

Abordagem de conteúdos conceituais e procedimentais em Física através da mediação de atividades investigativas e simulações computacionais

Approach of conceptual and procedural contents in Physics through the mediation of investigative activities and computational simulations

Paulo Celso Morais Martins

UFES, Centro de Ciências Exatas.
oluap200@gmail.com

Simone A. Fernandes

UFES, Centro de Ciências Exatas.
simonef.ufes@gmail.com

Thiéberson da Silva Gomes

UFES, Centro de Ciências Exatas.
thieberson@gmail.com

Resumo

O ensino de Física pode ser fortalecido com o uso de ferramentas computacionais, na qual softwares educacionais são alternativas expressivas e eficientes para o desenvolvimento cognitivo e procedimental dos estudantes e, utilizado por professores como uma estratégia pedagógica e didática. As simulações podem ser vinculadas às atividades investigativas a ponto de exigir do aluno uma análise criteriosa de situações desafiadoras e reflexivas, buscando neles uma coerência ao estruturar ideias através da utilização de conceitos e procedimentos associados à descrição matemática, tomada de variáveis, verificação dos desafios propostos. Este trabalho apresenta a descrição dos resultados da análise de uma situação problema utilizando o *software Modellus* com um guia de atividades baseado no diagrama V de *Gowin*. Sua forma de estrutura e organização evidencia a necessidade que os estudantes exponham suas ações, discussões, e conceitos utilizados durante a análise dos eventos físicos, desenvolvendo uma ação exploratória e interativa com o *software*.

Palavras chave: Ensino por investigação; Simulações, Situação- problema.

Abstract

Physics teaching can be strengthened through the use of computational tools, in which educational softwares are expressive and efficient alternatives for students' cognitive and procedural development and used by teachers as a pedagogical and didactic strategy. The simulations can be linked to the investigative activities to the point of requiring the student a

careful analysis of challenging and reflexive situations, seeking in them a coherence in structuring ideas through the use of concepts and procedures associated with mathematical description, taking variables, checking the proposed challenges. This paper presents the description of the results of the analysis of a problem situation using the *Modellus* software with an activity guide based on the V diagram of Gowin. Its structure and organization structure evidences the need for students to expose their actions, discussions, and concepts used during the analysis of physical events, developing an exploratory and interactive action with the software.

Key words: Research teaching; Simulations, Problem Situation

Introdução

Ao se iniciar o ensino de Física para o ensino médio é comum a utilização de uma abordagem dos fenômenos de forma cinemática (descrição dos movimentos sem alusão a suas causas) e, posteriormente, de uma abordagem dinâmica (justificando as causas dos movimentos). Com isso, a descrição algébrica é repetidamente utilizada para estabelecer relações de proporcionalidade entre as grandezas físicas possíveis para a situação que se quer analisar e também de quantidade ao atribuir valores a elas durante a descrição dos eventos.

Uma abordagem que utilize prioritariamente conceitos e teorias para descrever os eventos físicos, faz alusão sobre situações abstratas que exigem dos estudantes imaginar os eventos e suas particularidades acontecendo. Com isso, é possível inferir um comprometimento dos significados físicos construídos pelos estudantes.

Hoje, o acesso a ferramentas como computadores, *tablets*, entre outros, oportuniza a utilização de outras formas de abordagem dos conteúdos, a partir do uso de simulações computacionais interativas, que são uma forma controlada de analisar e descrever os eventos físicos. Estes dois processos, analisar e descrever, envolvem procedimentos (análise de variáveis, estudo de relações entre variáveis, manipulações algébricas, entre outros) que, se acompanhados da compreensão conceitual, podem contribuir para justificar e tornar lúdico, para os estudantes, que os eventos e as grandezas físicas são modificados mediante ações bem específicas executadas por um sujeito.

Neste trabalho de pesquisa, buscou-se utilizar e associar simulações computacionais com conteúdos conceituais e procedimentais durante análise de situações reais. Para isso, foram criadas simulações computacionais que apresentam situações-problema nas quais o estudante é sempre o sujeito da ação, lhe permitindo aprender a partir da compreensão dos conceitos físicos e do conhecimento procedimental atrelado a ele. A metodologia de desenvolvimento das atividades, a serem realizadas a partir das simulações, priorizam a investigação e a análise dialogada e reflexiva entre os estudantes e destes com o professor, no intuito de definir prioridades e estratégias para resolver as situações-problema apresentadas. Com isso, propomos desenvolver 5 atividades investigativas que combinassem ações e procedimentos utilizando o software educativo *Modellus*, com um guia de atividades planejado e organizado a partir do diagrama V de *Gowin*. Este pode ser adaptado de acordo com a proposta de intervenção planejada pelo professor durante discussões sobre conteúdos de movimento em duas dimensões, dinâmica, gravitação e energia. Aqui estão apresentados os resultados e discussões de uma das atividades investigativas, desenvolvida pelos estudantes da 1ª série do ensino médio, chamada “Energia para ir mais alto”.

Referencial teórico

Simulações computacionais como ferramentas para a abordagem de conteúdos

Segundo as orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais (PCN+ Ensino Médio), no ensino de Física deve ser estimulado o uso adequado de ferramentas tecnológicas — máquinas de calcular, ou outras propiciadas pelos computadores — por permitirem representar e sistematizar o conhecimento, contribuindo também para correlacionar e reforçar as relações do conhecimento científico com outras formas de expressão do saber humano (BRASIL, Ministério da Educação, 2002, p.84). Particularmente, tratando-se do computador, é possível utilizar na escola, com os estudantes, *softwares* educacionais específicos para diversas intervenções e interações dos estudantes com essa ferramenta. Neste sentido, as simulações computacionais oportunizam aos alunos, como sujeitos de suas ações, analisarem um ou mais eventos físicos que, de acordo com a proposta de ensino, podem estar voltados para uma abordagem qualitativa, de exploração de conceitos e relações de proporcionalidade, ou quantitativas, ao inserir e modificar valores de variáveis e alterar a relação entre elas. Além disso, permite, até mesmo, as duas abordagens trabalhadas juntas, de forma que o estudante verifique de imediato as consequências de suas inferências em cada ação.

A utilização de simulações computacionais no ensino de ciências de uma forma geral ou mais especificamente no ensino de Física, tem se apresentado como uma estratégia metodológica eficiente para o processo de ensino/aprendizagem, pois permite a abordagem integrada dos conteúdos conceituais, procedimentais e, dependendo da atividade, dos conteúdos atitudinais. É importante destacar que, ao contrário da ênfase que atualmente é dada aos conteúdos conceituais, cada processo educativo deve contemplar uma parte, não necessariamente igualitária, destes três tipos de conteúdos (Zabala, 1998, p.31).

A aprendizagem de conteúdos conceituais e de princípios contempla a construção de significados, pelo estudante, em relação a fatos, objetos e símbolos que podem ser modificados e relacionados com outros fatos, objetos e símbolos ou mesmo a relação destes em situações que descrevem causa e efeito, permitindo que a aprendizagem seja a mais significativa possível. Segundo Zabala (1998), estas são atividades com alto grau de complexidade e provocam um real processo de *elaboração e construção* pessoal do conceito. Os conteúdos procedimentais podem ser descritos como um conjunto de ações, habilidades, estratégias (*planejamento e tomada de decisão sobre os passos que serão seguidos*) e técnicas (*rotina automatizada devido à prática repetitiva*) (Pozo e Crespo, 2009, p.49), ordenadas e com um fim visando a concretização de um objetivo, assim como ler, desenhar, observar, calcular, traduzir, classificar (Zabala, 1998, p.43). De posse destas ferramentas o estudante elabora sua percepção de mundo e fica mais qualificado a transpor desafios e obstáculos. Ideias a esse respeito são apresentadas no quadro 01.

Quadro 01: Diferenças entre conceitos e procedimentos (Adaptado de Andersom, 1983).

	Conceitos	Procedimentos
Consiste em	Saber o que	Saber como
É	Fácil de verbalizar	Difícil de verbalizar
Se possui	Tudo ou nada	Em parte
Se adquire	De uma vez	Gradualmente
Se adquire	Por exposição (ensino repetitivo)	Por prática/exercício (ensino por descoberta)
Processamento	Essencialmente controlado	Essencialmente automático

Uma forma de exercitar a aprendizagem de conteúdos procedimentais é fazendo, e por várias vezes se assim for necessário. Contudo, é essencial ser capaz de refletir sobre como realizar tal ação e as condições ideais em que será desenvolvida.

A proposta de educação em atitudes deve ter como objetivo a promoção de mudanças gerais e estáveis como, por exemplo, promover a tolerância, cooperação, curiosidade, interesse pela ciência, etc. (Pozo e Crespo, 2009, p. 32), num esforço conjunto entre professores e alunos pelo propósito de se perceber estas atitudes que são tão necessárias e por vezes colocadas como inalcançáveis.

As simulações permitem aos estudantes e requerem deles procedimentos e métodos bem específicos a fim de se alcançar um determinado objetivo, e isso é verificado de imediato durante a execução das atividades. Cada ação dos estudantes no desenvolvimento das simulações com a finalidade de resolver os desafios é pautada em reflexões sobre os conceitos físicos presentes na análise do evento e em conjunto com quais procedimentos os estudantes devem executar para resolvê-los. Os conteúdos conceituais e procedimentais estão interligados uma vez que um procedimento interfere diretamente nas relações entre as grandezas e utilização delas, na análise quantitativa e nas consequências dos eventos, e isso pode ser analisado e avaliado com as simulações computacionais.

Metodologia

Quanto ao tipo de estudo, trata-se de uma pesquisa aplicada, exploratória, experimental e com abordagem qualitativa. O objetivo foi elaborar e desenvolver, com alunos do ensino médio, atividades de simulação computacional de caráter investigativo, baseadas em situações-problema, utilizando-se o *software Modellus* e avaliar seus conhecimentos conceituais e procedimentais iniciais e o seu aprofundamento ao longo das atividades.

O *software Modellus* habilita um ambiente virtual no qual é possível simular e compor modelos físicos bem acessíveis aos alunos, lhes permitindo testar valores em suas hipóteses, visualizar de imediato a construção gráfica e a tabulação de dados, de modo a efetivar sua relevância no modelo construído. Portanto, estimula os estudantes a exporem as ações e procedimentos necessários durante a análise de um evento, em uma ação exploratória e interativa (Figura 01).

Dentro da proposta investigativa foi possível aos estudantes analisarem, discutirem e resolverem as situações-problema, tendo como foco para análise da pesquisa as relações feitas por eles sobre os conteúdos conceituais, procedimentais e o uso do *software Modellus*. O *software* expõe a situação problema e permite aos estudantes uma verificação imediata entre as relações propostas por eles para a resolução das tarefas, relacionando a descrição algébrica, conceitual e procedimental que foi discutida em cada grupo. Os resultados oriundos das discussões mediadas pelos grupos foram registrados no diagrama V, que se apresenta como uma ferramenta de organização das ideias, conceitos e procedimentos propostos por eles para a solução da situação problema. Portanto, é um facilitador para a composição escrita oriunda das discussões mediadas pelos grupos, promovendo uma construção e evolução coletiva do conhecimento. Além disso, na pesquisa, nos serviu como ferramenta de coleta de dados, permitindo analisar as relações conceituais estabelecidas pelos estudantes, os procedimentos adotados, a compreensão das relações algébricas e as conclusões tiradas pelos alunos.

Como ferramenta de coleta de dados foi utilizada um guia de atividade, composto da mesma situação-problema simulada e de um diagrama V de *Gowin*, adaptado para o registro escrito dos alunos e um espaço para a organização de dados resultantes da interação dos alunos com as simulações.

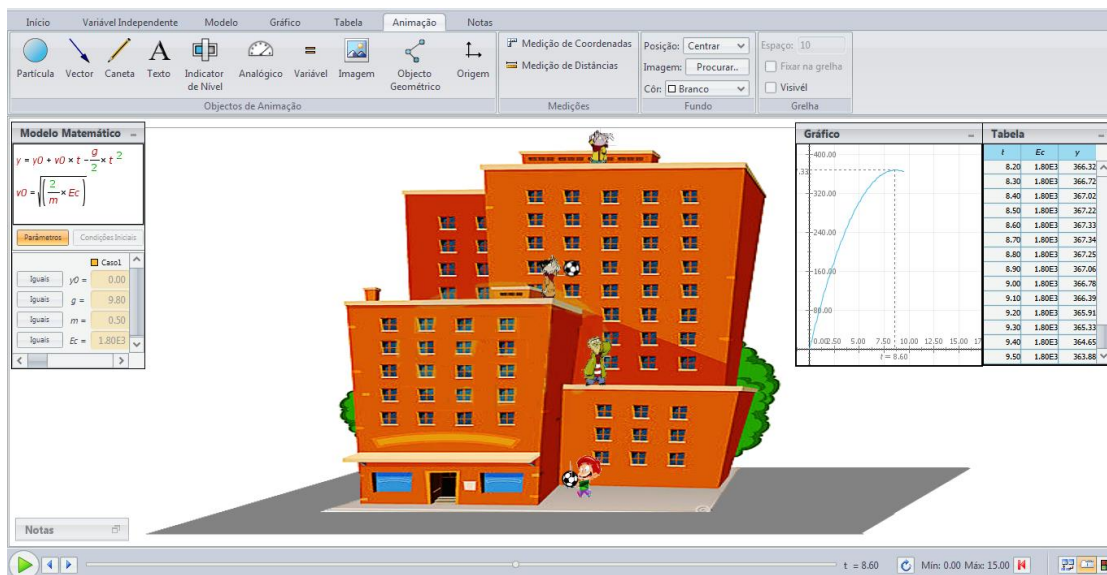


Figura 01: Contextualização da situação problema da atividade “Energia para ir mais alto”

Os alunos precisavam preencher o diagrama V de forma a apontar: (i) os princípios e/ou leis envolvidos na atividade simulada; (ii) palavras chave; (iii) Transformações; (iv) procedimentos que foram realizados para a resolução da situação problema e (v) conclusões sobre a resolução da situação problema e (vi) as hipóteses iniciais para tentar resolver a situação problema.

A atividade foi desenvolvida com 2 turmas de estudantes da 1ª série do ensino médio (entre 14 e 15 anos) em um total de 48 alunos do ensino regular, com um momento de 50 minutos na sala de aula regular e outro de 50 minutos na sala de informática, que disponibiliza 10 computadores, ficando em média 2 a 3 alunos por computador. O material desenvolvido no projeto de pesquisa foi utilizado com os estudantes dentro de quatro situações, sendo que a exposta aqui analisa um lançamento vertical associado com a energia necessária a tal fim.

Durante as aulas teóricas as simulações são utilizadas na discussão das situações-problema como forma de aproximar os alunos com a linguagem visual do *software*, numa exposição dialogada e reflexiva, utilizando o tempo de uma aula.

Todos os grupos de alunos receberam uma situação-problema que consistia em um indivíduo no térreo (o próprio estudante) lançar uma bola para os amigos, sendo que cada um dos três amigos, estavam em andares diferentes de um prédio, de forma que eles deveriam conseguir pegar bola de forma bem fácil, ou seja, seria o ponto de altura máxima do lançamento vertical.

Resultados e discussões

Cada grupo de estudantes tem a sua disposição, para preencher coletivamente, o guia de atividades, que é composto sobre os seguintes pontos de abrangência: (i) os princípios e/ou leis envolvidos na atividade; (ii) palavras chave; (iii) Transformações; (iv) procedimentos foram realizados para a resolução da questão problema, (v) conclusões sobre a resolução da questão problema e (vi) as hipóteses iniciais para realizar as situações problema

A seguir estão expostos dados sobre as respostas obtidas com o diagrama V para a situação problema sobre o lançamento da bola. Para a análise das palavras chave foi usado um contador de palavras para gerar um relatório estatístico sobre o texto.

(i) Descreva os princípios e/ou leis envolvidos na atividade

Neste tópico de princípios e/ou leis espera-se que os grupos fundamentem uma linha de conceitos Físicos expondo as leis identificadas por eles durante a execução das atividades. Baseado nas respostas expostas pelos grupos foi possível perceber que 50% citou a bola descrevendo um movimento variado, 50% das respostas apontam para uma variação de energia cinética, 12,5% indicam a gravitação, 6,25% apontam a conservação de energia. Ressalto que um mesmo grupo de alunos poderia citar vários princípios e/ou leis que fossem pertinentes em suas discussões. Com isso, evidencia-se uma abordagem mais sólida sobre conceitos de movimento variado e de variação de energia cinética.

(ii) Palavras chave

Posição	Palavra	Ocorrências
1	Altura	12
2	Força	12
3	Velocidade	12
4	Gravidade	11
5	Massa	10

Posição	Palavra	Ocorrências
6	Energia	9
7	Tempo	8
8	Aceleração	5
9	Bola	5
10	Cinética	5

De acordo com a tabela, as principais palavras-chave apontadas pelos alunos indicam que eles percebem as principais variáveis envolvidas no processo (altura, força e velocidade). A massa e a gravidade também são citadas por vários grupos de alunos, provavelmente porque, mesmo não tendo estudado o conteúdo, são variáveis perceptíveis em ações no dia-a-dia. (Caso já tenham visto o conteúdo, pode ser um misto disso: é perceptível no cotidiano, além de já ter sido estudado). Embora o princípio da conservação de energia seja fundamental, ele requer o estabelecimento de relações entre várias grandezas (energia mecânica, energia potencial, energia cinética, massa, velocidade, altura, força da gravidade) para se compreender o conceito de energia e o conceito de conservação. Possivelmente, isso explica o fato de energia não estar entre as palavras-chave mais citadas e ainda aparecer de forma “avulsa” a palavra cinética.

Analisar as palavras-chave no diagrama V permite, ao professor, ter uma ideia prévia do conhecimento inicial dos alunos em termos de conhecimento de conceitos, mesmo que o aluno ainda não demonstre real compreensão destes.

(iii) Transformações

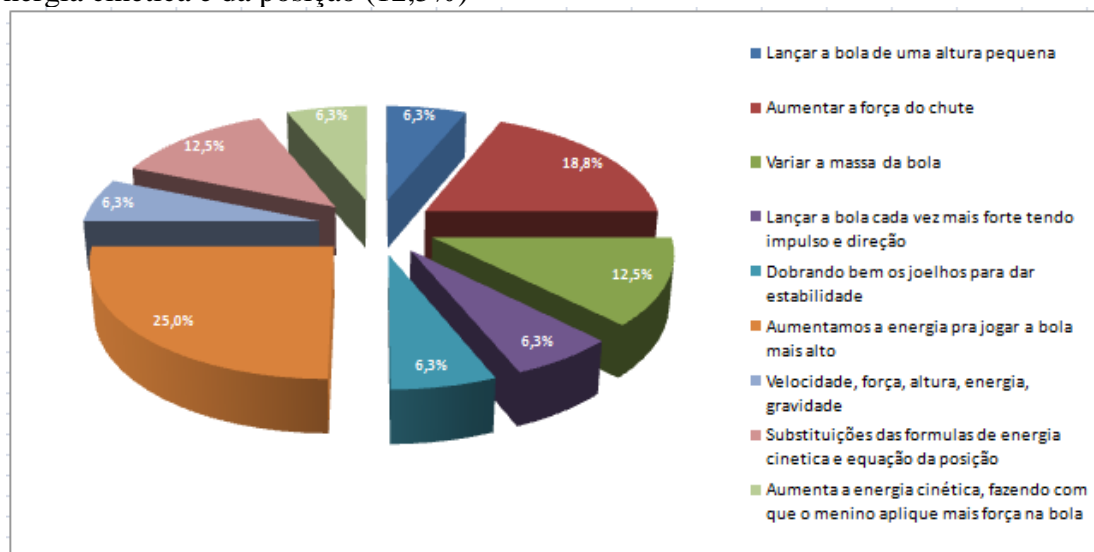
No tópico transformações, cada grupo de aluno deveria prever/hipotetizar quais mudanças deveriam ser realizadas e em quais variáveis para que a situação problema fosse resolvida. Analisando-se as respostas dos alunos percebe-se que mais de 40% das repostas apontam a necessidade de relação entre a energia adquirida pela bola e a altura a ser alcançada. No entanto, existe discordância entre quais valores de energia seriam necessários. Isso mostra que, embora reconheçam a relação qualitativa, ainda não conseguem estabelecer uma relação quantitativa a esse respeito.

24% das respostas previam mudanças nas principais variáveis envolvidas: “transformar Energia Cinética em velocidade”, “diminuir a massa da bola”, “aumentar a força do chute”, “mudar a altura” e “diminuir a força da gravidade”, neste último caso, sem atentar para o fato de isso não ser possível permanecendo na superfície terrestre. O levantamento de hipóteses é um exercício fundamental para que o aluno pense a respeito da situação problema, permitindo que organize suas ideias para posterior manipulação das variáveis no *software Modellus*. Para o professor, é mais um meio de avaliar a compreensão dos alunos, o nível de conhecimento e

as relações que são capazes de estabelecer, seja antes ou depois de o conteúdo ser trabalhado. Houve uma discordância significativa entre os valores de energia previstos e altura a ser alcançada pela bola. Mais um indício de que há um entendimento da relação qualitativa, mas dificuldades em tratar a previsão quantitativamente.

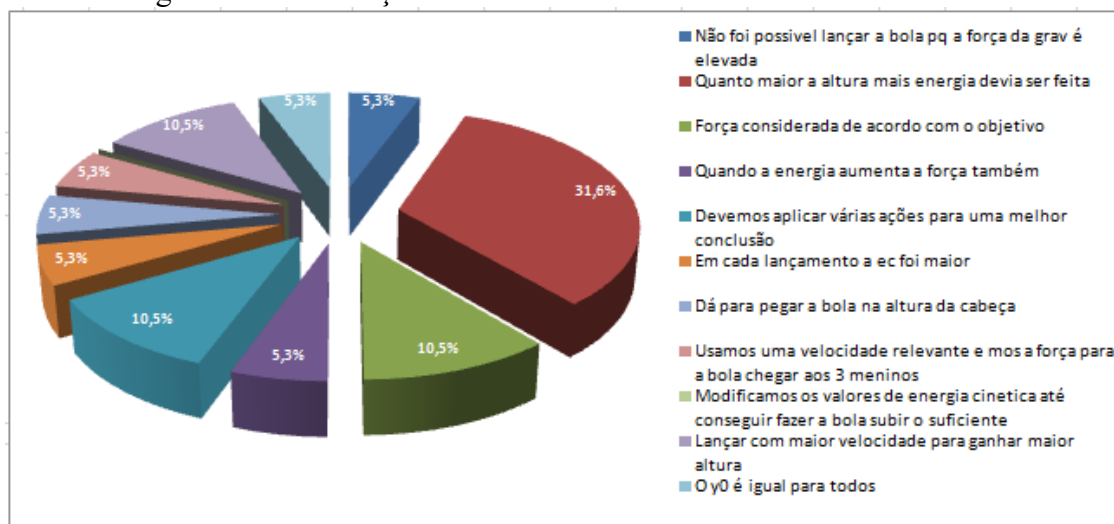
(iv) Procedimentos realizados para a resolução da questão problema

De acordo com as respostas dadas pelos alunos, percebe-se que os principais procedimentos realizados envolveram alterar variáveis/grandezas relacionadas à ação de jogar a bola (25% aumentar a energia para jogar a bola, 18,8% aumentar a força do chute, 6,3% aumentar a energia cinética, fazendo com que o menino aplique mais força na bola...ou seja, no total 50% dos procedimentos envolveu alterar variáveis/grandezas relacionadas à ação de jogar a bola, sendo 25% relacionado à aumentar a energia da bola. A variação da massa da bola também foi citada por 12,5%). Outros procedimentos apontados indicam manipulações das equações da energia cinética e da posição (12,5%)



(v) Conclusões

De modo geral, os alunos reconhecem a existência de relação entre altura (deslocamento máximo) e energia; força e energia e velocidade inicial e altura. No entanto, a compreensão dos conceitos ainda é precária: “quanto maior a altura mais energia deve ser feita”, o grupo parece confundir energia e força ou acreditam que a energia é algo que pode ser produzido, “quando a energia aumenta a força também”.



Na verdade, é ao contrário, quando a força é maior a aceleração adquirida é maior e, portanto, a velocidade inicial é maior, e maior velocidade implica em maior energia cinética.

(iv) As hipóteses para realizar a situação problema

Nesta descrição se misturam conceitos, “exercer mais energia sobre a bola” (19,2%) e procedimentais, “jogar a bola com as duas mãos”(3,8%), “flexionar a perna e depois pular lançando a bola para o alto” (7,7%). Contudo, duas relações conceituais se sobressaem e são “variar a força do chute (para jogar a bola para cima)”, “calcular a energia cinética considerando a posição dos personagens a altura massa da bola”. Dentro disso, percebe-se que a principal reação dos estudantes para solucionar os desafios está dentro de uma premissa de conceitos e procedimentos

A atividade oportuniza um momento de muita discussão entre os grupos de estudantes em uma tentativa de refletir e propor estratégias para a resolução dos desafios que lhes foram propostos como, verificar e reavaliar as decisões propostas e tomadas após as montagens das simulações. Com isso, o *software* utilizado pelos estudantes enriquece as discussões sobre o diagnóstico dos eventos a partir do trabalho com as variáveis físicas de forma a poder quantificá-las e, de imediato verificar sua consequência no modelo, tornando pertinente à discussão do grupo, e sendo uma forma de enriquecê-las.

Referências

ANDERSON, J. (1983). *The Architecture of Cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press. apud POZO, J. I. CRESPO, M. Á. G. *A aprendizagem e o ensino de ciências: Do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. 5 ed. Porto Alegre: ArtMed, 2009

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, 2002.

Grupo de linguística da *Insite*, Contador de palavras. Disponível em: <http://linguistica.insite.com.br/corpus.php>. Acesso em 1 de dezembro de 2016

HOHENFELD, P. D; PENIDO, M. C. Laboratórios convencionais e virtuais no ensino de Física, In: *Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPEC)*. Florianópolis. Nov. 2009.

POZO, J. I. CRESPO, M. Á. G. *A aprendizagem e o ensino de ciências: Do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. 5 ed. Porto Alegre: ArtMed, 2009

POZO, J. I. ANGON, Y. P.; CRESPO, M. Á. G. Aprendizaje de estrategias para la solución de problemas en ciencias. *ALAMBIQUE: Didáctica de las Ciencias Experimentales*. N.5. Julho, Agosto, Setembro, 1995.

ZABALA, A., *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre, ArtMed, 1998. 224 p.