguma, entre outras. O caráter difuso da maioria dos conceitos que o estudante usualmente possui nessa etapa deve ser contemplado por uma maneira adequada de acesso a ele. Com base nessas considerações, foi desenvolvido um método de levantamento de subsunçores baseado nos conceitos da Lógica Difusa (SILVA FILHO; FERREIRA, 2022), justamente para se apropriar da difusividade da própria estrutura cognitiva do estudante de maneira adequada. O método foi implementado em um sistema *Desktop* e se mostrou apropriado. Assim, está pronto para poder ser incorporado aos processos de levantamento *automático* de subsunçores da Plataforma WebQuest, que é uma das ações que já estão em curso atualmente em pesquisas destes autores.

Algo similar se pode afirmar da etapa de organização avançada dos subsunçores. Essa etapa visa aproximar os conceitos subsunçores daqueles que se deseja, efetivamente, ensinar. Assim, deve-se usar metodologias que façam a mediação dessa aproximação, e não a verificação de um aprendizado solidificado – nesta etapa, ainda sequer se está considerando, como foco do ensino, os conceitos a ensinar, mas sim a *interrelação* entre os conceitos subsunçores e os conceitos a ensinar.

As etapas propriamente de ensino, a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, ainda que consideradas sob a égide de uma perspectiva formativa, podem contar com estruturas de verificação do conhecimento efetivo que o estudante apresenta sobre o assunto que se deseja ensinar.

Seria, pois, bem-vinda uma abordagem computacional que visasse implementar as etapas da TAS a partir do modelo das WebQuests de maneira controlada e teoricamente referenciada, garantindo, pois, sua adequação.

Uma característica importante nem sempre ressaltada relativamente à TAS é que a centralidade da noção de *estrutura cognitiva de cada estudante* aponta para uma perspectiva de



ensino fortemente fundamentada na ideia de personalização, ainda que esta não seja a única possibilidade. De fato, as diferentes estruturas cognitivas dos estudantes, relativamente aos subsunçores que cada um apresenta, indicam diferentes possibilidades de se proceder à sua organização avançada e, em menor intensidade, na forma de se aplicar a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa (a partir da ideia de que a organização avançada estabeleceu um pano de fundo relativamente equitativo para a aproximação dos subsunçores aos conceitos a ensinar). Isso, por sua vez, impõe desafios para o ensino segundo esse referencial teórico, se pensarmos em turmas com quarenta alunos, tipicamente. Assim, um sistema computacional que possa implementar estratégias *automatizadas* de levantamento de subsunçores e de sua organização avançada, além de fazê-lo, igualmente, mas com diferentes métodos, para as etapas de ensino, podem ser de grande importância.

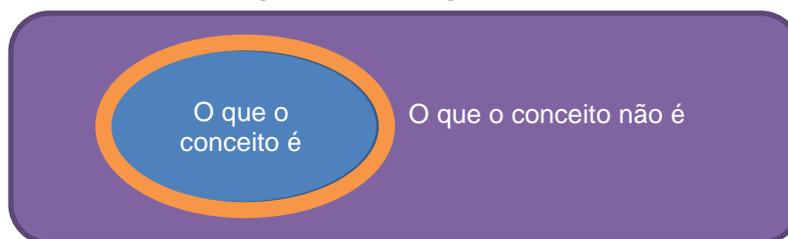
Assim, dentro de uma perspectiva que dá centralidade às *etapas* da TAS e sua concretização por intermédio de um sistema computacional, verificou-se que *diferentes tipos de itens serviriam a diferentes etapas*.

1. Fundamentação teórica: etapas da TAS e tipos de itens associados a uma WebQuest

1.1. Etapa de Levantamento de Subsunçores

De fato, para a etapa de levantamento de subsunçores, itens do tipo Certo ou Errado podem ser particularmente interessantes no processo de *concept shaping* (modelagem conceitual) pelo qual o sistema investiga o nível de presença de conceitos subsunçores importantes para o ensino do material que é o objetivo. Concretamente, dado um conceito cujo nível de presença e precisão se deseja investigar na estrutura cognitiva do estudante, apresenta-se um conjunto de alternativas do tipo Certo ou Errado – as alternativas podem se referir tanto ao que o conceito é, quanto ao que o conceito não é, criando, pois, a ideia de uma *modelagem do conceito*, indicando seu conteúdo mais profundo, bem como suas “bordas”, como mostrado na Figura 2.

Figura 1 - Modelagem de conceitos.



Fonte: elaboração própria (2022).

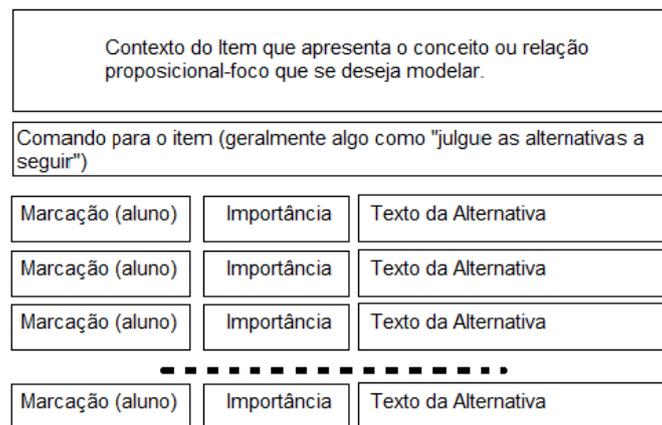
Nessa estrutura, em que a camada laranja representa uma zona difusa entre o que o conceito é e o que ele não é, dado um contexto da questão que isola um conceito ou uma relação entre conceitos como foco de modelagem, cada item do tipo Certo ou Errado apresenta proposições sobre esse conceito-foco ou relação-foco. Cada alternativa vem acompanhada da percepção (subjetiva) do professor sobre sua importância relativa (no intervalo $[0,100]$) para a modelagem do conceito-ou relação-foco, que se constitui em um primeiro nível de difusividade (este conceitual). Ao estudante cabe assinalar cada uma das alternativas não com um mero Certo ou Errado, mas com um grau de confiança com que considera que a referida alternativa esteja certa ou errada. Assim, o estudante não marca C ou E, como de hábito, mas sim valores no intervalo $[0,100]$ indicando sua confiança que a alternativa está correta, ou valores no intervalo $[-100,0]$ indicando sua confiança



que a alternativa está errada. Neste caso, apresenta-se um segundo nível de difusividade, agora de caráter cognitivo (e, também, subjetivo).

Tipicamente, um item desse tipo, voltado exclusivamente para o levantamento de subsunçores, é como o apresentado na Figura 3.

Figura 3 - Estrutura de um item com alternativas (Certo ou Errado) para levantamento de subsunçores.



Fonte: elaboração própria (2022).

1.2. Etapa de Organização Avançada dos Subsunçores

Nesta etapa, como já foi dito, interessa proceder à “aproximação” dos conceitos subsunçores presentes na estrutura cognitiva de cada estudante com os conceitos que, efetivamente, se deseja ensinar.

O foco, portanto, não é nem nos conceitos subsunçores, nem nos conceitos a ensinar, mas na interrelação entre eles. Os itens devem ter uma estrutura tal que favoreça a aproximação conceitual já mencionada.

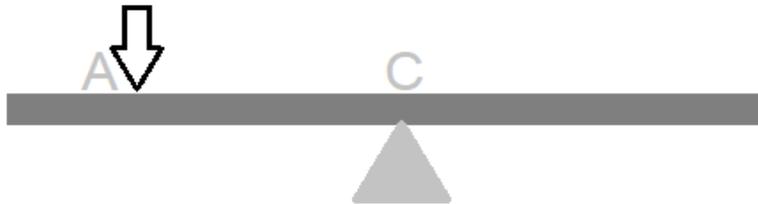
Dois tipos de itens são particularmente importantes para se proceder à organização avançada de subsunçores: os itens de preenchimento de lacunas textuais e os itens de relacionamento entre colunas.

A importância dos itens de preenchimento de lacunas textuais está, precisamente, no fato de que o elaborador do item pode induzir o processo de aproximação estabelecendo marcas textuais que permitam ao estudante estabelecer os vínculos conceituais que efetivam tal aproximação. Esses itens têm uma estrutura como a apresentada na Figura 4. Note que há, no texto, diversas lacunas que devem ser preenchidas com os elementos conceituais (palavras) apresentadas a seguir. A formação do texto deve ser, ela mesma, o resultado da aproximação conceitual almejada.

Como exemplo, considere que se está desejando ensinar o conceito de equilíbrio estático, entre outros. Para tanto, foi estabelecido que a noção de força é uma noção importante para tal ensino. A noção de força é uma noção subsunçora, enquanto o conceito de equilíbrio é o conceito alvo. De modo geral, um estudante irá apresentar noções difusas do conceito força, e tal difusividade é levantada na etapa de levantamento de subsunçores. Na etapa de organização, se poderia incluir, simplificada, um item do tipo:



Figura 4 – Exemplificação de um item de física na etapa de levantamento de subsunçores (tipo: preenchimento de lacunas).



O conceito de ____ é importante para a noção de ____ de uma barra de comprimento L e apoiada e presa, em seu centro C , sobre uma base, como mostrado na figura acima. De fato, se aplicarmos uma ____ no ponto A , indicado na figura acima, a tendência é fazer a ____ rotacionar em torno _____. Uma situação como essa deve ser considerada como estando ____ do _____. Para fazer o sistema voltar ao _____, deve-se aplicar uma _____ do outro lado da _____.

Substituições: força; equilíbrio; força; barra; do ponto C ; fora; equilíbrio; equilíbrio; força; barra.

Fonte: elaboração própria (2022).

Na apresentação do item ao estudante, evidentemente, as substituições são mostradas em ordem randomizada.

Outro tipo de item que pode ser proficuamente utilizado na etapa de organização avançada de subsunçores é aquele de relacionar colunas. Assim como no item de preenchimento de lacunas, neste também se apresentam marcas textuais que servem de guia para a aproximação pretendida. Diferentemente do tipo anterior de item, neste é possível discernir, na coluna da direita, os conceitos subsunçores, enquanto na coluna da direita podem ser colocados os conceitos aos quais se deseja aproximar (e vice-versa). Um exemplo de item de relacionamento de colunas com o mesmo tema do item de preenchimento de lacunas previamente apresentado é dado a seguir:

Figura 5 – Exemplificação de um item de física na etapa de levantamento de subsunçores (tipo: relacionamento de colunas).



Com respeito ao conceito de força e sua interrelação com as noções de equilíbrio estático, e considerando a figura acima, relacione, a seguir, as colunas da esquerda com as colunas da direita.

Uma força aplicada perpendicularmente no ponto C tem por efeito

O ângulo de aplicação da força no ponto A tem por efeito

Não alterar a situação de equilíbrio da barra

Alterar com maior ou menor intensidade a situação de equilíbrio da barra.



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

Uma força aplicada no ponto A tem por efeito

...

Alterar a relação de equilíbrio da barra, fazendo-a girar

...

Fonte: elaboração própria (2022).

A apresentação do item aos estudantes, evidentemente, fixa a ordem das alternativas na coluna da esquerda segundo o processo original de elaboração e randomiza as linhas da coluna à direita.

Em ambos os casos, ficam claras as marcas textuais capazes de induzir o processo de organização avançada.

1.3. Etapas de Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integrativa

Essas etapas, como dito anteriormente, são basicamente as etapas de ensino. É importante notar que não há um ordenamento necessário entre elas. Ao contrário, é importante que as etapas de diferenciação progressiva se façam seguir por etapas de reconciliação integrativa e vice-versa, em um processo de análise e síntese que fornece os elementos verdadeiramente significativos da aprendizagem. Nessas etapas, o que se busca é o aprendizado efetivo (significativo) dos conceitos que se deseja ensinar. Assim, esses são o foco da investigação. A abordagem ainda pode ser formativa (inicialmente deve sê-lo, mas pode ser consumada com elementos somativos).

Nessas etapas pode-se utilizar dois tipos básicos de itens. O tipo de múltipla escolha (com cinco alternativas) e o tipo de resposta numérica. Para estes, agora que se trata dos conhecimentos efetivos almejados, pode-se construir uma estrutura automática de aplicação das WebQuests na forma de uma Testagem Auxiliada por Computadores (CAT, na sigla em inglês), com itens parametrizados, relacionados a habilidades e competências (que, no presente trabalho, são aquelas da BNCC). Esses tipos de itens são bastante conhecidos e não aprofundaremos a discussão sobre eles aqui.

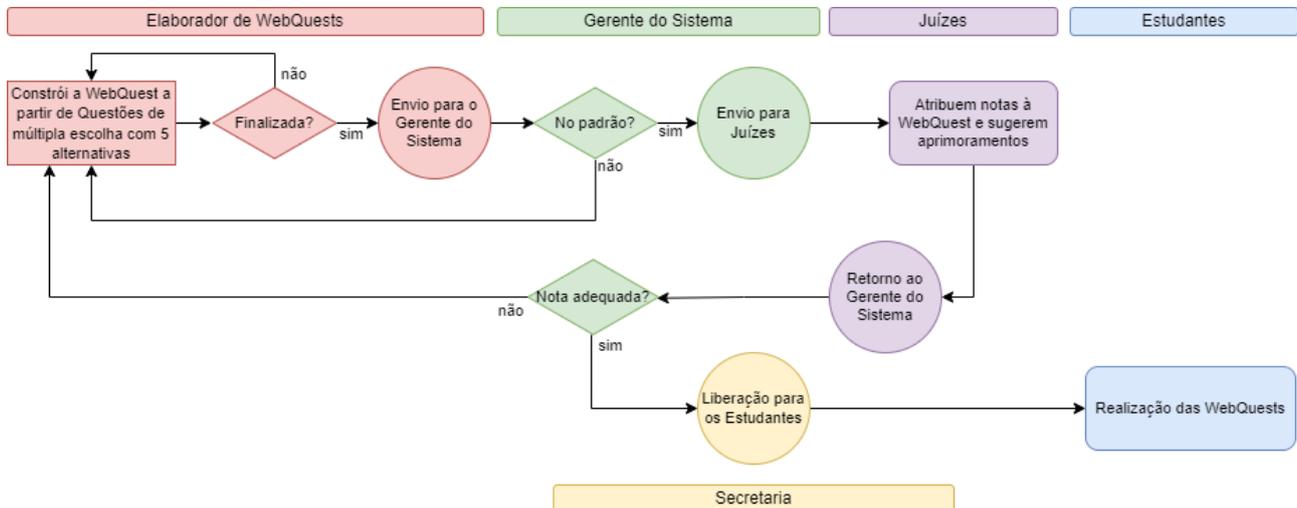
2. Implementação Computacional

O sistema computacional que visa implementar as etapas da TAS de maneira consistente e teoricamente referenciada vem sendo construído há alguns anos e já se encontra em fase avançada de desenvolvimento, podendo ser encontrado no sítio: <https://thewebquest.net/thewebquest>. Resumidamente, sua estrutura se volta para a realização *colaborativa* de sequências didáticas baseadas no formato WebQuest e em sua perspectiva formativa. Cada etapa, portanto, conta com WebQuests de subsunção, WebQuests de organização avançada e WebQuests de ensino, que podem ser de diferenciação progressiva ou de reconciliação integrativa, seguindo o fluxo apresentado na Figura 1.

O sistema é organizado em torno de diversas funções: Elaborador; Gerente; Secretário; Juiz; Professor e Estudante, cada qual com sua área específica para desenvolvimento de suas ações. Assim, as funções estabelecidas cobrem todas as etapas de construção, validação e apresentação das sequências didáticas. Uma visão simplificada do fluxo de trabalho imposto pelo sistema computacional está apresentado na Figura 6, a seguir.



Figura 6 - Fluxo de trabalho imposto pela Plataforma WebQuest.



Fonte: elaboração própria (2022).

3. Considerações Finais

Na breve discussão encaminhada neste texto, endossamos reiteradas constatações em pesquisas acadêmicas, bem como evidências empíricas de professores e organizações avaliativas, acerca da importância e da necessidade de análise crítica e proposição contundente de ações qualificadas para o ensino de física no Brasil.

Para isso, buscamos expressar uma reflexão e oferecer uma alternativa de ação instrucional a partir de uma interpretação da TAS, fundamentação abundante na área, associada ao uso de WebQuests, estratégia didática e avaliativa aderente aos estudos contemporâneos acerca da cognição.

Evidenciando etapas de levantamento de subsunçores, organização avançada, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, documentamos as bases teórico-metodológicas e exploramos uma implementação computacional que mimetiza o amálgama referido e ilustra possibilidades de desenvolvimento de metodologias de ensino articuladas a tecnologias digitais.

Como um trabalho a ser apresentado num evento científico, este texto tem pretensões limitadas a compartilhar desenvolvimentos em pesquisa com uma comunidade de pares interessados, abrindo possibilidades para críticas, sugestões e eventuais colaborações. A pesquisa de que faz parte esse recorte tem objetivos mais audaciosos e que se direcionam à consolidação de um modelo didático e de uma estrutura avaliativa capaz de vincular preceitos da TAS à tecnologia educacional da WebQuest, apresentando abordagens consistentes e coerentes à pluralidade de enfoques epistemológicos, modelos curriculares e intencionalidades didáticas associadas a uma produção educacional qualquer.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do Centro de Políticas Públicas e Avaliação da Educação da Universidade Federal de Juiz de Fora (CAEd/UFJF), da Universidade de Brasília (UnB) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

Referências

FERREIRA, M.; COUTO, R. V. L.; SILVA FILHO, O. L.; PAULUCCI, L.; MONTEIRO, F. F. Ensino de astronomia: uma abordagem didática a partir da Teoria da Relatividade Geral. **Revista Brasileira de Ensino de Física** v. 43, p. 1-13, 2021b. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0157>.

FERREIRA, M.; NOGUEIRA, D. X. P.; SILVA FILHO, O. L.; COSTA, M. R. M.; SOARES NETO, J. J. A WebQuest como proposta de avaliação digital no contexto da aprendizagem significativa crítica em ciências para o ensino médio. **Pesquisa e Debate em Educação**, v. 12, n. 1, p. 1–32, e35023, 2022. <https://doi.org/10.34019/2237-9444.2022.v12.35023>.

FERREIRA, M.; SILVA FILHO, O. L.; MOREIRA, M. A.; FRANZ, G. B.; PORTUGAL, K. O.; NOGUEIRA, D. X. N. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre óptica geométrica apoiada por vídeos, aplicativos e jogos para smartphones. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, n. 1, p. 1-13, 2021a. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0057>.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: E.D.U, 2012.

SILVA FILHO, O. L.; FERREIRA, M. Modelo teórico para levantamento e organização de subsunçores no âmbito da Aprendizagem Significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 44, p. 1-13, 2022. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0339>.

SILVA FILHO, O. L.; FERREIRA, M. Teorias da Aprendizagem e da Educação como Referenciais em Práticas de Ensino: Ausubel e Lipman. **Revista do Professor de Física**, v. 2, n. 2, p. 104-125, 2018. <https://doi.org/10.26512/rpf.v2i2.12315>.

SILVA FILHO, O. L.; FERREIRA, M.; POLITO, A. M. M.; COELHO, A. L. M. de B. Normatividade e descritividade em referenciais teóricos na área de ensino de Física. **Pesquisa e Debate em Educação**, v. 11, n. 1, p. 1-33, 2021. <https://doi.org/10.34019/2237-9444.2021.v11.32564>.