

APRENDIZAGEM DAS LEIS DE CONSERVAÇÃO COM APOIO DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS [♦]

Mari Aurora Fávero Reis

marireis@ulbra.tche.com.br

Agostinho Serrano de Andrade Neto

serrano@ulbra.tche.br

Laboratório de Tecnologias para o Ensino de Ciências e Matemática (LTECIM) – Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Universidade Luterana do Brasil – Canoas – RS.

Resumo

Neste trabalho investigamos o uso de atividades com simulações computacionais na aprendizagem das leis de conservação (energia e quantidade de movimento) no estudo de colisões. Estas simulações foram desenvolvidas tendo em vista as concepções espontâneas e dificuldades dos estudantes apresentadas em estudos anteriores. As simulações foram aplicadas, utilizando-se um guia de simulação embasado na metodologia P.O.E. (Predizer – Observar – Explicar) no curso de física introdutório dos cursos de engenharia e licenciatura em física da ULBRA. Foram utilizados pré e pós-testes a fim de avaliar a evolução na concepção dos estudantes sobre conceitos físicos desenvolvidos durante o estudo do tema. Através da análise dos dados coletados foi possível observar uma significativa melhora na compreensão conceitual pelos estudantes.

Palavras chaves: Simulações Computacionais; Evolução Conceitual; Colisões.

Introdução

O ensino de colisão através das leis de conservação (quantidade de movimento e energia), permite que a mecânica seja vista de uma perspectiva mais moderna, onde uma gama de fenômenos com exemplos iluminadores podem ser abordados. No estudo de colisões mecânicas, através das leis de conservação, é importante também se considerar as concepções alternativas que dificultam o ensino e a aprendizagem dos conceitos estudados [1].

Pesquisas nos têm indicado que a simulação de experimentos computacionais, graças à animações de situações-problema de interesse; aos recursos gráficos, que permitem revestir as animações com representações utilizadas em modelos e teorias científicos; e ao permitir o teste de hipóteses através da manipulação de variáveis tem se mostrado um bom recurso para o ensino de conceitos físicos.

Tendo em vista as concepções alternativas (C.A.'s) e dificuldades apresentadas pelos estudantes, escrevemos as duas simulações abaixo ilustradas dentro da plataforma *Modellus* [2]. Em ambas simulações o estudante manipulava o parâmetro “ f ” – o percentual de energia cinética conservada durante cada colisão – e não o coeficiente de restituição, possivelmente uma estratégia mais próxima das concepções espontâneas dos estudantes[1].

A *simulação A: uma Bolinha colidindo com o chão* (figura 1) onde o estudante, além de poder definir os parâmetros de velocidades iniciais, a altura da bolinha em relação ao chão e massa, poderá obter diferentes tipos de colisões alterando o valor de “ f ”. Nesta simulação foram especialmente explorados os conceitos de conservação de energia cinética, potencial e

[♦] APOIO: CNPq, FAPERGS e FULBRA.

total (chamado aqui de *conceito I*) e a diferenciação entre os tipos de colisões, utilizando exclusivamente na conservação ou não da energia cinética após cada colisão (*conceito II*).

A *simulação B: colisão entre carrinhos* (figura 2), além da lei de conservação de energia, também foi explorada a lei de conservação de quantidade de movimento. Na simulação, o estudante pode estabelecer as condições iniciais para cada carrinho e observar as velocidades, energias cinéticas e quantidades de movimento antes, durante e após a colisão (de cada carrinho e do sistema). Assim, é possível trabalhar com: a lei de conservação da quantidade de movimento (*conceito III*); a percepção da quantidade de movimento como grandeza vetorial (*Conceito IV*); a determinação das velocidades finais utilizando as leis de conservação (*Conceito V*); e a percepção da dependência entre as duas leis de conservação (*Conceito VI*). Também é possível trabalhar naturalmente com os conceitos I e II acima citados. Segundo Grimellini-Tomasini e colaboradores [1], a percepção das peculiaridades de cada conceito supracitado é importante para compreensão do fenômeno de colisões, dentro do enfoque das leis de conservação.

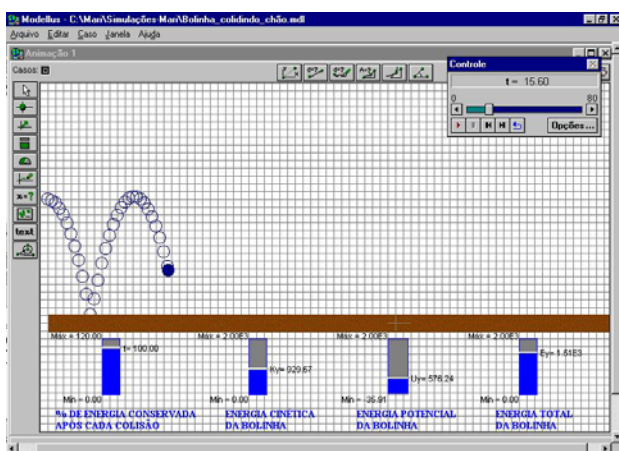


Figura 1: Uma bolinha colidindo com o chão

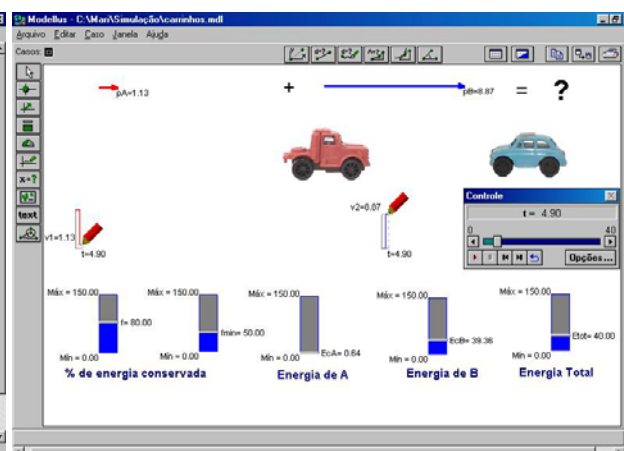


Figura 2: Colisões entre carrinhos.

2 - Metodologia

As simulações foram utilizadas pelos estudantes com o auxílio de um guia de simulação. A metodologia utilizada na construção do guia é chamada de P.O.E. (*predict-observe-explain*) que significa prever-observar-explicar [3]. Utilizando esta metodologia, para um total de nove atividades, em duplas, os estudantes desenvolveram a atividade, predizendo o que eles acreditavam que iria ocorrer no ambiente de simulação, observando o experimento virtual e, finalmente, registrando suas explicações ao comparar o previsto com o observado.

As atividades (simulações acompanhadas do guia) foram aplicadas com estudantes dos cursos de engenharia e licenciatura em física, na disciplina de Física I, da ULBRA. O desempenho dos estudantes foi avaliado através de pré e pós-testes.

A metodologia utilizada na coleta de dados foi do tipo qualitativa. À análise qualitativa sucedeu-se uma análise quantitativa, através da categorização do nível de compreensão conceitual para cada conceito, em cada estudante, antes e após a atividade. Estes níveis de compreensão conceitual baseavam-se no uso mais ou menos freqüente de concepções alternativas/disciplinares na descrição, apresentada por cada estudante, de cada situação-problema dos pré e pós-testes.

3 - Análise de dados e resultados gerais da pesquisa

Para verificarmos o nível de compreensão dos conceitos, através da análise dos instrumentos (pré-testes, guias e pós-testes), primeiramente estabelecemos cinco categorias: (CT=4) *Compreensão total*, onde predominavam concepções disciplinares, com pouco ou nenhum uso de C.A.'s; (CP=3) *Compreensão parcial*, onde predominavam concepções disciplinares, mas com uso freqüente de C.A.'s; (CE=2) *Concepção espontânea*, onde predominavam C.A.'s e (IN=1) *Indeterminado*. Este método de análise também foi utilizado por outros autores, em pesquisas no ensino de ciências [4]. Assim, as respostas de cada estudante eram categorizadas conforme seu nível de compreensão.

Foi então realizada uma análise estatística, onde verificamos se houve evolução conceitual para os estudantes da amostra. Foi realizado o teste Willcoxon [5] para amostras pareadas e foi verificado que existe uma diferença estatisticamente significativa para a amostra antes e depois, ao nível de $p=0,01$ (com a exceção do conceito IV, onde $p=0,05$). Ilustrativamente, pode-se calcular as médias de compreensão (Gráfico 1). Uma possível interpretação é que os estudantes apresentaram uma evolução conceitual ao desenvolver as simulações. Também foi calculada a correlação entre o nível de compreensão conceitual para conceitos diferentes (de I a VI dentre os supracitados), antes e após o uso das simulações, para cada estudante (Gráfico 2). Neste, observou-se que existem diferenças significativas, em diferentes momentos. No entanto, só após a atividade, houve uma correlação entre praticamente todos os conceitos analisados.

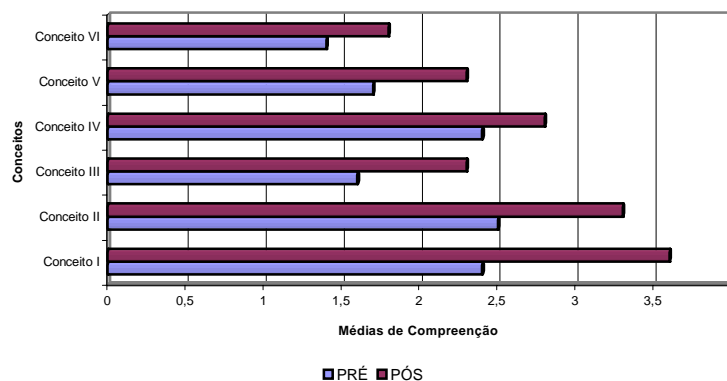


Gráfico 1: Médias de compreensão dos conceitos antes (pré) e após (pós) a atividade computacional

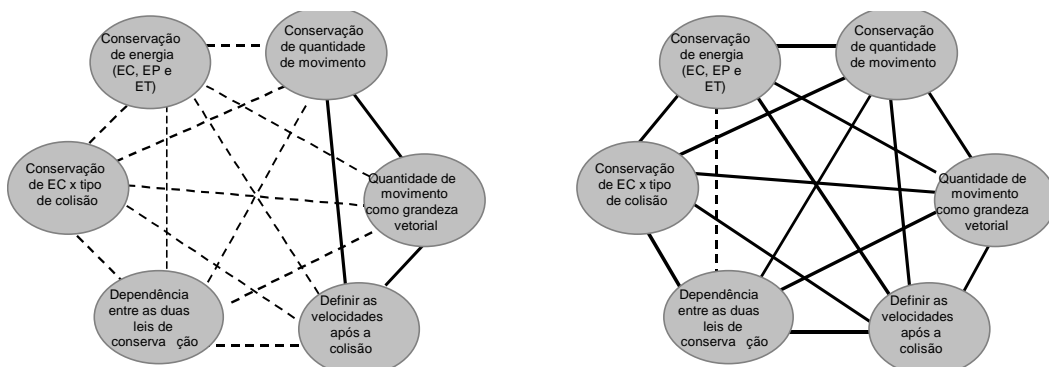


Gráfico 2: Correlações dos conceitos, antes e após as atividades. As linhas tracejadas indicam que não houve correlação estatisticamente significativa e as linhas sólidas, sim.

4- Conclusões

A atividade que combina: i) simulações baseadas no estudo das C.A.'s de cada estudante; e ii) um método de exploração de modelos, o *P.O.E.*; demonstrou ser um excelente recurso na aprendizagem de conceitos físicos, inclusive os de difícil compreensão, como é o caso dos conceitos abordados no ensino de colisões. A análise dos dados permite interpretar a diferença estatisticamente significativa entre os níveis de compreensão conceitual da amostra antes e após a atividade como uma evolução conceitual para amostra após as atividades através das simulações computacionais (mesmo para conceitos que são mais distantes das concepções dos estudantes).

Na correlação entre conceitos os resultados têm demonstrado diferenças significativas, do pré-teste para o pós-teste. Ou seja, a análise estatística das respostas do pré-teste indicou que a maioria dos conceitos envolvidos no estudo de colisões via as leis de conservação apresentavam-se na estrutura cognitiva dos estudantes em níveis diferentes de compreensão conceitual, com conceitos mais próximos das concepções disciplinares e outros onde predominavam C.A.'s. Porém, no pós-teste os resultados demonstram que o nível de compreensão conceitual, para cada conceito, homogeneizava-se. Pode-se inferir, cautelosamente, que é como se os conceitos tivessem sido integrados na estrutura cognitiva do estudante. Também foi analisado se o uso do conceito de transmissão, na descrição do que ocorre durante o processo de colisão (onde existe uma “lacuna” na descrição teórico-disciplinar, que requer que o estudante analise apenas os instantes iniciais e finais) correlacionava-se com o nível de compreensão conceitual de cada conceito, para todos estudantes. Em nossa análise, tanto estudantes com um alto nível de compreensão conceitual como estudantes com baixo nível de compreensão conceitual apresentavam – ou não – esta concepção, indicando que talvez esta concepção seja de efetivamente grande resistência a mudanças, mas que não atrapalhe substancialmente o aprendizado das leis de conservação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] GRIMELLINI-TOMASINI, N. et al. Understanding conservation laws in mechanics: students' conceptual change in learning about collisions. **Science Education**, v.77, n.2, 169-189, 1993.
- [2] TEODORO, V. D.; VIEIRA, J. P. D.; CLÉRIGO, F. C. **Modellus 2.5: modelling with interactive mathematics**. Monte Caparica: Faculdade de Ciência e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa, 2002. Disponível em: <<http://phoenix.sce.fct.unl.pt/modellus>>. Acesso em: 20 maio de 2003.
- [3] WHITE, R. T. & GUNSTONE, R. F. **Probing understanding**. London: Falmer, 1992 Citado em: TAO, P. K., & GUNSTONE, R. F. A process of conceptual change in force and motion during computer-supported Physics instruction. **Journal of Research in Science Teaching**, 37, 859-882, 1999.
- [4] JIMOYIANNIS, A. & KOMIS, V. Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion. **Computers & Education**. v. 36, p.183-204, 2001.
- [5] SPSS **Statistical Package for the Social Sciences**. Para Windows, versão 10.0.