

A CONSTRUÇÃO DE APRESENTAÇÕES EM SLIDES COMO MATERIAL POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO VISANDO A FACILITAÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM CONTEÚDOS DE FÍSICA: O TÓPICO DE COLISÕES

THE SLIDESHOWS CONSTRUCTION HOW A POTENTIALLY SIGNIFICANT MATERIAL AIMING AT THE FACILITATION OF THE SIGNIFICANT LEARNING IN PHYSICS CONTENTS: THE COLLISIONS TOPIC

Anna Elisa de Lara¹
Célia Maria Soares Gomes de Sousa²

¹Universidade de Brasília/Instituto de Física, annafisica@gmail.com

²Universidade de Brasília/Instituto de Física, celiasousa@unb.br

Resumo

Este artigo trata do desenvolvimento e aplicação de um conjunto de material e metodologia potencialmente significativos, destinado a promover a aprendizagem significativa. De acordo com a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, há três condições para a ocorrência da aprendizagem significativa, sendo que uma delas é a de que o material deve ser potencialmente significativo. Com base nesse quesito, desenvolvemos um conjunto de material e metodologia que consiste de uma série de cinco lições em apresentação de slides abordando o conteúdo de Colisões. Este conjunto de material e metodologia foi aplicado em uma turma da primeira série do ensino médio, com trinta e sete alunos, de uma escola particular na cidade satélite do Guará, no Distrito Federal. Os dados coletados a partir da aplicação de pré e pós-testes foram analisados e sugerem a ocorrência de aprendizagem significativa nos conteúdos relativos a Colisões.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa, material potencialmente significativo.

Abstract

This article deal about the development and application of a potentially significant material and methodology destined to promote the significant learning. According to the learning theory from David Ausubel, there are three conditions for the occurrence of significant learning. One of them is the condition that the material must be potentially significant. Based in this point, we developed a material/methodology that consist on a series of five Collisions related lessons, presented in slideshows format. This material/methodology was applied in a private school, located in the satellite city Guará (DF), high school's first grade class, containing thirty seven students. The data collected with the application of pre and post-tests were analyzed and they suggest the occurrence of significant learning in the Collision's content.

Keywords: Significant learning, potentially significant material.

INTRODUÇÃO

Este estudo trata do desenvolvimento de um tipo de conjunto de material e metodologia destinado a promover uma aprendizagem mais efetiva por parte dos alunos do ensino médio, em conteúdos de Colisões, dentro da ótica ausubeliana da aprendizagem significativa, utilizando as Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC's).

No contexto observado em nossas salas de aula, percebemos que as representações que o principal recurso de sala de aula (quadro e giz) possibilita são demasiadamente limitadas se comparadas com aquelas que a tecnologia atual oferece. Além disso, os alunos mostram-se muito entediados, desinteressados e sem motivação para aprender. Outro fator observado foi que grande parte dos materiais tradicionais não apresenta uma estrutura comprometida com a aprendizagem significativa e nem se mostra interessante para os alunos.

Com base na problemática delineada por tal contexto, elaboramos a hipótese de que as novas tecnologias da informação e da comunicação, utilizadas como recurso instrucional, elaborado tendo em vista o processo da aprendizagem significativa, seriam capazes de viabilizar tal tipo de aprendizagem de forma mais eficaz do que os recursos tradicionais.

Assim, foram elaborados dois materiais complementares: uma série de aulas em apresentação de slides e um conjunto de atividades que foram disponibilizadas em um ambiente virtual de aprendizagem (*moodle*). Estes materiais foram aplicados a uma turma da primeira série do ensino médio de uma escola de pequeno porte da rede particular no Distrito Federal. Os dados coletados ainda estão sendo analisados e os resultados preliminares serão aqui apresentados.

REFERENCIAL TEÓRICO

Este trabalho foi desenvolvido baseado no conceito de aprendizagem proposto por David Ausubel, em sua teoria da aprendizagem significativa. Tal referencial teórico se configura realmente como o mais adequado, dado que o objetivo do trabalho é o de construir um material potencialmente significativo, uma das condições para a ocorrência da aprendizagem significativa.

Ausubel (em Moreira, 1999a) considera três tipos gerais de aprendizagem: a cognitiva, a afetiva e a psicomotora. A primeira é o resultado do armazenamento de informações organizadamente na estrutura cognitiva do sujeito. A segunda está ligada aos sentimentos e representações que o sujeito cria deles e a terceira envolve respostas musculares e depende do treino e da prática. Como algumas experiências cognitivas envolvem sentimentos e sensações, a aprendizagem cognitiva e a afetiva são concomitantes. Apesar de fazer esta distinção dos tipos gerais de aprendizagem, Ausubel se interessa, em primeiro plano, pela aprendizagem cognitiva.

Para ele, aprendizagem, deste ponto de vista, se traduz em integração e organização dos materiais (conhecimentos, objetos) na estrutura cognitiva. Em sua ótica, o fator que mais influencia a aprendizagem significativa é o conjunto de conhecimentos prévios do aluno, a organização que ele já possui, a qual deverá servir como ponto de ancoragem para as novas informações. Ausubel considera como base essencial do processo de aprendizagem aquilo que o aluno já sabe, aquilo que já faz parte da sua estrutura cognitiva; quanto mais claros, inclusivos e disponíveis forem tais conhecimentos tanto melhor será o nível de aprendizagem. Por outro lado, quanto mais significativa for a aprendizagem ocorrida em determinada área, tanto mais claros, inclusivos e disponíveis se tornarão seus conhecimentos.

Para Ausubel, o armazenamento de informações na mente do aprendiz se organiza de forma estruturada, organizada e hierárquica; é esse complexo organizado de informações que ele denomina estrutura cognitiva. Esse sistema de informações do sujeito, organizado e hierárquico, é fruto (representação) de suas experiências sensoriais (Moreira, 1999a).

Para que a aprendizagem significativa ocorra, é necessário que a nova informação interaja com aquela, especificamente relevante para tal, que o aprendiz já tem. Para isso, ela deve ser armazenada de forma não-literal e não-arbitrária em sua estrutura cognitiva. Isso quer dizer que o sujeito precisa perceber, na nova informação, alguma relação com os conhecimentos que já fazem parte da sua estrutura cognitiva. Além disso, tal relação deve fazer sentido para ele. O sujeito deve armazenar a nova informação de maneira específica em sua estrutura cognitiva, de forma que não seja aleatória, ou seja, o “local” no qual a informação é armazenada deve ser escolhido pelo próprio aprendiz, de forma que faça sentido (tenha significado) para ele e de maneira que a nova informação esteja relacionada com os seus conhecimentos prévios.

Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não-literal) e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Isto é, nesse processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de ‘conceito subsunçor’ ou, simplesmente, ‘subsunçor’, existente na estrutura cognitiva de quem aprende (Moreira, 1999b, p. 11).

Assim, a informação prévia com a qual a nova informação irá interagir é denominada de subsunçor. Desta forma a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação se ancora em um subsunçor.

Um ‘subsunçor’ é, portanto, um conceito, uma idéia, uma proposição, já existente na estrutura cognitiva capaz de servir de ‘ancoradouro’ a uma nova informação de modo que esta adquira, assim, significado para o sujeito (i.e., que ela tenha condições de atribuir significados a essa informação) (Moreira, 1999b, p. 11).

Atenção especial é dada, neste trabalho, para as condições necessárias à ocorrência da aprendizagem significativa. Segundo Moreira (1999a), para tal é necessário que:

a) o aprendiz tenha os subsunçores adequados: a informação precisa ser ancorada em subsunçores de maneira que essa ancoragem faça algum sentido para o aluno. Assim, ele precisa conhecer algo que possibilite, de alguma forma, a relação com o que ele quer aprender. Em outras palavras, o aluno precisa ter uma condição cognitiva adequada.

b) o material a ser aprendido seja potencialmente significativo: de acordo com Moreira (1999b), o material potencialmente significativo é aquele que é relacionável ou incorporável à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não-arbitrária e não-literal.

Como faz parte da proposta deste estudo desenvolver um material que facilite a aprendizagem significativa por parte dos alunos, é muito importante que se dê o devido peso à esta condição. Um material potencialmente significativo deve poder ser “incorporável” de várias maneiras aos conhecimentos dos alunos. Assim, após avaliar quais seriam os seus conhecimentos sobre o assunto, há que se procurar diversas maneiras de relacionar o novo conhecimento com eles. Além disso, a possibilidade de uso de diversos recursos como sons, imagens, cores, animações, simulações e demais recursos multimídia, abre um leque muito grande de possibilidades de relação com aquilo que o sujeito já conhece. Uma intervenção didática que valorize o discurso dos alunos, a interação entre os mesmos e também entre eles e o professor, pode facilitar esse processo de relacionar a nova informação com aquela já existente. A possibilidade de explorar situações que façam parte do cotidiano do aprendiz também deve ser

levada em conta. Fazendo isso, certamente ficaria mais clara para o estudante a relação entre o conteúdo e aquilo que já faz parte de seu sistema cognitivo. Todos estes aspectos relacionados podem conferir ao material o status de ser potencialmente significativo, desde que, além disso, ele seja também coerente do ponto de vista lógico e conceitual.

c) o aprendiz esteja predisposto a aprender de forma significativa: ou seja, o aprendiz deve manifestar uma disposição para relacionar, de maneira substantiva e não-arbitrária o novo material à sua estrutura cognitiva.

Esta condição implica no fato de que, independentemente de quão potencialmente significativo possa ser o material a ser aprendido, se a intenção do aprendiz for, simplesmente, a de memorizá-lo arbitrariamente e literalmente, tanto o processo de aprendizagem como seu produto serão mecânicos (ou automáticos) (Moreira, 1999b, p. 23).

Moreira ainda comenta sobre um exemplo utilizado pelo próprio Ausubel relacionado a uma lei física que envolve relação matemática. Para que um aluno possa aprendê-la, de maneira significativa, é necessário que ele domine tanto os conceitos bem como o significado da relação matemática contidos nessa lei. Se ele possui essa compreensão, então esta lei é considerada uma proposição potencialmente significativa para o sujeito. E, além disso, para alcançar a aprendizagem significativa, ele precisa querer, precisa decidir relacionar o conteúdo desta proposição aos elementos do seu sistema cognitivo. Isso implica que a aprendizagem significativa é uma decisão do sujeito, acima de tudo.

Contudo, há que se considerar a influência do professor nessa decisão. Acreditamos que a maneira segundo a qual o conteúdo é apresentado, trabalhado e discutido podem fazer com que esta decisão seja algo natural. É importante levar em conta que o professor não pode decidir pelo aluno, mas deve sempre tentar influenciar esta decisão. Consideramos que uma das maneiras de fazer isso é mostrar a aplicabilidade, a relevância do conteúdo. Outra maneira de tornar o conteúdo mais acessível é fazer com que seja natural passar de uma proposição à outra de maior complexidade. Ou seja, tornar o mais próxima possível uma proposição mais simples da subsequente mais complexa, estabelecendo pequenos degraus em relação à complexidade dos raciocínios envolvidos, para que o aluno não se sinta perdido, e para que possa relacionar com mais facilidade tais proposições. Analisar e discutir a estratégia de resolução de determinadas situações-problema é um procedimento que também pode auxiliar o aluno a ver “lógica” e decidir utilizar esta estratégia por considerá-la útil, importante. Entretanto, é importante considerar que a decisão quanto à maneira de estabelecer as relações em sua estrutura cognitiva é exclusivamente do aluno.

Ausubel (em Moreira, 1999a) identifica três tipos de aprendizagem significativa: aprendizagem representacional (tipo mais básico, atribuição de significados a símbolos), aprendizagem de conceitos (também é um tipo de aprendizagem representacional, porém num nível mais complexo, atribuição de significados a termos específicos, conceitos) e aprendizagem proposicional. Devemos procurar contemplar estes três tipos de aprendizagem, visto que todos eles estão presentes no ensino. Por exemplo: relacionar os elementos do problema aos seus respectivos símbolos convencionais (massa – m , quantidade de movimento – Q , velocidade – v , etc...) envolve a aprendizagem representacional; compreender os conceitos, seus significados, envolve a aprendizagem de conceitos (aceleração, quantidade de movimento, coeficiente de restituição, etc...); utilizar leis e princípios (princípio da conservação da quantidade de movimento, conservação/variação da energia mecânica, etc...) envolve a aprendizagem proposicional. Assim, diversos níveis de abordagem devem ser contemplados pelo material, de forma organizada e sistemática, para que os sujeitos alcancem a aprendizagem proposicional de forma significativa.

Ausubel (em Moreira, 1999a) também estabelece que o processo de assimilação pode gerar três modalidades de aprendizagem significativa:

a) Quando a nova idéia é mais específica e abarcada por elementos mais gerais já pertencentes ao sistema cognitivo do sujeito, a aprendizagem é chamada de *subordinada*. Em termos hierárquicos, informação assimilada está abaixo daquela que lhe serve de ancoradouro.

b) No caso oposto, quando a nova idéia é mais geral, abarcando vários elementos específicos preexistentes no sistema cognitivo do aprendiz, a aprendizagem é denominada *superordenada*. Em termos hierárquicos a informação assimilada está acima daquelas que lhe serviram de ancoradouro, abarcando-as, ordenando-as, organizando-as.

c) Se a nova informação não puder ser abarcada por elementos mais gerais e nem puder abarcar elementos específicos já disponíveis na estrutura cognitiva do aprendiz, a aprendizagem é dita *combinatória*.

A ocorrência desses processos, repetidas vezes, leva à *diferenciação progressiva* (mais ligada ao processo de subordinação) e à *reconciliação integrativa* (mais ligada ao processo de superordenação).

Calcado neste referencial, Moreira (1999a) destaca alguns pontos relacionados à práxis pedagógica:

(...) o primeiro e mais importante fator cognitivo a ser considerado no processo instrucional é a estrutura cognitiva do aprendiz no momento da aprendizagem (Moreira, 1999a, p. 161).

É de extrema importância que o educador identifique a estrutura conceitual e proposicional da matéria de ensino, para que os subsunçores sejam preparados para o processo de ancoragem. Para isso, é interessante mapear a hierarquia dos conceitos a serem apresentados aos alunos. Por meio desse mapeamento, o professor estará em condições de identificar os subsunçores que devem ser utilizados no procedimento instrucional. Ou seja, o professor precisa, antes de iniciar o processo instrucional, diagnosticar aquilo que o aluno já sabe.

Com base nesse diagnóstico, o professor terá condições de utilizar recursos que facilitem a aquisição da estrutura conceitual a ser ensinada. É importante que o professor procure promover os processos de diferenciação progressiva e de reconciliação integrativa no intuito de auxiliar o aluno a assimilar a estrutura do conteúdo bem como de organizar a sua própria estrutura cognitiva, à luz daquela.

Procuramos, neste trabalho, auxiliar o aluno a alcançar a aprendizagem significativa e, por isso, é necessário compreender como avaliar se isso aconteceu, como procurar as evidências de sua ocorrência.

(...) ao se procurar evidências de compreensão significativa, a melhor maneira de evitar a 'simulação da aprendizagem significativa' é formular questões e problemas de maneira nova e não familiar que requeira máxima transformação do conhecimento adquirido. Testes de compreensão devem, no mínimo, ser escritos de maneira diferente e apresentados em um contexto distinto, de certa forma, daquele originalmente encontrado no material instrucional. Solução de problemas, sem dúvida, é um método válido e prático de se procurar evidência de aprendizagem significativamente (Moreira, 1999b, p. 56).

Assim, entendemos que as situações de avaliação devem exigir transformação do conhecimento. É importante que o sujeito seja capaz de mobilizar o conhecimento, ou seja, o conhecimento deve poder ser deslocado, alterado, ajustado às novas situações. Isso mostra a extensão do domínio que ele tem sobre as idéias adquiridas e como elas podem ser relacionadas. Um alto nível de relacionabilidade pode evidenciar que o conhecimento está estável, claro e bem estabelecido. Além disso, se o aluno usa coerentemente os conceitos adquiridos, se demonstra

que compreende seus significados, por meio de seu discurso (que não seja um discurso decorado), por exemplo, muito provavelmente é porque eles foram assimilados de maneira significativa. Finalmente, a habilidade de transformar, transferir e manipular o conhecimento é uma evidência, pelo que parece, da aprendizagem significativa.

METODOLOGIA

Inicialmente foi aplicado um questionário ao grupo de alunos, para que pudessemos saber qual era o nível de acesso à Internet e o nível de domínio das funções e programas básicos do computador. Com base nesses dados, construímos o material instrucional visando à facilitação do processo de aprendizagem significativa.

Esse material é composto por duas partes complementares: as apresentações de slides e as atividades de apoio no ambiente virtual *moodle*. Após esta elaboração, submetemos uma turma de 37 alunos, da primeira série do ensino médio, de uma escola particular localizada na cidade satélite do Guará, no Distrito Federal, a um teste prévio, para caracterizar a situação inicial do grupo. Este teste prévio (pré-teste) foi aplicado antes de qualquer tratamento e foi igual ao teste final (pós-teste).

O delineamento aqui adotado pode ser considerado como um delineamento quase experimental com abandono do caráter aleatório dos grupos e com supressão do grupo testemunha (Laville e Dionne, 1999).

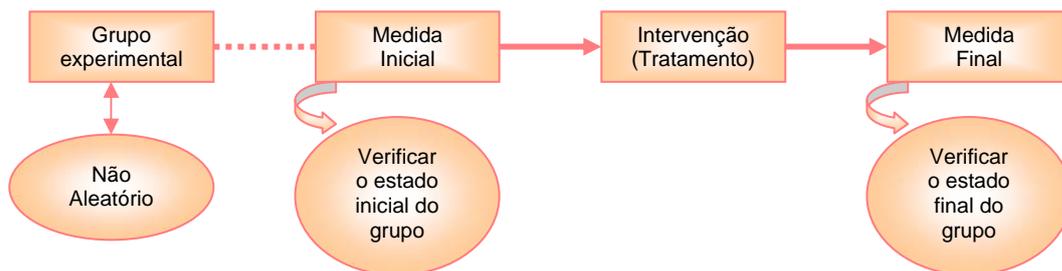


Figura 1: delineamento quase experimental. Abandono do caráter aleatório dos grupos e supressão do grupo testemunha.

Após a aplicação do pré-teste foi iniciado o tratamento da seguinte forma: uma parte da turma era levada à sala de vídeo, onde as aulas em apresentação de slides eram ministradas, enquanto que a outra parte ficava no laboratório de informática, desenvolvendo atividades no ambiente virtual. Depois se invertia a ordem, de tal forma que todos os alunos participassem, apenas uma vez, de cada processo. Para que isso funcionasse, a primeira aula em apresentação de slides foi ministrada a toda a turma. A parte dos sujeitos que caminhou mais rapidamente nas atividades do ambiente virtual foi a turma que começou a segunda lição primeiro, enquanto que os que tinham menos acesso à Internet ficaram fazendo as atividades da primeira lição, que ainda não haviam feito. Isso ocorreu de tal forma que os sujeitos eram sempre submetidos ao mesmo tratamento, ou o mais próximo possível, sendo que procurávamos sempre minimizar quaisquer possíveis diferenças.

Quando se deram por encerradas as atividades das cinco lições, os sujeitos foram submetidos ao pós-teste. Assim, poderíamos fazer uma comparação segura da situação final dos alunos com a inicial. Estes testes consistiram de 15 questões variadas (múltipla escolha,

associação de colunas, resposta numérica, múltipla escolha com mais uma alternativa correta, verdadeiro ou falso) sendo que para o conteúdo abordado em cada uma das cinco lições, havia três questões. Os testes foram respondidos no próprio ambiente virtual. Assim, para cada sujeito que acessava o teste, tanto as questões como as opções de resposta, apareciam em ordem diferente. O próprio ambiente registra, em cada questão, quantos alunos marcaram cada uma das opções de resposta, fornecendo os resultados em número e percentual.

Após a realização dos testes, os resultados foram agrupados em uma tabela e tratados estatisticamente. Foram calculados os percentuais médios de acerto por questão, cujos valores foram plotados em um gráfico de barras mostrando as diferenças entre a situação inicial e final do grupo, por questão. Os percentuais médios gerais de acerto do pré e pós-testes, bem como os desvios padrão, também foram calculados e plotados em um gráfico de dispersão com barra de erros, mostrando claramente a diferença entre a situação geral inicial e final do grupo, bem como a importância estatística deste resultado.

AS APRESENTAÇÕES DE SLIDES

As aulas em apresentação de slides, como já comentado, foram divididas em cinco lições: quantidade de movimento, colisões elásticas e inelásticas, coeficiente de restituição e colisões parcialmente elásticas, conservação da quantidade de movimento, impulso e variação da quantidade de movimento.

A primeira lição tem o objetivo de, por meio da exploração de diversas situações envolvendo colisões, levar o aluno a desenvolver o conceito de quantidade de movimento e perceber a importância dele no estudo das situações referidas. Assim, ela se inicia com um diálogo entre o professor e a turma, na qual o objetivo é o de levantar situações de colisão que os alunos já tenham vivenciado ou observado, para fazer uma contextualização do termo “colisão”. Após este diálogo, que, acreditamos, deve preparar os subsunçores para a ancoragem dos novos conhecimentos, é iniciada a análise de algumas situações de colisões familiares (Figura 2).



Figura 2: lição 1, slides 3, 4 5 e 6, respectivamente.

Nessas situações, progressivamente, designamos cada corpo do sistema com uma letra diferente, representamos as velocidades antes e depois do instante da colisão com vetores, e

ainda identificamos as situações em que alguma velocidade é nula. Isso é feito de maneira aparentemente apenas operacional, mas com o importante objetivo de levar o aluno a incorporar uma estratégia de resolução deste tipo de situação, ao mesmo tempo em que organiza, na sua estrutura cognitiva, como e quais grandezas físicas se relacionam com a situação de colisão. Como estamos iniciando com a introdução dos conceitos mais específicos para, mais tarde, chegarmos a uma proposição mais geral (o princípio da conservação da quantidade de movimento), temos sempre em mente a estruturação de um processo de assimilação por superordenação.

Após a análise de mais algumas situações de colisões no contexto do cotidiano, uma questão é lançada aos alunos para que eles percebam que a velocidade é uma grandeza importante no estudo das colisões. O fato de eles terem isso como uma conclusão natural e própria, deve, como acreditamos, facilitar a ancoragem desse conhecimento, dado que ele está obviamente interligado com os subsunçores que vêm sendo utilizados, na lição, até este ponto. Neste momento também formalizamos a convenção da maneira de representar a velocidade inicial e final de cada um dos corpos do sistema. Mais algumas situações são apresentadas ao aluno, desta vez destacando a importância da massa como uma grandeza física importante no estudo das colisões. Novamente o aluno é levado a perceber isso como uma conclusão própria e natural. Assim, introduzimos, utilizando a situação mostrada no slide 20 (Figura 3), o novo conhecimento central dessa lição: o da quantidade de movimento. Ele surge para solucionar uma situação proposta e dentro de um contexto, pelo menos razoavelmente compreendido pelo aluno. Acreditamos que, pelo que já foi desenvolvido na lição, os subsunçores que devem ancorar este novo conhecimento já estão preparados o suficiente para incorporá-lo. Além disso, após a introdução do conceito, é proposto, logo de imediato, que os alunos façam uso do mesmo, aplicando-o e avaliando o resultado encontrado, na intenção de que os elos entre este novo conhecimento e seu ancoradouro sejam reforçados pela significância e utilidade dele.



Figura 3: lição 1, slides 20 e 21, respectivamente.

O último slide desta lição, assim como é feito em todas as demais, reforça seu ponto mais importante: “Destaque desta lição: a quantidade de movimento é uma grandeza importante no estudo das colisões”. Isso é feito com a intenção de que o aluno tenha clareza do que deve ser privilegiado no processo de assimilação desse novo conhecimento.

O objetivo da segunda lição é o de fazer o aluno perceber que existe uma maneira de classificar as colisões em dois grupos, elásticas e inelásticas, também por meio do processo da observação e análise de situações variadas. Esta e todas as lições seguintes são iniciadas da mesma maneira: procurando resgatar os pontos essenciais da lição anterior. Isso é feito no intuito de consolidar um elo entre as idéias e os conceitos da matéria de ensino. Esse elo é de importância substancial, visto que pode funcionar como uma preparação dos subsunçores, ativando-os e tornando-os mais disponíveis, para que o aluno os utilize no processo de ancoragem a ser realizado durante a lição.

Após esse resgate, definimos, então, que estamos tratando de um sistema isolado e explicamos em que consiste isto. Assim, iniciamos a abordagem de uma nova série de situações. Nelas, novamente, desenvolvemos a análise do momento anterior e posterior ao instante da colisão. Entretanto, nessa e nas oportunidades seguintes, essa estratégia vai sendo mais reforçada, mais formalizada como um procedimento essencial para o trato de situações desse tipo, com o propósito de fazer com que este tipo de procedimento seja incorporado ao repertório de estratégias do aluno, auxiliando na ancoragem dos conceitos pertinentes e necessários ao tratamento da situação. Assim que cada situação é mostrada, duas perguntas são feitas aos alunos: “o que mudou aqui?” e “os corpos ficaram juntos ou separados?”. Isso direciona a atenção do aluno para a comparação entre a situação inicial e final dos corpos, fazendo-os perceber, como algo lógico, que, nas situações de colisões, os corpos ficam juntos ou separado após colidirem. Desta forma, naturalmente, é possível classificar as colisões em dois grupos. Dentre estas várias situações mostradas, algumas ocorrem de maneira dinâmica; são animações produzidas por nós, utilizando o programa *Macromedia Fireworks MX*.

Essas animações são salvas como arquivos do tipo GIF (graphical interchange format), que são leves, podem ser facilmente inseridas nos slides e podem ser visualizadas em todos os programas atuais para apresentação de slides. Na produção dessas animações seguimos, rigorosamente, as coordenadas fornecidas pelas equações do movimento de cada um dos corpos do sistema, buscando, assim, a fiel reprodução da realidade, do ponto de vista das leis da Física. As animações têm um caráter especial no que tange ao quesito de serem potencialmente significativas. Elas envolvem uma situação dinâmica controlada, que acreditamos ser, por natureza, mais relacionável à estrutura cognitiva que os quadros estáticos (que exigem que o aluno imagine uma seqüência de quadros para, em sua mente, constituir o movimento). Além disso, nas animações chamamos a atenção do aluno para alguns aspectos como velocidade de cada corpo antes e depois da colisão.

Depois da apresentação da seqüência de situações, os alunos são levados a sugerir uma maneira de estabelecer duas categorias de colisões. Depois das sugestões, re-nomeamos essas categorias com os termos formais: colisões elásticas (corpos separados no final) e colisões inelásticas (corpos unidos no final). Elaboramos, ainda, uma animação em Flash (utilizando o *Macromedia Flash MX*), para cada categoria de colisão. As animações em Flash nos possibilitaram o recurso sonoro. Com isso, escolhemos, para cada tipo de colisão, um som que pudesse tornar o material mais potencialmente significativo. No caso da colisão elástica procuramos introduzir, no momento exato da colisão de uma bola de borracha com o solo, um som que se relacionava com o movimento de “bate e volta” da bola. Já no caso da colisão inelástica, inserimos um som que lembrava algo que ficava grudado no solo depois de colidir. A inserção desses sons de forma alguma deve ser vista como um estímulo para gerar uma resposta específica. O propósito disso é apenas oferecer aos alunos mais uma forma de relacionar o material com conhecimentos e experiências prévias, apenas de tornar o material mais relacionável e, portanto, mais potencialmente significativo.

Na terceira lição elegemos como objetivos, levar o aluno a analisar quantitativamente as velocidades antes e depois da colisão e a concluir que as colisões elásticas se diferenciam e podem ainda ser classificadas em dois grupos; e apresentar, partindo de um raciocínio indutivo, o coeficiente de restituição.

A quarta lição visa proporcionar ao aluno uma análise quantitativa da quantidade de movimento total do sistema antes e depois da colisão. Também é um importante objetivo aqui levar o aluno a perceber, analisando diversas situações, o princípio da conservação do momento linear.

O objetivo da quinta e última lição é o de levar o aluno a relacionar a mudança (variação) da quantidade de movimento com a força aplicada e o tempo de aplicação da mesma, bem como introduzir o conceito de impulso, desenvolvendo uma análise matemática literal das grandezas físicas envolvidas na situação de colisão.

Estas lições foram elaboradas exatamente nos mesmos padrões das primeiras lições. Seus detalhes não serão tratados aqui porque já comentamos o necessário para fornecer uma idéia do como elaboramos um material buscando que ele fosse potencialmente significativo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados após a análise do pré-teste e do pós-teste foram plotados no gráfico de barras abaixo (Figura 4).

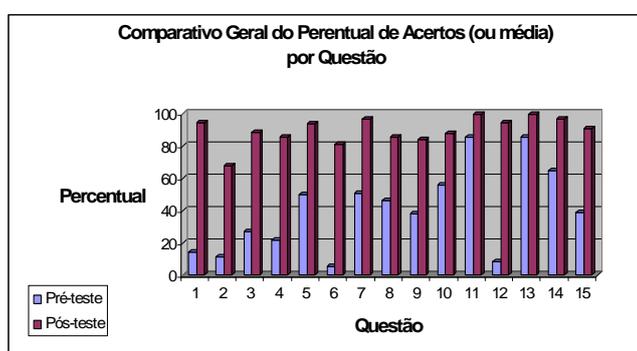


Figura 4: Comparativo entre pré e pós-teste. Média de acertos por questão.

Percebemos, analisando esse gráfico que, em absolutamente todas as questões, houve um incremento positivo nas respostas dos alunos. Isso sugere que em todos os aspectos abordados pelos testes houve progresso, ou seja, aprendizagem significativa e aumento do domínio dos conceitos e proposições em questão.

No caso das questões 11 e 13, as quais sondam se o aluno considera como relevantes para uma colisão os conceitos de massa e de velocidade, foi registrado um alto nível de acerto antes do tratamento (86% nos dois casos), o que significa que eles já reconhecem, mesmo que implícita ou intuitivamente, que estes conceitos são grandezas importantes no estudo das colisões. Entretanto, não reconhecem, de antemão, a importância ou o significado de outras grandezas cujos conceitos são mais elaborados, como a quantidade de movimento, por exemplo. Já as questões 2, 6 e 12 chamam a atenção pelo baixíssimo nível de acertos atingido antes do tratamento. Elas tratam exatamente sobre o conceito de quantidade de movimento, sua variação e sua conservação. Podemos afirmar, com base nesses resultados, que o conceito e o princípio citados são pouquíssimos claros (ou até mesmo completamente desconhecidos) para os alunos antes do processo instrucional.

Tabela 1: média geral de acertos no pré e pós-testes e desvio padrão.

	Pré-teste	Pós-teste
Média	40,3%	90,1%
Desvio Padrão	26,2%	8,5%

A tabela 1 contém as médias gerais de acerto, que foram calculadas como médias aritméticas entre as porcentagens de acertos por questão, para cada teste. Também mostramos

nesta tabela os desvios-padrão para cada caso. Com base nesses dados desenvolvemos o gráfico da figura 5, que mostra as médias gerais dos percentuais de acertos com barras de erros, que têm a largura do respectivo desvio-padrão.

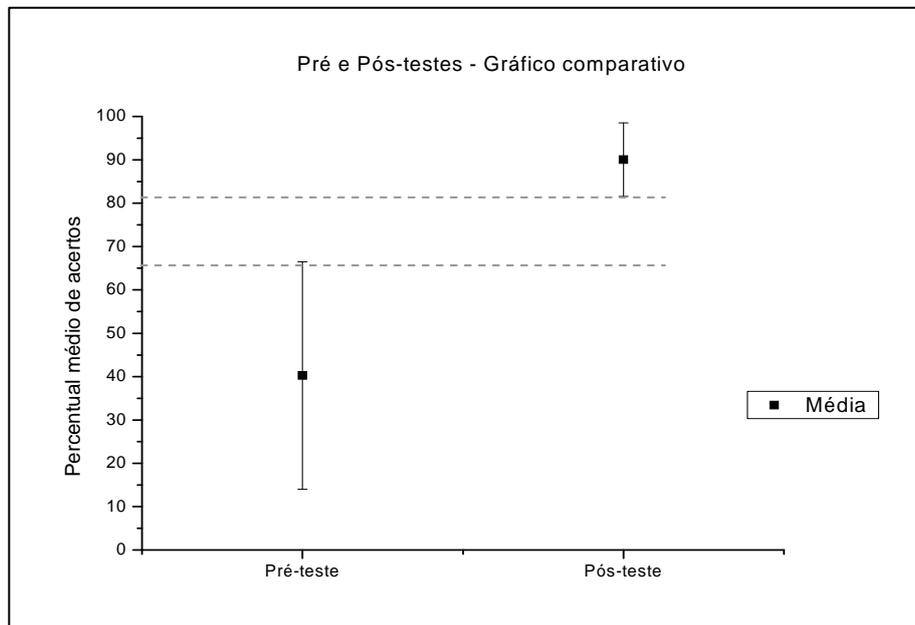


Figura 5: gráfico comparativo entre pré e pós-teste, com barras de erro. Percentual médio geral de acertos.

A distância de mais de 15% entre as barras de erro mostra que esse resultado tem relevância estatística. Assim, o resultado indica que os alunos, após o tratamento, mostraram maior domínio e compreensão do conteúdo em questão, sugerindo de maneira sólida que houve ocorrência de aprendizagem significativa e em nível satisfatório.

CONCLUSÃO

A construção das apresentações de slides, com o propósito de constituir um material potencialmente significativo deve ser cuidadosamente planejada em seus mínimos detalhes, para que a seqüência dos tópicos, idéias, conceitos e proposições seja apropriada e de fácil incorporação à estrutura cognitiva dos alunos. Elementos como animações e simulações são muito úteis para a construção deste tipo de material, pois auxiliam o aprendiz a compreender uma determinada situação física, explicitando sempre uma seqüência de causas e conseqüências, facilitando assim, a compreensão de proposições do tipo “se... então”. Acreditamos que o ponto de partida para elaboração de materiais como esse, seja apresentar aos alunos situações familiares e buscar interagir/dialogar com eles, observando aspectos importantes nessas situações para, então, conduzi-los à percepção do novo conhecimento como algo natural. Acreditamos, em função dos nossos resultados, que, dessa maneira, é mais fácil para o aluno se apropriar dos novos conhecimentos. Assim, na construção de um material potencialmente significativo devemos sempre buscar fazer com que o conhecimento fique o mais próximo possível do conhecimento que o aluno já tem, aquele conhecimento prévio relevante para ancorar o novo conhecimento. Devemos procurar mais maneiras para promover essa interação do novo conhecimento com os subsunçores pertinentes.

Consideramos que cada conteúdo específico oferece diferentes maneiras de viabilizar essa interação, não havendo uma “receita” comum para que se construa um material que se configure como potencialmente significativo. Na verdade, iniciamos aqui uma tarefa que deve ser continuada e aprofundada, em outros conteúdos, mas que promete muitos frutos, dado o resultado obtido após a aplicação desse material.

REFERÊNCIAS

Moreira, M. A. *Teorias de Aprendizagem*. Primeira Edição. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1999a.

Moreira, M. A. *Aprendizagem Significativa*. Primeira Edição. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999b.

Laville, C. e Dionne, J. *A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas*. Primeira Edição. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda, 1999.