

MEDIAÇÃO COMPUTACIONAL COMO FATOR DE MOTIVAÇÃO E DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE CIÊNCIAS DO 9º ANO: TÓPICOS DE ASTRONOMIA

(Computational mediation as factor of motivation and meaningful learning in education of sciences of 9th grade: astronomy topics)

Fernando Marcos da Silva [fmarcos.fisica@gmail.com]

Wagner Wilson Furtado [wagner@if.ufg.br]

Universidade Federal de Goiás/Programa de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática

Universidade Federal de Goiás/Instituto de Física

Instituto de Física da UFG - Caixa Postal 131 CEP 74001-970 - Goiânia, GO, Brasil

Resumo

O objetivo desse trabalho é analisar as contribuições do uso de hipertextos e da mediação pedagógica para a Aprendizagem Significativa de Ciências. Foi investigado o uso de hipertextos no processo de ensino-aprendizagem de tópicos de Astronomia. A pesquisa foi realizada com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública da cidade de Goiânia, Goiás. Analisaram-se as possibilidades que essa tecnologia oferece no processo de ensino-aprendizagem, usando como referencial a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e colaboradores. O estudo dividiu-se em quatro fases: aplicação de um questionário inicial aos alunos, elaboração do material didático (hipertexto), seis horas-aula no laboratório de informática para o uso do hipertexto e aplicação de um questionário final após as aulas de laboratório. Os resultados indicaram que o uso de hipertextos associados a processos de mediação pedagógica se apresentou como uma ferramenta motivadora e tem potencial de favorecer a Aprendizagem Significativa.

Palavras-Chave: ensino de Física; hipertexto; aprendizagem significativa; ensino de Astronomia.

Abstract

The main purpose of this study was to analyze the contribution of using hypertext and pedagogic mediation in search of a Meaningful Learning Process in Sciences. We investigated the use of hypertext in the teaching and learning process of Astronomy topics. A survey was conducted with students from the 9th grade of Primary School of a public school in the city of Goiânia, Goiás in Brazil. We have analyzed the possibilities that hypermedia can offer in the teaching and learning process, using as reference David Ausubel's Theory of Meaningful Learning. The study was divided into four phases: application of an initial questionnaire, development of a didactic material (hypertext), six classes held in a computer lab with the use of the hypertext and a final questionnaire applied after the lab classes. This research indicated that the use of hypertext linked to pedagogical mediation processes might be seen as a motivational tool and has potential to foster to Meaningful Learning.

Keywords: physics education; hypertext; meaningful learning; astronomy topics.

Introdução

Nos últimos anos, os processos de ensino vêm sofrendo grande influência da revolução tecnológica. Tais influências fizeram com que a informática passasse a ser um assunto amplamente discutido em ambientes de pesquisa em ensino, fomentando debates a respeito dos possíveis usos dessas tecnologias na educação.

Com a introdução das tecnologias em ambientes educacionais, novos valores, saberes e relações se fazem presentes. Segundo Vallin (1998), essa inserção causa mudanças diretas na forma

de ensinar e de aprender, na medida em que surgem novas formas de propagação do conhecimento. No entanto, nem todos os professores fazem uso dessas tecnologias em sala de aula, apesar de saberem que elas possuem enorme potencial, enquanto ferramenta educacional, e que contribuem para o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem (Tedesco, 2004). Além disso, sabemos que o acesso a essas tecnologias não é uma realidade em todas as escolas brasileiras e, também, que é necessária uma ampla discussão de como elas podem contribuir para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem.

A eficácia da inserção e utilização do computador no espaço escolar depende, principalmente, dos professores estarem comprometidos com as discussões sobre a importância e a necessidade de se introduzir os recursos da informática na escola. É fundamental para esse sucesso, que os professores tenham o máximo de conhecimento sobre todas as possibilidades e modalidades de uso do computador e quais implicações levam a aplicação dessa ferramenta. Quanto mais se conhece e se discute sobre os possíveis usos da informática em sala de aula, mais se descobrem quais os reais ganhos e eventuais prejuízos deste instrumento para o ensino (Cachapuz *et al.*, 2005).

Assim, com o intuito de contribuir para as discussões sobre o ensino de Ciências auxiliado por recursos da Informática, procuramos investigar como o uso de hipertextos ajuda no processo de Aprendizagem Significativa de tópicos de Astronomia em salas de aula de Ciências do 9º ano do Ensino Fundamental.

A opção pelo uso de hipertextos no ensino de Astronomia se justifica, pois pesquisas mostram que o ensino desse tema é de grande interesse de alunos e professores e, associado ao uso de recursos da informática, aguçam a curiosidade dos alunos desde os primeiros anos escolares até a sua formação superior (Faria & Voelzke, 2008).

Porém, observamos certa resistência ao ensino de Astronomia no ensino básico por parte de alguns professores, tanto pelo assunto quanto pelos livros didáticos. Segundo Leite e Hosoume (2007), os professores do Ensino Fundamental têm receio de levar assuntos relacionados à Astronomia para a sala de aula, sentindo-se incapazes de suprir as expectativas, tanto suas quanto de seus alunos. Segundo as autoras,

[...] estes professores pouco sabem sobre os conceitos científicos envolvidos nos estudos sobre as estrelas, galáxias, o Universo, ou até mesmo sobre o Sistema Solar, pois, em sua formação, conhecimentos dessa natureza não fizeram parte do currículo escolar (Leite; Hosoume, 2007, p. 48).

Quanto aos livros didáticos, a maioria não traz propostas efetivas de como os professores podem trabalhar esse assunto em sala de aula (Langhi & Nardi, 2004). Quando eles abordam o tema, facilmente encontram-se incoerências entre as mensagens contidas nos textos e as representações visuais que as acompanham (Medeiros & Monteiro, 2002). Apesar da existência e diversidade de materiais disponíveis em sítios da *world wide web* (*www*), nem sempre esses materiais contemplam conteúdos, formatos e estruturas que permitam que esses sejam trabalhados em sala de aula. Cabe ao professor confeccionar ou selecionar materiais de seu interesse e que correspondam àquilo que ele pretende ensinar, o que não é uma tarefa fácil para quem não domina o assunto.

O Uso dos Recursos Computacionais na Educação

Nos tempos atuais, o computador se torna um objeto de grande importância no contexto social, pois diversas máquinas, desde um caixa eletrônico até equipamentos de pesquisas científicas, utilizam-no como ferramenta operacional. Mesmo pessoas sem um maior nível de instrução formal acabam tendo contato com máquinas informatizadas. Portanto, na escola deve se utilizar o computador e discutir os efeitos e impactos causados pela ampliação maciça do uso desse, de forma geral, pela sociedade e, em específico, na educação.

Para Valente (1998), antes das discussões de qual a melhor forma de utilizar os recursos computacionais no ensino, faz-se necessário ter a clareza do potencial de cada uma das modalidades de sua utilização e as implicações de seu uso. Conforme Moran (1994), as tecnologias, apenas quando dentro de um projeto inovador,

[...] sensibilizam para novos assuntos, trazem informações novas, diminuem a rotina, nos ligam com o mundo, com as outras escolas, aumentam a interação (redes eletrônicas), permitem a personalização (adaptação do trabalho ao ritmo de cada aluno) e se comunicam facilmente com o aluno, porque trazem para a sala de aula as linguagens e meios de comunicação do dia-a-dia. (Moran, 1994, p. 34).

Podemos entender, com esta afirmação, que essas tecnologias, por si só, não garantem o bom desempenho dos alunos. Aumentam sim as possibilidades do desenvolvimento de trabalhos com atenção mais centrada. Falha-se em acreditar cegamente que elas são sinônimas de qualidade no processo de ensino-aprendizagem (Tedesco, 2004; Pachane, 2003).

Pachane (2003) salienta que o uso ordenado e bem planejado do computador proporciona ganhos tanto ao aluno quanto ao professor. A autora aponta que o uso integrado de diversos recursos, como som, imagens e animações pode ajudar no entendimento do que se está estudando, além de proporcionar interatividade entre aluno e material de estudo. Segundo Giordan (2006), se bem utilizado, o computador contribui para a melhoria da aprendizagem do aluno, pois pode se levar em consideração a especificidade de cada indivíduo. Assim, a educação se beneficia ao utilizar a informática como mais uma ferramenta de melhoria do processo de ensino-aprendizagem. Em meio a este contexto de se buscar melhores formas do uso de recursos computacionais no ensino de Ciências, surgem os hipertextos aplicados ao ensino.

Atualmente, o hipertexto é definido como um conjunto de informações que é apresentado em formato de um texto digital, ao qual se integram outras informações na forma de blocos de textos, palavras, imagens, animações ou sons. O acesso a essas informações se dá por meio de referências específicas, denominadas *hiperlinks*, ou, simplesmente, *links*. Esses *links* são termos destacados no corpo do texto principal em forma de palavras, ícones gráficos ou imagens e têm a função de conectá-los a diversos conjuntos de informações, oferecendo acesso às informações que estendem ou complementam o texto principal.

Segundo Tavares (2008), existem determinados conceitos científicos difíceis de serem aprendidos pelos alunos por envolverem elevado grau de abstração e concentração. No entanto, o uso de hipertextos facilita o entendimento desses conceitos uma vez que o hipertexto permite o desenvolvimento de atividades em consonância com as necessidades individuais, levando em consideração os conhecimentos já existentes e o estilo de aprendizagem de cada aluno.

O acesso aos conteúdos num hipertexto ideal deve ser organizado, preferencialmente, em conformidade com as necessidades e estilos individuais de aprendizagem de cada aluno ou grupo de alunos, e não por uma sequência formal rígida estabelecida pelo professor. Essa forma funcional de apresentação das informações implica a necessidade de desenvolvimento de novas competências de autonomia e utilização crítica do material de estudo, que permitam aproveitar essa flexibilidade para o desenvolvimento da aprendizagem. Na visão de Portugal (2005), o hipertexto é um instrumento pedagógico eficaz para o aluno construir suas ideias e dar significado ao que se está aprendendo por meio de uma relação compartilhada, coletiva e social.

No estudo de tópicos da Astronomia, como a Gravitação Universal, por exemplo, o estudante irá se deparar com conceitos, tais como campo gravitacional e forças que atuam a distância, os quais são considerados de difícil compreensão. Nardi (1990) considera que indivíduos a partir do último ano do Ensino Fundamental já apresentam, em geral, concepções mais elaboradas que possibilitam o entendimento desses conceitos. Contudo, cabe ao professor identificar as ideias

iniciais dos alunos a respeito do tema de estudo e propor atividades que possam proporcionar a oportunidade de se aprender mais.

Segundo Pires e Veit (2006), a aplicação de hipertextos no ensino de Astronomia contribui para aprendizagem, uma vez que motiva os estudantes a explorar o tema. Porém, devemos tomar cuidado ao usar esses recursos. É notório que a quantidade de informações e produtos gratuitos e comerciais disponíveis para o ensino de Astronomia na *Web* é imensa. Muitos desses materiais são gratuitos e de boa qualidade. No entanto, existem diversos amadores e curiosos que disponibilizam essas informações e, portanto, não se pode confiar plenamente em tudo que ali se encontra. Assim, a seleção desses recursos é fundamental para que se tenha um material que seja potencialmente significativo para o aluno e também atenda a qualidade do ensino desejado. Para que o material selecionado para o ensino seja considerado potencialmente significativo, é necessário que o aluno atribua significados a ele (Ausubel, 1968).

Outro ponto fundamental que deve ser discutido ao se adotar os hipertextos no ensino é a postura do professor. Nesse novo contexto, ele deve encarnar o papel de mediador do processo de ensino-aprendizagem, passando a assumir, portanto, características de parceria.

Segundo Masetto (2000), diante dessa nova situação, o professor torna-se um parceiro criativo e articulador da aprendizagem, sugerindo ao aluno um caminho que facilite aprendizagem, direcionando os processos de estudo.

Moran *et al.* (2000) coloca que, nessa nova configuração de ensino, as atribuições tanto da escola como a dos professores se tornam mais importantes do que nunca, pois essas tecnologias e as diversas mídias atuais trazem dados, imagens e informações de forma rápida e muito mais atraente do que as aulas tradicionais (quadro, giz e livros). Então, dependerá cada vez mais do professor direcionar os estudos dos alunos, ajudá-los a interpretar essas informações, a contextualizá-las e relacioná-las a outras já aprendidas. O professor torna-se um orientador do processo de aprendizagem do aluno ao escolher as informações mais importantes e trabalhar para que elas assumam significados para o aluno.

A Aprendizagem Significativa de Ausubel

A Aprendizagem Significativa de David Ausubel e colaboradores considera a mente humana como uma estrutura organizada e hierarquizada de conhecimentos. Essa estrutura é constantemente e continuamente modificada pela assimilação de novos conceitos, proposições e informações. Uma informação é aprendida de forma significativa quando se relaciona a outras ideias, conceitos ou proposições relevantes e inclusivos que estejam claros e disponíveis na mente do indivíduo. Os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do sujeito seriam os suportes em que o novo conhecimento se apoiaria. A esse processo Ausubel denominou de “*ancoragem*”. Essas ideias ou conhecimentos anteriores funcionam como âncoras, chamadas pelo autor de “*subsunçores*”.

Segundo Ausubel (1968), a Aprendizagem Significativa ocorre por recepção ou por descoberta. Na aprendizagem receptiva, a informação é apresentada ao aluno em sua forma final, já na aprendizagem por descoberta, o conteúdo a ser aprendido necessita ser descoberto pelo aluno. No entanto, quando um novo material de estudo é armazenado, havendo a internalização e incorporação à estrutura cognitiva do indivíduo de maneira literal, arbitrária e sem significado, a aprendizagem é dita mecânica.

O autor afirma, ainda, que quando uma ideia, um conceito ou uma proposição potencialmente significativos são assimilados por um subsunçor mais inclusivo, existente na estrutura cognitiva do sujeito, ocorre a aprendizagem subordinada.

No processo de aprendizagem subordinada, a nova ideia, conceito ou proposição a ser assimilado tem seu processo de assimilação facilitado pelo subsunçor ao qual será ancorado. Nesse processo de subordinação, o novo conceito a ser assimilado modifica também o conceito ancoradouro. A Figura 1 ilustra as etapas da aprendizagem e retenção de uma ideia subordinada em relação a sua força de dissociabilidade, propostas por Ausubel.

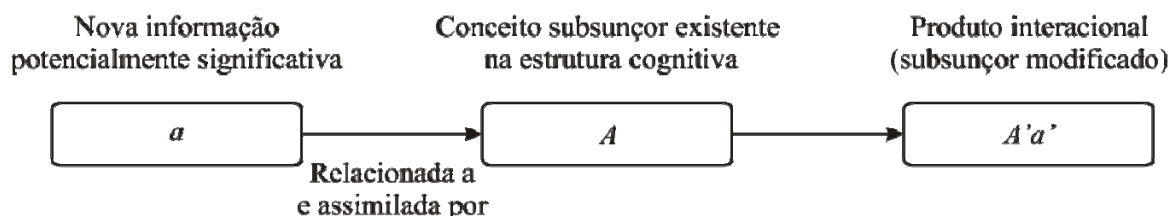


Figura 1 – Etapas da aprendizagem e retenção de uma ideia subordinada. (Ausubel, 1968 p. 91, adaptado).

Nesse processo de subordinação, a nova informação a , potencialmente significativa, ao ser assimilada, provoca modificações no subsunçor A , mais inclusivo, existente na estrutura cognitiva do sujeito. O resultado dessa interação, entre a nova informação e o subsunçor, gera uma informação que não necessariamente é igual à nova informação a ou igual ao subsunçor A . Para Ausubel, o produto da interação entre a e A está sujeito a diversas modificações ao longo do tempo. Ele considera que, após algum tempo, o resultado dessa interação ($A'a'$) pode ser dissociado em A' e a' , beneficiando, assim, a retenção de A' . Moreira (2006) salienta que esse processo interacional, $A'a'$, é contínuo e dinâmico, fruto de diversas interações entre as ideias dos alunos e os conceitos ensinados.

No entanto, o processo de subordinação não é simples, visto que a nova informação também pode relacionar-se com outros subsunçores. No decorrer do tempo, as novas informações tendem a ser reduzidas e esquecidas, sendo assimiladas pelos subsunçores. Após essa fase de obliteração, $A'a'$ reduz-se a A' caracterizando o esquecimento. Logo, a ideia representada inicialmente por a dificilmente será evocada da mesma maneira que foi assimilada. Segundo Novak (1981, p. 62), “é neste processo interativo entre o material recém-aprendido e os conceitos existentes (subsunçores) que está o cerne da Teoria da Assimilação de Ausubel”.

A aprendizagem subordinada ocorre de duas maneiras: por derivação e por correlação.

Na aprendizagem derivativa, o novo material é assimilado como um exemplo específico de um conceito previamente estabelecido na mente do sujeito, ou, então, de alguma maneira, ilustra uma proposição mais geral. Nesse caso, o novo material tende a sofrer os efeitos da obliteração. Por exemplo, quando o conceito de força está disponível e claro na estrutura cognitiva do aluno, fica mais fácil apreender por derivação que peso e atrito também pertencem ao mesmo grupo conceitual. É mais fácil aprender por derivação, desde que o conceito subsunçor esteja claro, disponível e estável na estrutura cognitiva do sujeito.

Segundo Moreira (2000), a ocorrência da aprendizagem significativa está sujeita a duas condições fundamentais.

Essencialmente, são duas as condições para a aprendizagem significativa: 1) o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo e 2) o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender. (Moreira, 2000)

Para que o material selecionado para o ensino de um determinado tema (livros, revistas, kits educativos, aplicativos, hipertextos etc.) seja considerado potencialmente significativo, é necessário que o aluno atribua significados a ele. O material selecionado deve ser relacionável de maneira não arbitrária e não literal a uma estrutura cognitiva apropriada e relevante. Também é

necessário que o aluno tenha em sua estrutura cognitiva ideias âncora relevantes, com as quais esse material possa ser relacionado de forma não arbitrária e não literal.

O processo usual de aprendizagem de novos conceitos se dá por meio da aprendizagem correlativa. Nesse processo, a nova informação é um exemplo que contribui para aumentar o significado de uma ideia mais ampla que já se sabe. Por exemplo, ao se aprender o conceito de força gravitacional, como um tipo de força que atua a distância, fica mais fácil acrescentar outros conceitos de forças, como a elétrica e a magnética, que também se utilizam da interação a distância.

A Investigação

A pesquisa contou com a colaboração de 78 alunos do 9º ano do turno matutino de uma escola pública da região Norte da cidade de Goiânia, Goiás. Os alunos foram divididos em três grupos, respeitando as turmas (salas) da escola as quais eles pertenciam. Os quatro encontros aconteceram uma vez por semana no horário normal das aulas de Ciências das turmas.

Planejamento

Com auxílio de recursos computacionais, foi elaborado um material de uso didático potencialmente significativo a respeito do tema Astronomia, que tentou suprir as necessidades do conteúdo a ser trabalhado. A produção desse material didático, intitulado *Física na Gravitação*, foi organizada em três etapas:

- a) Construção – quando foram elaboradas as bases do hipertexto;
- b) Pré-Avaliação – o material foi aplicado a alunos do primeiro período do curso de licenciatura em Física com a finalidade de verificar a ocorrência de possíveis erros estruturais ou conceituais;
- c) Reformulação – realizada a partir da pré-avaliação, na qual foram reformuladas as ideias, ordens de apresentação e relações conceituais presentes no hipertexto.

A construção levou em consideração os possíveis subsunçores que esperávamos encontrar na estrutura cognitiva dos alunos e que fossem relevantes à aprendizagem do conteúdo.

Na reformulação do hipertexto, os conceitos a respeito do tema gravitação foram organizados segundo uma estrutura hierarquizada que vai desde os conceitos mais abrangentes até os menos inclusivos, conforme o Mapa Conceitual apresentado na Figura 2. Segundo Ausubel (1968), essa forma de apresentar os temas de estudo se constitui como um recurso potencialmente facilitador da assimilação da matéria de ensino e, de acordo com Novak (1998), os Mapas Conceituais são utilizados, entre outros, para auxiliar a ordenar uma sequência de conteúdos de ensino, de forma a oferecer estímulos adequados ao aluno, tornando o aprendizado do conteúdo sistematizado em conteúdo potencialmente significativo.

Durante a elaboração do hipertexto atentamos, entre outras, às ideias de:

- a) simplicidade: *design* simples, como apresentado na Figura 3;
- b) emprego de cores: uso de tons que causassem a sensação de bem-estar;
- c) facilidade de navegação: proporcionar rapidez de navegação;
- d) nível da abordagem: adequada para alunos do 9º ano do Ensino Fundamental.

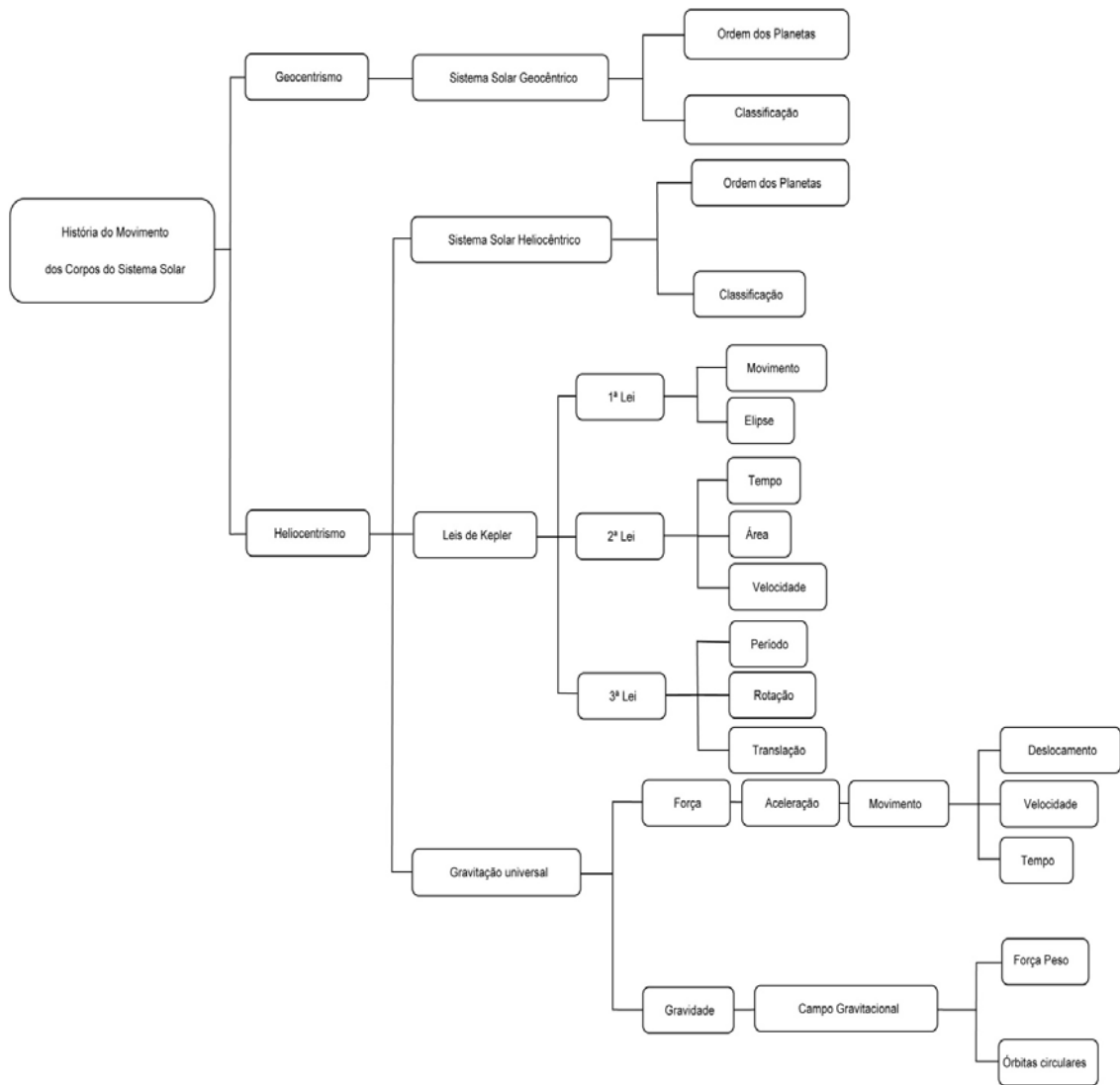


Figura 2 – Mapa conceitual estruturado de acordo com os subsunçores identificados nas análises do questionário inicial aplicado aos alunos.

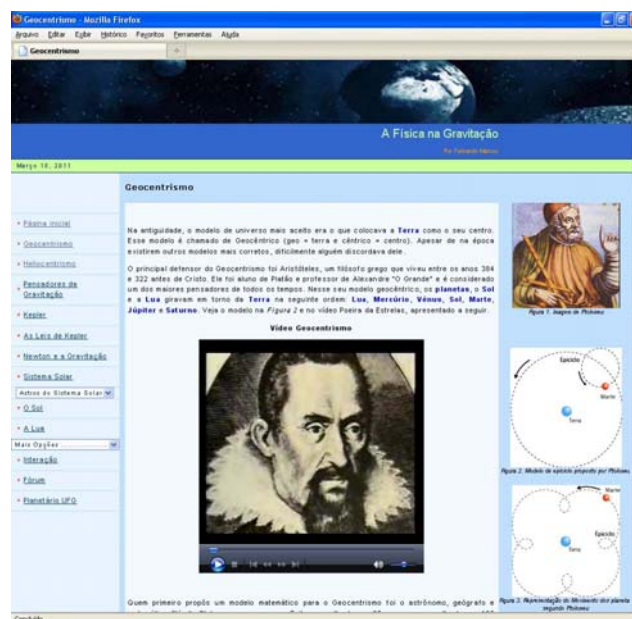


Figura 3 – Design das páginas do hipertexto.

O hipertexto¹ foi construído com textos, imagens, sons, simulações, vídeos, jogos e *apletts* distribuídos entre suas dez páginas principais e outras 32 páginas auxiliares. Os textos e diversas figuras e animações são de autoria própria. Quando não, houve o cuidado de buscar sempre referências em livros e em sítios da Internet de renomadas Instituições, tais como Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Planetário da Universidade Federal de Goiás – UFG, National Aeronautics and Space Administration – NASA, European Space Agency – ESA, dentre outros. Todas as referências estão devidamente citadas ao longo do hipertexto.

Posteriormente à reformulação do hipertexto, iniciamos a execução do projeto com os alunos do Ensino Fundamental que participariam da pesquisa. Em um primeiro contato com esses alunos, foi aplicado um questionário inicial para levantar os possíveis subsunçores presentes, e, a partir deles, realizar a terceira etapa da construção do hipertexto.

Aplicação do Material Potencialmente Significativo

Após a reformulação do material potencialmente significativo, foram planejados mais três encontros. Esses encontros ocorreram, separadamente, com cada uma das três turmas selecionadas e tiveram a duração de duas horas-aula cada (com tempo de 55 minutos cada hora-aula).

Nos dois primeiros encontros, os alunos exploraram o hipertexto no laboratório de informática e, no terceiro, foi aplicado um questionário a fim de verificar se houve aprendizagem. Ao todo, incluindo a aplicação do questionário inicial, foram usadas 8 horas-aula com cada turma.

Consideramos pertinente utilizar apenas esse número de aulas para aplicação da pesquisa, uma vez que essa era a carga horária prevista no planejamento da escola para o ensino do tema Gravitação Universal. Esse procedimento permite que os professores de Ciências da escola e outros professores possam contar com a possibilidade de aplicação futura desse trabalho em diferentes turmas e não apenas se caracterizar como uma pesquisa que não colaborasse com a prática vivenciada por aqueles professores.

Durante as aulas no laboratório de informática, os alunos das turmas tiveram a oportunidade de navegar entre as diversas páginas do hipertexto, orientados pelo professor-pesquisador, que enfatizou os pontos principais e relevantes para a assimilação dos conceitos a respeito do tema estudado. Também foi criado um fórum virtual de discussão a respeito dos tópicos estudados e solicitado aos alunos que dele participassem a fim de tentar identificar, mais uma vez, quais conceitos foram realmente assimilados e qual o significado desses para eles.

Ao final do primeiro encontro no laboratório, foi fornecida aos alunos uma cópia do hipertexto gravada em um *Compact Disc* – CD, com a finalidade de proporcionar-lhes a oportunidade de rever o material de estudo em outros momentos, que não fosse exclusivamente em sala de aula. Imediatamente após o último encontro no laboratório de informática, aplicamos um novo questionário sobre o tema estudado para identificar a ocorrência de Aprendizagem Significativa.

Resultados e discussões

Os resultados e suas discussões serão apresentados a partir dos dados coletados em três etapas, indicadas a seguir:

1ª etapa – análise das respostas dos alunos ao questionário inicial;

2ª etapa – análise comparada das respostas aos questionários inicial e final;

¹ O hipertexto pode ser obtido junto aos autores do artigo.

3ª etapa – panorama geral – análise descritiva comparada das respostas dos alunos, dadas ao longo da pesquisa, aos questionamentos a respeito da queda dos corpos e atração gravitacional.

1ª Etapa – Análise das respostas dos alunos ao questionário inicial

Inicialmente, foram analisadas as respostas de todos os 78 alunos que participaram do questionário inicial. Na pesquisa, os alunos foram identificados por um número e uma letra (A, B ou C) referente à turma à qual pertencem.

As questões iniciais tentaram explorar as concepções que os alunos tinham a respeito da forma da trajetória do movimento dos planetas do Sistema Solar e, também, do modelo de sistema planetário.

Na Questão 1, foi pedido que os alunos fizessem um desenho representando o movimento dos planetas no nosso Sistema Solar. A Tabela 1 apresenta a classificação das formas das órbitas encontradas nos desenhos dos alunos.

Tabela 1 – Concepções iniciais dos alunos acerca da forma da trajetória do movimento dos planetas.

Forma da trajetória do movimento dos planetas		
Circular	24,4%	19 alunos
Elíptica	6,4%	05 alunos
Outras	7,7%	06 alunos
Não responderam ou não souberam responder	61,5%	48 alunos

Os desenhos considerados satisfatórios foram, em geral, variações das representações feitas pelos alunos 22C e 26C, apresentadas nas Figuras 4 e 5.

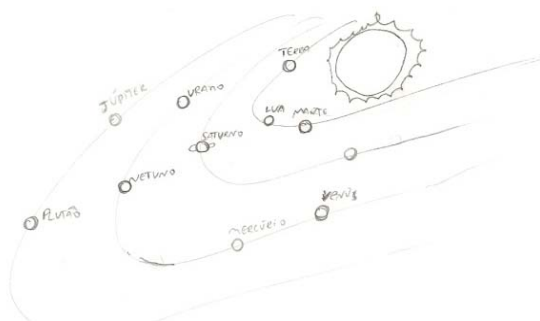


Figura 4 – Concepção inicial do aluno 22C a respeito do modelo de Sistema Solar.

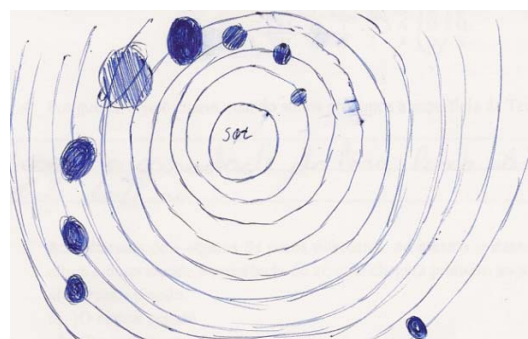


Figura 5 – Concepção inicial do aluno 26C a respeito do modelo de Sistema Solar.

Na Questão 2, foi pedido que os alunos fizessem um desenho representando o movimento da Lua, da Terra e do Sol. Na Tabela 2, são apresentados os dados das concepções dos alunos a respeito do modelo de Sistema Solar.

Tabela 2 – Concepções iniciais dos alunos acerca do modelo de Sistema Solar.

Modelos planetários		
Geocêntrica	6,4%	05 alunos
Heliocêntrica	44,9%	35 alunos
Não responderam ou não souberam responder	15,4%	12 alunos
Outras	33,3%	26 alunos

Algumas dessas visões podem ser compreendidas melhor a partir das respostas dadas pelos alunos 12B e 23C, e seus respectivos desenhos, Figuras 6 e 7:

A Terra gira. Por exemplo, quando a metade dela está no lado do Sol, é dia, enquanto a outra metade, é noite. (Aluno 12B)

A Terra gira em torno do Sol e a Lua gira em torno da Terra e em torno do Sol. (Aluno 23C)

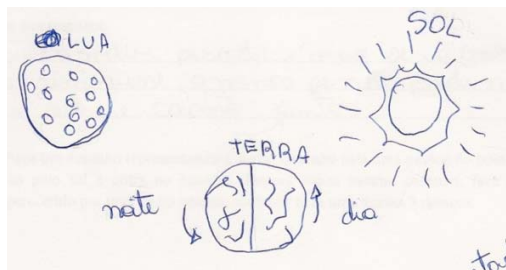


Figura 6 – Visão inicial do aluno 12B a respeito do modelo de Sistema Solar.

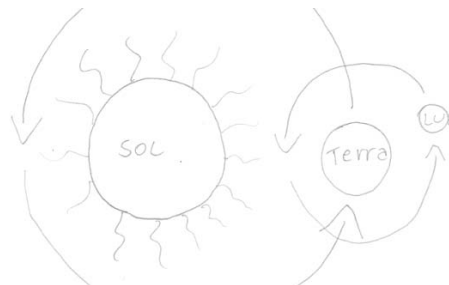


Figura 7 – Visão inicial do aluno 23C a respeito do modelo de Sistema Solar.

Constatamos que a maioria dos alunos possuía uma visão heliocêntrica para o modelo planetário do Sistema Solar. No entanto, eles não demonstraram em seus desenhos a forma elíptica, atualmente aceita, das órbitas desses planetas.

As Questões 4, 5 e 6 tinham como objetivo identificar os conceitos iniciais dos alunos a respeito da força e do campo gravitacional. Estes subsunçores foram considerados primordiais para o ensino do tema proposto.

Na Questão 4, foi perguntado aos alunos: “Por que os objetos caem, quando soltos próximos à superfície da Terra?”. As respostas foram agrupadas em duas categorias de análise, conforme apresentado na Figura 8:

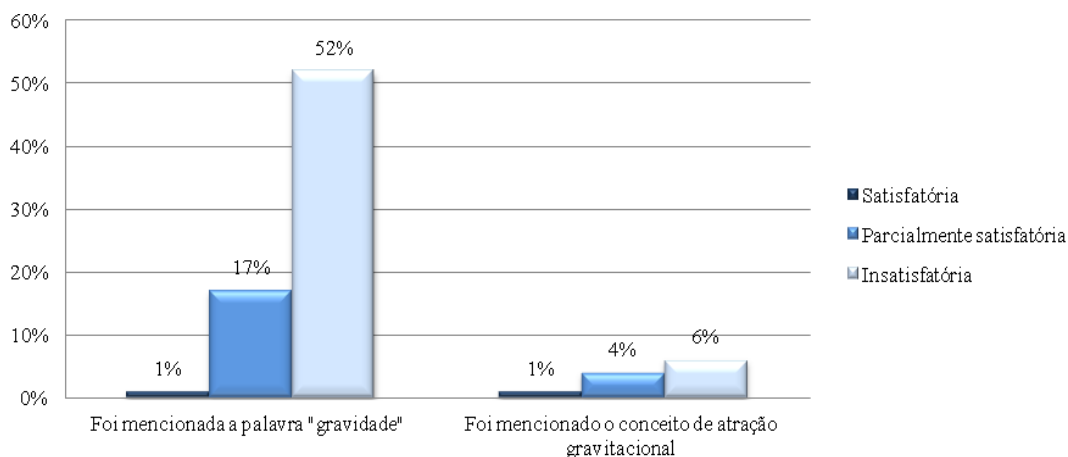


Figura 8 – Concepções iniciais dos alunos acerca de gravidade e atração gravitacional.

Conforme apresentado na Figura 8, em, aproximadamente, 70% das respostas iniciais dos alunos foi citada a palavra “gravidade”, e em, aproximadamente, 11% menciona-se o conceito de atração gravitacional. A seguir, alguns exemplos dessas respostas:

Eles caem por causa da gravidade. (Aluno 7C)

Porque a força da gravidade age sobre ele. (Aluno 27B)

Por causa da gravidade eles são atraídos. (Aluno 28A)

Porque a ação da gravidade os atrai para baixo. (Aluno 11B)

No entanto, apenas 2% conseguiram expressar satisfatoriamente os conceitos presentes em suas respostas, conforme constatado nas seguintes falas:

Por causa da força da gravidade, que atrai todos os corpos ao solo, tendendo-o a manter seu menor estado de energia. (Aluno 8B)

Por causa da força da gravidade puxando os corpos para o centro da Terra. (Aluno 21C)

Na questão 5, foi feita a seguinte pergunta aos alunos: “Ao soltarmos dois objetos de pesos diferentes, no mesmo instante e de uma mesma altura e desprezando a resistência do ar, qual chegará primeiro ao solo?”.

Para a análise das respostas, elas foram divididas em três grupos, apresentados na Figura 9, nos quais os alunos justificaram suas respostas em função da atração gravitacional, do peso do objeto e da gravidade:

Observamos que 63% dos alunos associaram o tempo de queda ao peso do objeto e 52% consideraram que o menor tempo de queda ocorre para o objeto mais pesado.

Em algumas respostas, podemos notar que o conceito de atração gravitacional aparece novamente, no entanto, eles não conseguem justificar a questão satisfatoriamente. Como exemplo, as respostas dos alunos 29A e 17C:

O mais pesado, porque a força gravitacional atrairá o mais pesado primeiro. (Aluno 29A)

Porque em relação ao solo existe uma força gravitacional. (Aluno 17C)

Poucas explicações puderam ser consideradas satisfatórias, como a do aluno 30A:

Chegarão juntos. Independente do peso, a gravidade é a mesma. (Aluno 30A)

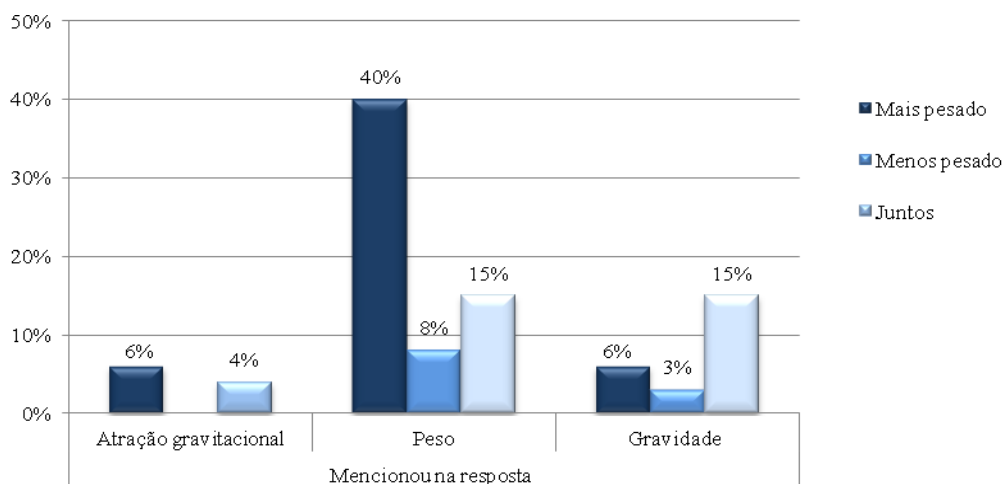


Figura 9 – Concepções iniciais dos alunos acerca do tempo de queda de dois objetos.

2ª Etapa – Análise comparada entre as respostas dos questionários inicial e final

As análises, a seguir, foram baseadas nos dados coletados por meio do questionário inicial e do questionário final. Foram contabilizadas apenas as respostas dos alunos que participaram de todas as três etapas: os que responderam ao questionário inicial e frequentaram as aulas no laboratório de informática e responderam ao questionário final. Devido à participação não ser obrigatória, apenas 39 alunos, dos 78 iniciais, participaram de todas essas três fases da pesquisa.

Após as aulas no laboratório de informática com o uso do hipertexto, foi possível observar que a maioria dos alunos compreendeu o processo de evolução histórica dos modelos de sistema planetário, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Compreensão da evolução dos modelos planetários exposta no questionário final.

Conseguiu compreender	41,0%	16 alunos
Conseguiu compreender parcialmente	28,2%	11 alunos
Não conseguiu compreender	2,6%	01 aluno
Não responderam	28,2%	11 alunos

Como exemplo dessa compreensão, algumas respostas estão apresentadas a seguir:

Ptolomeu disse que a Terra tá no centro e o Sol circulava em volta da Terra. (Aluno 2C)

Copérnico disse que o Sol é o centro do universo e a Terra gira em torno do Sol e não o contrário. (Aluno 10A)

Propôs um sistema cosmológico em que todos os planetas giravam em torno do Sol e o Sol e a Lua giravam em torno da Terra. (Aluno 32A, referindo-se ao modelo de Tycho Brahe)

A Tabela 4 apresenta a visão dos alunos a respeito da forma da órbita dos planetas do Sistema Solar, antes e após o uso do hipertexto nas aulas no laboratório de informática.

Tabela 4 – Concepções dos alunos a respeito da forma da órbita dos planetas do Sistema Solar.

Forma da órbita	Antes	Após
Circular	46,2%	53,8%
Elíptica	7,7%	35,9%
Outras	17,9%	0
Não responderam	28,2%	10,3%

Observamos que quase 54% ainda responderam, após o uso do hipertexto, que as trajetórias eram circulares. Podemos atribuir esse resultado ao fato de termos afirmado no hipertexto que as trajetórias da maioria dos planetas são praticamente circulares. No entanto, quando se compara as respostas apresentadas no questionário inicial com as apresentadas no questionário final, percebemos uma maior porcentagem de alunos que consideram a órbita elíptica. Outra constatação importante foi a diminuição de 46,1% para 10,3% no número de respostas que apresentaram outras formas de órbita ou que não responderam a questão.

Na Questão 4 do questionário inicial e na Questão 6 do questionário final, os alunos foram questionados a respeito da força de atração gravitacional. Foi perguntado:

“Por que os objetos próximos à superfície da Terra são atraídos por ela?”. (Questão 4)

“Por que os objetos caem quando soltos próximos à superfície da Terra?”. (Questão 6)

Para a análise dessas questões, foram criadas duas categorias e três subcategorias, apresentadas na Figura 10.

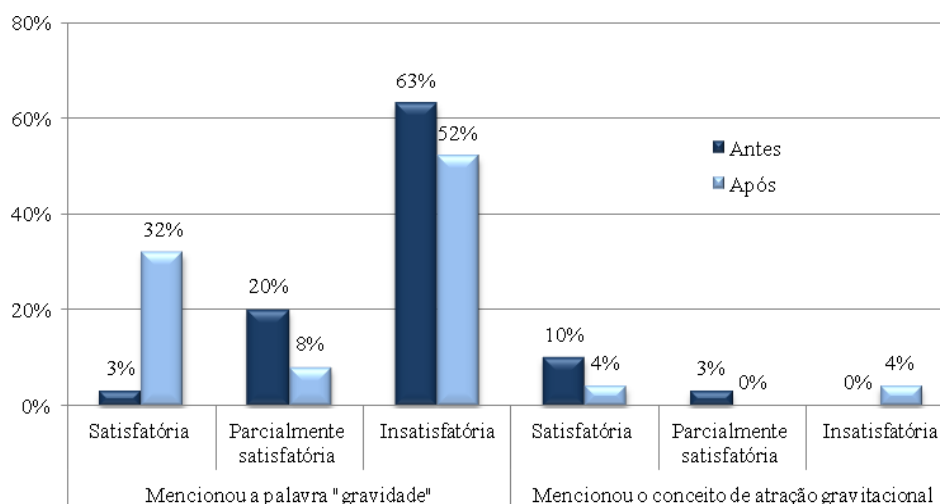


Figura 10 – Entendimento de atração gravitacional antes e após as aulas no laboratório.

Observamos que, tanto antes quanto após o uso do hipertexto no laboratório de informática, a maioria dos alunos mencionou em suas respostas a palavra “gravidade”. No entanto, na primeira categoria, “*Mencionou a palavra gravidade*”, vemos um aumento no número de respostas consideradas satisfatórias e uma diminuição nas respostas consideradas insatisfatórias.

Exemplos de respostas consideradas satisfatórias:

Por que a gravidade da Terra atrai os corpos para sua superfície. (Aluno35B)

Por que os objetos são atraídos pelo centro da Terra. (Aluno 4B)

Exemplos de respostas consideradas insatisfatórias:

Por causa da gravidade e se não tivesse isso todo mundo estaria flutuando igual a um ímã. (Aluno 2C)

Porque projetado do Sol são atraídos pela Terra. (Aluno 23A)

Com o objetivo de explorar um pouco mais da compreensão dos alunos a respeito do conceito de atração gravitacional e tentar vincular esse conceito a outros já existentes em sua estrutura cognitiva, foi perguntado a eles no questionário final:

“Sabemos que o Sol atrai a Terra. Pergunta-se: neste caso, a Terra também atrai o Sol? Explique sua resposta.”

Constatamos que 60% das respostas dos alunos podem ser classificadas como satisfatórias, como as apresentadas a seguir, nas quais os alunos conseguiram até estabelecer relações:

Sim, do mesmo jeito que a Terra atrai algum objeto, em consequência a Terra atrai o Sol. (Aluno 1B)

Não, porque a Terra está muito distante do Sol. (Aluno 35B)

Verificamos que 18% dos alunos relacionaram esse fenômeno a outros fenômenos, tais como comparar a força gravitacional com a força magnética:

Porque a Terra é igual a um ímã. (Aluno 05B)

Na tentativa de verificar possíveis alterações nas respostas dos alunos, foi, novamente, perguntado a eles, na Questão 8 do questionário final:

“Ao abandonarmos dois corpos de pesos diferentes de mesma altura no mesmo instante, algum deles chega primeiro ao solo? Por quê?”

Para a análise, foram criadas três categorias e cinco subcategorias que indicavam com quais conceitos os alunos relacionaram suas respostas. Os resultados estão apresentados na Tabela 5 e na Figura 11.

Tabela 5 – Respostas dos alunos a respeito do tempo de queda de dois objetos distintos antes e após o uso do hipertexto.

Respostas dos alunos	Antes	Após
Chegam juntos	41,0%	92,3%
O mais pesado	43,6%	7,7%
O mais leve	12,8%	0
Não responderam	2,6%	0

As justificativas a esse questionamento foram agrupadas em cinco subcategorias de análise, conforme apresentadas na Figura 10.

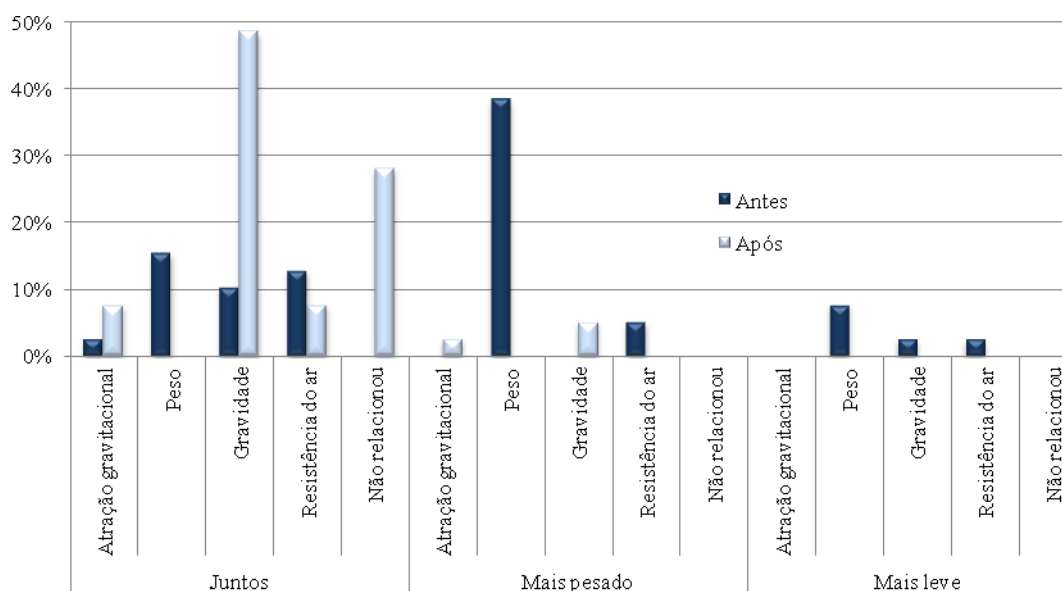


Figura 11 – Respostas dos alunos a respeito do tempo de queda de dois objetos distintos.

Verificamos, no questionário final, que 48,7% dos que responderam que os corpos “chegam juntos”, mencionaram em suas respostas a palavra gravidade e 7,7 o conceito de atração gravitacional.

Constatamos, ainda, que a maioria dos alunos, 61,6%, inicialmente, justificava o tempo de queda devido ao peso do objeto e 43,6% atribuíam ao objeto mais pesado o menor tempo de queda. No entanto, após as aulas no laboratório de informática, foi possível perceber um aumento substancial nas respostas que atribuíam esse fenômeno à gravidade. Quase todos os alunos, 92,3%, responderam que o tempo de queda é igual para ambos os objetos. Veja algumas dessas respostas:

Depende, desconsiderando o ar, tanto uma folha de papel quanto um tijolo vão chegar com a mesma velocidade no solo. Mas se considerar o ar o tijolo (pelo seu peso) chegará primeiro. (Aluno 26B)

Não, eles chegam ao mesmo tempo, por que a gravidade é a mesma quantidade para os dois. (Aluno 21C)

Os dois chegam porque a gravidade atrai os dois. (Aluno 35B)

Não porque eles têm a mesma força puxando eles para baixo. (Aluno 9C)

3ª Etapa – Panorama geral

Nessa etapa, os dados coletados foram organizados em quadros temporais. Essa organização proporcionou acompanhar o desenvolvimento cognitivo dos alunos ao longo de todo processo de ensino proposto. Os dados neles apresentados foram retirados das respostas ao questionário inicial das aulas no laboratório de informática, do fórum de discussão e do questionário final, que se relacionam aos conceitos de atração gravitacional.

Para essa análise, foram selecionados apenas os dados dos alunos que participaram de todas as etapas da pesquisa, no total de 28 alunos.

Os quadros foram organizados conforme duas categorias de análise:

- a) O porquê da queda dos corpos;
- b) Tempo de queda de dois corpos distintos.

A queda dos corpos

Na categoria de análise: “O porquê da queda dos corpos”, foi possível notar indícios de prováveis modificações e possíveis ampliações nos subsunçores em 64% das respostas expressas pelos alunos a respeito do conceito de atração gravitacional. Em alguns casos, ao se considerar toda a sequência temporal, houve uma modificação substancial dos subsunçores dos alunos. Esse fato pode indicar a possibilidade de Aprendizagem Significativa. A seguir, o desempenho de dois desses alunos.

Para o aluno 17C, pudemos notar uma alteração substancial ao longo do processo. Ele sai da ideia da não existência de gravidade para o conceito de campo gravitacional:

Aluno 17C

<i>Porque lá na superfície da Terra não tem gravidade.</i>	<i>Porque existe gravidade próximo a ela.</i>
Conceito inicial	Produto final identificado

No caso do aluno 22C, em sua primeira resposta, percebemos a inversão do conceito de campo gravitacional. Já na segunda, ele faz uma comparação entre dois fenômenos que estão relacionados a um mesmo conceito indicando uma possível ampliação do conceito relacionado à queda dos corpos. No entanto, na terceira resposta, ele retoma a ideia primeira e tenta, com isso, explicar o fenômeno de atração gravitacional. Atribuímos esse vai e vem de ideias a possíveis interações entre os subsunçores e o material de estudo.

Aluno 22C

<i>Porque na Terra a gravidade é baixa, lá no espaço não, isso acontece por que a Terra tem um escudo que a protege disso mantendo a gravidade.</i>	<i>Acho que a mesma força que faz os objetos descenderem faz com que os planetas girem em torno do Sol.</i>	<i>Porque na órbita da Terra a gravidade é zero. Isso faz os objetos caírem.</i>
Conceito inicial	Conceito após interação	Produto final identificado

A análise do desenvolvimento temporal dessas sequências de ideias desses alunos pode indicar a ocorrência de aprendizagem significativa. Segundo Novak (1981), essas modificações que ocorrem em processos interativos entre o material recém-aprendido e os conceitos existentes (subsunçores), observadas nas respostas desses alunos, estão no cerne da Teoria da Assimilação de Ausubel.

Tempo de queda de dois corpos distintos

Na categoria de análise: “Tempo de queda de dois corpos distintos”, notamos ligeiras modificações em 71% das respostas dos alunos. Em alguns casos, quando se analisa toda a sequência temporal, é possível notar uma modificação substancial dos conceitos, como é o caso dos alunos 4B, 26B e 18C apresentados nos quadros abaixo.

Observamos, nas respostas do aluno 4B, que ele apresentou o conceito correto a respeito do tempo de queda no questionário inicial e, durante as aulas, apresentou uma resposta mais elaborada para justificar o fenômeno. Isso nos leva a acreditar que houve uma interação de seu subsunçor (ou subsunçores) com o novo conhecimento, produzindo, assim, um novo subsunçor (Moreira, 2006).

Aluno 4B

<i>Chegarão juntos por causa da gravidade não importa o peso.</i>	<i>Chegam juntos por causa do ar. Se tiver resistência do ar o mais leve chega por último.</i>
Conceito inicial	Produto final identificado

Ao longo do desenvolvimento das respostas do aluno 26B, verificamos uma modificação substancial no conceito de queda dos objetos. Observamos que a resposta inicial do aluno não é satisfatoriamente correta, no entanto, aproxima-se da resposta esperada. Já o produto final é mais abrangente, pois apresenta um conceito mais formal.

Aluno 26B

<i>O mais pesado. Se você pegar um tijolo e uma pena o tijolo vai cair primeiro. Isso porque seu peso é maior e a velocidade é maior.</i>	<i>Depende, desconsiderando o ar tanto uma folha de papel quanto um tijolo vão chegar à mesma velocidade no solo. Mas se considerar o ar o tijolo chegará primeiro.</i>
Conceito inicial	Produto final identificado

Analisando as respostas do aluno 18C, notamos uma variedade de justificativas para explicação do tempo de queda dos objetos:

Aluno 18C

<i>Juntos porque a atmosfera é a mesma.</i>	<i>Chega primeiro (mais leve) por causa do vento, das variações.</i>	<i>Juntos porque ela possui gravidade.</i>	<i>O mais pesado pela gravidade.</i>
Conceito inicial	Momento de interação	Produto final identificado	

Em suas respostas, o aluno 18C mostra não ter certeza da explicação para tal fenômeno. No entanto, é possível verificar que houve interações com o material de estudo, devido às respostas dadas ao professor-pesquisador durante as aulas e no fórum de discussão. Nas aulas, ele responde mencionando as variações do vento. Talvez isso se deva à resistência do ar ter sido abordada em alguns momentos ao longo do material. No fórum, o aluno cita a gravidade pela primeira vez, possivelmente após ter acessado o material de estudo ou observado as respostas dos colegas contidas no fórum de discussão. Isso indica a importância de proporcionar ao aluno mais uma oportunidade de aprendizado diferente das anteriores. Apesar do aluno não ter expressado a resposta considerada correta, existem variações que podem indicar mudanças em seus subsunçores relacionados ao tema.

Considerações Finais

Ao se analisar as respostas iniciais dos alunos a respeito dos modelos de Sistema Solar, identificamos que a maioria afirmava que era heliocêntrica e não representava a forma correta da

órbita dos planetas do Sistema Solar. Apenas uma pequena parcela deles soube responder qual é a ordem correta desses planetas. A maior parte dos alunos justificou o tempo de queda de um objeto devido ao seu peso e atribuiu o menor tempo de queda ao objeto mais pesado. Esses e outros dados nos mostraram que, até então, esses alunos ainda não haviam compreendido grande parte dos conceitos da Gravitação. O que se percebia, inicialmente, nas respostas dos alunos, era um emaranhado de informações desconectadas.

Ao final das aulas no laboratório de informática, grande parte dos alunos demonstrou ter compreendido a evolução histórica dos modelos do sistema planetário. Esse fato sugere que os *subsunçores* presentes em suas estruturas cognitivas, ligados a essas ideias, podem ter interagido com os conceitos trabalhados nas aulas de maneira que o *subsunçor* assumisse um novo significado para o aluno que, segundo Moreira (2008, p. 29), o tornasse “[...] mais rico, mais elaborado”.

Em uma análise geral dos dados, foi possível notar sinais que nos mostraram prováveis modificações e possíveis ampliações nos subsunçores em grande parte das respostas expressas pelos alunos a respeito dos conceitos da gravitação. Em alguns casos, ocorreu uma modificação substancial dos subsunçores, o que, segundo Novak (1981), indica a possível ocorrência de Aprendizagem Significativa.

Notamos evoluções, variações e/ou comparações nas respostas dos alunos. Isso é atribuído a possíveis interações entre os subsunçores e o material de estudo. Em alguns casos, foi possível perceber a extensão, reelaboração ou qualificação do subsunçor. Alguns indícios nos levam a crer que não só a nova informação, mas também o conceito subsunçor com o qual ela se relacionou puderam ser modificados por essa interação. Foi possível, também, verificar em algumas respostas dos alunos que as novas informações tornaram-se mais espontâneas ao longo do percurso de ensino. Em outros casos, ao final do processo, o aluno ainda não havia consolidado o conceito corretamente. Esse fato nos permitiu inferir que os possíveis subsunçores relacionados ao tema ainda poderiam estar interagindo com os novos conhecimentos, mostrando-se, assim, incompletos.

Apesar de alguns alunos apresentarem os conceitos corretos no início da pesquisa, ao final, grande parte deles apresentou respostas mais elaboradas, mais formais, para justificar os fenômenos. Isso nos deu indícios de que houve interação de seus possíveis subsunçores com o novo conhecimento, produzindo, assim, um novo subsunçor mais elaborado, apresentando uma possível ocorrência de Aprendizagem Significativa (Moreira, 2006).

Nas análises do fórum de discussões, foi possível notar fortes indícios da ocorrência de Aprendizagem Significativa. Neles, alguns alunos puderam relacionar os conceitos aprendidos a objetos presentes no material de estudo. Essa nova maneira, não familiar, de formular questões e problemas se mostrou interessante, uma vez que o aluno pôde se expressar livremente, apresentando ali suas ideias e não a reprodução literal do material de estudo.

Ao longo das análises das gravações das aulas no laboratório de informática, foi possível ver grande interesse dos alunos em explorar o material de ensino. Essa motivação, aparentemente apresentada por esses alunos em buscar as informações contidas no material de estudo, tem grande influência na aprendizagem por descoberta (Ausubel, 1968).

Observamos, também, que o emprego de formas adequadas de apresentação do conteúdo e a organização sequencial da matéria de ensino proporcionam uma contribuição relevante ao processo de aprendizagem. A metodologia empregada durante as aulas foi de fundamental importância para que se pudesse alcançar uma aprendizagem mais significativa. O aluno, ao buscar a informação, abria, em sua estrutura cognitiva, a possibilidade de ancoragem do novo material de estudo. Essa busca pelas informações, mediada pelo professor, leva o aluno a um exercício mental que, possivelmente, permitiu a ativação de determinados subsunçores relacionados ao tema de estudo.

Diante disso, presumimos que o material didático hipertextual, *Física na Gravitação*, contribuiu para Aprendizagem Significativa desses alunos. É importante salientar, no entanto, que o trabalho de organização de um material dessa natureza não é uma tarefa simples, pois exige do professor pesquisa, interesse, tempo, aprendizado das ferramentas de formatação e linguagem própria para sua construção.

O uso do hipertexto, *Física na Gravitação*, como recurso didático, se mostrou potencialmente significativo, uma vez que procurou relacionar o seu conteúdo a outros conceitos presentes na estrutura cognitiva dos alunos. A sua potencialidade pôde ser observada nas respostas de alunos às questões ao longo das aulas, no fórum de discussão e no questionário final. Nelas, foi possível notar que os conceitos ensinados e, posteriormente, investigados puderam ser assimilados por grande parte dos alunos de maneira não arbitrária e não literal.

Um receio era a possibilidade de existir uma grande quantidade de alunos que não possuísse alguma experiência com o manuseio do computador. No entanto, notamos que a maioria já a possuía. Durante a pesquisa, observamos que a maioria navegava nas páginas do hipertexto sem maiores dificuldades. Também foi possível verificar que o uso do computador nas aulas gerou expectativa entre os alunos quanto a realização de outras atividades escolares que pudessem contar com o seu uso.

Percebemos, ainda, que, durante as aulas no laboratório de informática, os alunos interagiram com o professor da turma, que, por sua vez, acompanhou o desenvolvimento das atividades e participou de forma integral, esclarecendo as possíveis dúvidas e auxiliando os alunos na navegação no hipertexto. Os professores das turmas, apesar de utilizarem pouco o laboratório de informática em suas aulas, não apresentaram dificuldades no decorrer das atividades. Em diversos momentos, foi possível visualizar a interação entre o professor da turma e os alunos na busca pela informação que se fazia pertinente.

Nessa pesquisa, investigamos algumas implicações ao se organizar um ensino voltado para a facilitação da Aprendizagem Significativa em um contexto cotidiano de sala de aula. Observamos que os recursos da informática, associados à mediação pedagógica, apoiados na Teoria da Aprendizagem Significativa, são importantes instrumentos que podem contribuir substancialmente para o processo de ensino-aprendizagem de Ciências no 9º ano do Ensino Fundamental.

Procuramos, ao longo deste texto, discutir as implicações consideradas pertinentes para a pesquisa e acreditamos que esse corpo de conhecimentos oferece perspectivas futuras estimulantes e, sobretudo, viáveis para a organização do ensino em um contexto real de sala de aula.

Outras questões para futuras pesquisas: “O uso de recursos computacionais contribui para a obliteração dos conceitos ensinados?”, “Como a Internet se relaciona com a formação dos alunos?” e “Qual a influência do uso prolongado do computador no ensino de Física?”.

Finalizando, não se pretende, com essa pesquisa, apresentar uma receita salvadora, pronta e acabada para o ensino de Física. Nossa proposta tem o objetivo de promover a Aprendizagem Significativa e apontar alguns fatores relevantes para esse ensino.

Referências

Ausubel, D.P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Cachapuz, A. et al. (2005). *A Necessária Renovação do Ensino das Ciências*. São Paulo: Cortez.

Faria, R.Z., Voelzke, M.R. (2008). Análise das características da aprendizagem de astronomia no ensino médio nos municípios de Rio Grande da Serra, Ribeirão Pires e Mauá. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 30(4).

Giordan, M. (2006). O computador na educação em ciências: breve revisão crítica acerca de algumas formas de utilização. *Ciência & Educação* 11(2). Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/cienciaeducacao/viewarticle.php?id=77>>. Acesso em: 08 out. 2010.

Langhi, R., Nardi, R. (2004). *Um Estudo Exploratório para Inserção da Astronomia na Formação de Professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental*. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física.

Leite, C., Hosoume, Y. (2007). *Os professores de Ciências e suas formas de pensar Astronomia*. *Revista Latino-Americana – RELEA*, 4: 47-68.

Masetto, M.T. (2000). Mediação pedagógica e o uso da tecnologia. In: Moran, J.M.; Masetto, M.T.; Behrens, M.A. *Novas tecnologias e mediação pedagógica*. Campinas, SP: Papirus, pp. 133-173.

Medeiros, A.; Monteiro, M.A. (2002). A Invisibilidade dos pressupostos e das limitações da teoria copernicana nos livros didáticos de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 19(1): 29-52.

Moran, J.M.; Masetto, M.T.; Behrens, M.A. (2000). *Novas tecnologias e mediação pedagógica*. Campinas, SP: Papirus.

Moran, J.M. (1994). Interferências dos Meios de Comunicação no nosso Conhecimento. *INTERCOM Revista Brasileira de Comunicação*, XVII (2): 38-49.

Moreira, M.A. (2008). Aprendizagem Significativa segundo Ausubel. In: Masini, E.F.S.; Moreira, M.A. *Aprendizagem Significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos*. São Paulo: Vetor, pp. 15-44.

Moreira, M.A. (2006). *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília, Universidade de Brasília.

Moreira, M.A. (2000). *Aprendizagem significativa crítica*. Atas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, pp 33-45., com o título original de *Aprendizagem significativa subversiva*.

Nardi, R. (1990) A gênese, a psicogênese e a aprendizagem do conceito de campo: subsídios para a construção do ensino de conceito. *Cad. Cat. Ens. Fís.*, 7(Número Especial), jun. Disponível em <<http://www.journal.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewPDFInterstitial/10062/9287>>. Acesso em 10 ago. 2010.

Novak, J.D. (1981). *Uma Teoria da Educação*. São Paulo: Biblioteca Pioneira de Ciências Sociais.

Pachane, G.G. O mito da telinha — ou o paradoxo do fascínio da educação mediada pelo computador. *Rev. Educação Temática Digital*, 5:(2). Disponível em: <<http://www.fae.unicamp.br/revista/index.php/etd/article/view/1818/1660>>. Acesso em 10 set. 2009.

Portugal, C. (2005). Hipertexto como instrumento para apresentação de informações em ambiente de aprendizado mediado pela internet. *Rev. Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância*, 4. Disponível em <http://www.abed.org.br/revistacientifica/Revista_PDF_Doc/2005_Hipertexto_Instrumento_Apresentacao_Cristina_Portugal.pdf>. Acesso em 05 out. 2010.

Pires, M.A.; Veit, E.A. (2006). Tecnologias de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio. *Rev. Bras. Ensino Fís.*, 28(2), jun. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172006000200015&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 05 out. 2010.

Tavares, R. (2008). Aprendizagem significativa e o ensino de ciências. *Ciências & Cognição*, 13, março. Disponível em <<http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v13/m318229.pdf>>. Acesso em 01 out. 2009.

Tedesco, J.C. (org.). (2004). *Educação e novas tecnologias*. Tradução de Claudia Berliner, Silvana Cobucci Leite – São Paulo: Cortez; Buenos Aires: Instituto de Planeamiento de la Educacion; Brasília: UNESCO.

Valente, J.A. (1998). Diferentes Usos do Computador na Educação. In: *Computadores e Conhecimento: Repensando a Educação*. 2ª edição, Campinas, São Paulo: Unicamp.

Vallin, C. (1998). *Como usar o computador na escola*. São Paulo: Moderna.

Recebido em: 21.08.12

Aceito em: 02.11.12