

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática

**O uso dos desenhos animados e das revistas em
quadrinhos no ensino de Física: uma proposta para o
ensino da inércia**

Raquel Pinto de Oliveira Menezes

Belo Horizonte
2011

Raquel Pinto de Oliveira Menezes

O uso dos desenhos animados e das revistas em quadrinho no ensino de Física: uma proposta para o ensino da inércia

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Agnela da Silva Giusta
Coorientador: Prof. Dr. Lev Vertchenko

Belo Horizonte
2011

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

M543u Menezes, Raquel Pinto de Oliveira
O uso dos desenhos animados e das revistas em quadrinhos no ensino de Física: uma proposta para o ensino da Inércia / Raquel Pinto de Oliveira Menezes. Belo Horizonte, 2011.
95f.

Orientadora: Agnela da Silva Giusta

Coorientador: Lev Vertchenko

Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

1. Física – Método de ensino. 2. Desenho animado. 3. Inércia. I. Giusta, Agnela da Silva. II. Vertchenko, Lev. III. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. III. Título.

CDU: 53:373

Raquel Pinto de Oliveira Menezes

O uso dos desenhos animados e das revistas em quadrinhos no ensino de Física: uma proposta para o ensino da Inércia

Dissertação apresentada ao Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Agnela da Silva Giusta – PUCMINAS

Co-orientador: Prof. Dr. Lev Vertchenko – PUCMINAS

Profa. Dra. Yassuko Hosoume (Avaliadora interna) PUCMINAS

Prof. Dr. José Roberto Faleiro Ferreira (Avaliador externo) PUCMINAS

Belo Horizonte, 14 de Junho de 2011.

Dedico este trabalho aos mais importantes em minha vida:

A Deus, por ter cuidado de mim a cada instante e, assim, ter-me capacitado.

A minha querida avó Nair, a quem eu tenho um amor incondicional.

A minha mãe Anésia, por seu amor e pela ótima educação a mim proporcionada.

Ao meu tio Waldir, pelo seu grande amor de pai, acreditando, sempre, em minha capacidade e, por isso, concedendo-me várias oportunidades.

A minha querida amiga e professora Agnela, quem eu estimo de forma muito especial.

Aos meus amigos, que me apoiaram, tiveram grande paciência comigo, ajudaram-me muito e, sempre, estiveram ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Escrever esta dissertação foi um grande desafio que, enfrentado com coragem e dedicação, oportunizou-me muito crescimento e aprendizado. Nesse percurso, contei com o apoio e ajuda de algumas pessoas que passo a agradecer: à minha orientadora, Prof^a. Agneta da Silva Giusta, por ter acreditado em minha proposta, pela amizade, carinho, paciência, conversas, dicas e correções; ao meu coorientador, Prof. Lev Vertchenko, por sua atenção, ensinamentos físicos, diálogo, incentivo e correções; a minha amiga, Camila Lopes, por sua ajuda, suporte técnico e paciência; aos meus amigos que sempre me apoiaram estiveram comigo, acreditaram nos meus sonhos e nas minhas ideias, aos meus alunos tão receptivos e cheios de energia, que, sempre, incentivaram-me.

*Queria me mover na velocidade da luz,
Meu tempo, meu espaço tornar-se-iam relativos,
Tendo o universo como meu referencial inercial,
Contraindo e dilatando o tempo,
Os meus dias ruins passariam, sem criar qualquer perturbação no cosmos,
E meus momentos bons perdurariam eternamente, contribuindo para a
harmonia dos corpos celestes.*

Raquel Menezes

RESUMO

Este trabalho apresenta uma proposta, testada previamente, que visa a facilitar o processo de ensino-aprendizado, utilizando desenhos animados e revistas em quadrinhos do Tintim para o ensino de Física, especificamente sobre o tema Inércia. Nesse sentido, buscam-se aulas mais dinâmicas, mais interessantes e com maior participação dos alunos. Para tanto, em um primeiro momento, os desenhos animados são exibidos, de modo a estabelecer, entre a professora e os alunos, uma discussão sobre as principais cenas. Em seguida, os alunos leem as revistas em quadrinhos, com os mesmos episódios do desenho, para uma discussão em grupos e sob orientação da professora, acerca das cenas principais. Por último, é aplicado aos alunos um questionário contendo questões relacionadas à Inércia. É importante ressaltar que este trabalho tem seu alicerce na teoria de desenvolvimento humano histórico-cultural de Vygotsky, na aprendizagem significativa de Ausubel, bem como na aprendizagem multimídia. Assim sendo, o produto construído para a aplicação da proposta contém informações referentes às etapas, ao tempo estabelecido e ao conteúdo de cada cena. Em relação às revistas em quadrinhos, têm-se duas tabelas, nas quais são destacadas as páginas e os quadrinhos que foram utilizados. Essa organização pretende facilitar o uso do material por outros professores de Física do Ensino Médio. Como consequência desta aplicação, as observações diárias e as respostas dos alunos, obtidas por meio do questionário, revelam que eles se sentem mais motivados e envolvidos nas aulas, apresentando um nível de aprendizagem superior, a ponto de perceberem como a Física está ligada a situações da sua realidade.

Palavras-chave: Ensino de Física, Inércia, Desenhos animados.

ABSTRACT

The present work presents a proposal, formulated and tested, aiming to facilitate the teach-learning process, using cartoons and comics of the Tintin for the education of Physics, specifically for the subject Inertia, with the objective to promote more dynamic, more interesting lessons and with bigger participation of the pupils. At a first moment the cartoons had been shown, and were established between the teacher and the pupils a discussion about the main scenes. At another moment the pupils read the comics with the same episodes from the cartoons, and discussed, in groups together with the teacher the main scenes. Finally a questionnaire was applied to the pupils containing questions related to Inertia. The work was based in the theories of the historical-cultural human development of Vygotsky, from the significant learning of Ausubel, and besides, the learning multimedia. The product constructed for the application of the proposal, contains information referring to the stages and the established time, of each used scene, and moreover, it also contains the relative information to the content of each scene. In relation to the comics two tables were made, enhancing the pages and the comics that had been used. This arrangement was made with the intention to facilitate the use of the material for other teachers of Physics of High School. The daily comments and the answers gotten by means of the questionnaire that were answered by the pupils revealed that they had been more motivated and involved in the lessons, presenting a more advanced level of learning and that pupils started to perceive the strong connection in which Physics has with the situations of its reality.

Key-words: Education of Physics, Inertia, Cartoon.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Quadrinho utilizado na primeira questão.....	58
FIGURA 2	Quadrinho utilizado na segunda questão.....	62
FIGURA 3	Quadrinho utilizado na terceira questão.....	65
FIGURA 4	Quadrinho utilizado na quarta questão.....	68
FIGURA 5	Ônibus iniciando o movimento.....	88
FIGURA 6	Ônibus freando.....	89
FIGURA 7	Balde de Newton em repouso.....	91
FIGURA 8	Balde de Newton girando.....	91

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1	Representação gráfica comparativa das turmas primeiro A e B, referente à primeira questão.....	59
GRÁFICO 2	Representação gráfica comparativa das turmas primeiro A e B, referente à segunda questão.....	63
GRÁFICO 3	Representação gráfica comparativa das turmas primeiro A e B, referente à terceira questão.....	66
GRÁFICO 4	Representação gráfica comparativa das turmas primeiro A e B, referente à quarta questão.....	69

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

PNLEM – Programa Nacional do Livro Didático

FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

LDB – Lei de Diretrizes e Bases Da Educação Nacional

DCNEM – Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

MRU – Movimento Retilíneo Uniforme

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 ORDENAMENTOS E RECOMENDAÇÕES LEGITIMADORES DO TRABALHO.....	19
2.1 A reforma no ensino médio: uma necessidade social.....	19
3 REFERENCIAIS TEÓRICOS DA PROPOSTA	24
3.1 Teoria de desenvolvimento humano: um processo sócio-histórico.....	24
3.1.1 <i>Mediação simbólica</i>	25
3.1.2 <i>Níveis de desenvolvimento</i>.....	26
3.2 Aprendizagem significativa	27
3.2.1 <i>Ausubel</i>.....	27
3.3 Aprendizagem multimídia.....	28
4 O PROCESSO INSTRUCIONAL DE ACORDO COM AS TEORIAS ADOTADAS.....	32
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	38
6 ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DA PROPOSTA.....	41
7 DESCRIÇÃO, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADO.....	58
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
REFERÊNCIAS.....	79
APÊNDICES.....	84

1 INTRODUÇÃO

De antemão, é preciso esclarecer que a autora desta dissertação é professora desde Fevereiro de 2007. Assim, já lecionou em algumas escolas da rede pública de Contagem e, atualmente, exerce suas funções em uma escola da rede particular de Belo Horizonte. Desde então, percebe o desinteresse e a dificuldade dos alunos do ensino médio em compreender as situações de Física que são trabalhadas em sala de aula.

A partir dessa experiência, percebe-se que, por circunstâncias variadas, inclusive pela falta de preparo em sua formação, uma grande parte dos professores, na construção, montagem e preparo de suas aulas, utilizam, apenas, o livro didático de Física adotado pela escola onde esta professora leciona. Desta forma, diversos assuntos de Física são tratados de modo muito superficial, ou seja, o que é ensinado aos alunos, às vezes, não é suficiente ou não provoca, neles, relações com situações cotidianas. Além disso, outra consequência do uso exclusivo dos livros didáticos diz respeito ao fato de que alguns temas acabam sendo ignorados, já que alguns livros não contemplam todo o conteúdo curricular de Física, principalmente quando se trata de volume único.

A fim de compreender melhor esse fato, é importante saber que os livros didáticos, que, habitualmente, são adotados pelas escolas particulares de Minas Gerais e, obrigatoriamente, pelas escolas públicas, são sugeridos pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLEM), implantado em 2004, através da Resolução nº 38, do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE). Este é um programa do governo federal, que prevê a distribuição gratuita desses livros para estudantes do ensino médio e de escola pública de todo Brasil.

Apesar de uma rigorosa seleção feita por meio do PNLEM, em alguns casos, os assuntos e situações sobre Física trabalhados nesses livros didáticos mostram-se insuficientes, pois são tratados de forma muito resumida e superficial, sem a preocupação de ilustrar e explicar, com mais detalhes, situações que fazem parte da vivência dos alunos. Isso dificulta, para os mesmos, a compreensão de tais situações, o que, certamente, compromete o ensino da disciplina.

De certo, é inconcebível essa restrição de instrumentos pedagógicos. Haja

vista que vivemos em uma época na qual, cada vez mais, utilizamos recursos tecnológicos em nosso dia a dia, tais como computadores, televisores, aparelhos celulares, etc. Esses equipamentos, em seu turno, mostram-se, progressivamente, acessíveis a todos. De forma equivocada, apesar de grande parte das escolas dispor de, pelo menos, alguns televisores e aparelhos de vídeo cassete ou DVD, ainda assim o uso desses recursos é muito pequeno e, portanto, são pouco explorados pelos professores durante as suas aulas. As justificativas conhecidas para essa negação são: falta de tempo para preparar e organizar aulas que se utilizem desses recursos; falta de preparo desses profissionais para utilização de tais equipamentos e mesmo a falta de tempo para cumprir o cronograma estabelecido pelas escolas. Em vista disso, o fato é que os professores mantêm suas aulas tradicionais, com uso exclusivo e soberano da lousa, o que as torna monótonas e muito pouco atrativas.

Diante dessas considerações, já se percebe que, quando nos referimos à aprendizagem dos alunos, os recursos didáticos aparecem como elementos primordiais para um bom desempenho discente. Assim, é preciso intensificar novas formas de apresentação do conteúdo, as quais permitam, também, visualizar a relação existente entre a disciplina Física e o cotidiano. Nesse sentido, ao analisar o significado da utilização dos recursos didáticos no ensino, Pais afirma que:

Os recursos didáticos envolvem uma diversidade de elementos utilizados como suporte experimental na organização do processo de ensino e de aprendizagem. Sua finalidade é servir de interface mediadora para facilitar na relação entre professor, aluno e o conhecimento em um momento preciso da elaboração do saber. Pais (2000, p. 2,3).

Então, a mudança dessa visão limitada é, extremamente, necessária. Para isso, o Ministério da Educação tem criado e disponibilizado incentivos, por meio de ações e documentos legais, que viabilizem uma reforma no ensino médio. A propósito, de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN 1999), o conhecimento escolar é organizado em três áreas, dentre as quais, tem-se a área de 'Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias', da qual faz parte a disciplina Física. Nesta área, o ensino deve ter pretensões formativas e de desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico, que podem ser conseguidos quando a aprendizagem se torna significativa para o aluno e parte de elementos da

sua realidade, fazendo com que o mesmo se identifique com as atividades propostas.

Além disso, os professores são orientados pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), que propõe a utilização de novas estratégias de ensino, de modo que estas proporcionem ao aluno uma aprendizagem significativa. Entretanto, para a implementação da reforma prevista na LDB, são necessários o desenvolvimento e a utilização de novas metodologias e abordagens, além de uma boa formação dos professores, para que saibam a melhor forma de conduzir as suas aulas. Dessa forma, não se colocariam como os “detentores da verdade”, e o trabalho seria elaborado de maneira que os alunos aprendessem a buscar o conhecimento. Mesmo porque, como defende Sousa Neto,

[...] a aula é um processo e não uma coisa com finalidade plenamente determinada, ainda que tenha um fim, não é uma coisa que possa se assemelhar à mercadoria que se troca por algo, além disso, exige que os professores não vejam mais os alunos como se fossem objetos sobre os quais deposita conhecimento, bem mais que isso eles são sujeitos do processo [...] (SOUSA NETO, 2008 p.15).

Nesse contexto, entende-se que a reforma curricular proposta pelas diretrizes curriculares do ensino médio só se torna possível caso os professores se mantenham bem informados, atualizados e possuam materiais e recursos didáticos. Assim, além de renovarem e atualizarem a sua forma de lecionar possuem condições de mudar, também, a estrutura curricular das instituições de ensino onde trabalham.

De modo a verticalizar as reflexões em andamento, cabe verificar que já é fato pesquisado e amplamente divulgado que o ‘senso comum’ e a ‘ciência’ nos apresentam visões de ordens diferentes. Se assim é, o que distingue a ordem científica da ordem do senso comum? Na tentativa de esclarecer essa questão, tem-se em vista que o mundo de cada um é sempre lógico do seu ponto de vista. Então, é importante perceber que a experiência cotidiana confirma, com frequência, teorias e modelos usados pelas pessoas comuns, não cientistas. Tais explicações, usadas a partir desses modelos, são levadas pelos estudantes para a sala de aula, pois fazem parte do *conhecimento do cotidiano*¹. Deve-se explicar que este não possui

¹ Como tem sido chamada a forma de conhecimento dos alunos sobre o mundo, desde o seu nascimento.

influência direta da aprendizagem de conceitos científicos, sendo bastante persistente por ter-se construído pela prática do dia a dia.

Em decorrência dessa dificuldade encontrada pelos professores de Física para lecionar essa disciplina para alunos do ensino fundamental e médio, subconstituída pelas dificuldades em tornar as aulas mais dinâmicas, mais interessantes, com maior participação dos alunos, e, ainda, pela falta de materiais didáticos que possibilitem essa mudança, decidi propor a utilização de desenhos animados e revistas em quadrinhos que mostrem situações concernentes à Física, como um recurso didático a ser utilizado nas aulas dessa disciplina, justamente, na tentativa de eliminar os problemas supracitados.

Então, vejo, na utilização dos desenhos e das revistas em quadrinhos, uma maneira diferente de elaborar uma aula, articulando o saber da experiência vivida com o conhecimento científico. Com efeito, a monotonia perde o seu espaço, sendo despertado um maior interesse nos alunos pela aula. Haja vista que os desenhos mostram situações do dia a dia dos próprios educandos, as quais se inserem no contexto da Física, o que, portanto, justifica esta proposta.

Nesse percurso, atento às observações apresentadas até o momento, bem como ao fato de que uma das exigências do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática é a elaboração de um produto (em nosso caso, voltado para o ensino de Física), teve-se a ideia de propor um material didático que utilizasse: a) dois DVD, um contendo os episódios 'Rumo à Lua' I e II, e outro contendo os episódios 'Explorando a Lua' I e II, do desenho animado do TINTIM; b) revistas em quadrinhos com os mesmo episódios (Rumo à Lua I e II e Explorando a Lua I e II); c) uma cartilha (manual), contendo as informações referentes aos DVD e às revistas em quadrinhos, para utilização dos professores em suas aulas. Ressalta-se que o assunto a ser tratado nesses DVD e nas revistas será **Inércia**, especificamente sobre as leis de Newton, pelo motivo de que é um tema abordado de forma superficial no livro que utilizo para lecionar Física ao ensino médio. Apenas para dimensionar a situação descrita, verifica-se até que tópicos importantes, como a discussão sobre referenciais inerciais e não inerciais, sequer são citados no livro. Então, os desenhos e as revistas serão usados como um recurso didático, um complemento em auxílio ao livro Curso de Física volume 1, de Alvarenga e Máximo (2005), que integra a lista sugerida pelo PNLEM. Sua escolha deve-se não apenas por ser o livro utilizado por mim, em minhas aulas, mas também por se tratar do mais

utilizado pelas escolas públicas e particulares da grande Belo Horizonte.

Nesse cenário, a proposta que apresentamos refere-se à utilização de um material que desperte o interesse dos alunos e viabilize a discussão. Esse material, como já antecipado, trata-se de desenhos animados e revistas em quadrinhos do TinTim, os quais contemplam o tema **Inércia**², assunto que é trabalhado de modo, extremamente, resumido nos livros recomendados pelo PNLEM. Dessa maneira, pretende-se, com os desenhos e as revistas, motivar os alunos, possibilitar maior profundidade e esclarecer os conceitos da Física a respeito da Inércia, mostrando situações que fazem parte da vivência desses alunos e, assim, oportunizando uma discussão crítica. Por exemplo, tem-se em vista apresentar cenas que mostram fatos ou fenômenos, diferenciar ficção e realidade, além de explicar ao aluno o que é ou não possível do ponto de vista físico.

Por meio deste trabalho, busca-se, ainda, contemplar a recomendação feita pelo PCN, no que diz respeito à abstração dos conceitos de Física. Para isso, as cenas dos desenhos animados e das revistas em quadrinho serão utilizadas de forma que suas situações sejam trazidas para a realidade dos alunos, concedendo enfoque, naturalmente, à Inércia. Sendo assim, tem-se a possibilidade de proporcionar um ensino mais atrativo e, ao mesmo tempo, favorecer aos estudantes o domínio de conteúdos, não se esquecendo de promover, nos e entre os mesmos, a socialização e atitudes de cooperação durante as atividades desenvolvidas.

A fim de argumentar melhor sobre a proposta sugerida, é correto o entendimento de que a ideia visa a mostrar ao aluno, de uma forma interessante, contextualizada e atraente, que a Física explica fenômenos inseridos em sua própria vida cotidiana. Tendo isso como direção fundamental, a seguir, apresentaremos, com detalhes, a organização deste trabalho.

O trabalho busca uma organização pautada em oito capítulos. Inicia-se com esta introdução que, tal como seu nome sugere, apresenta o tema a ser discutido, abordando sua importância, seus objetivos e sua organização. Em seguida, o próximo capítulo pretende expor os ordenamentos e as recomendações legitimadoras do trabalho. Em seu tempo, o capítulo três será dedicado à apresentação do referencial teórico, lidando com os seguintes temas: a teoria do desenvolvimento humano - um processo sócio-histórico; aprendizagem significativa;

² É a resistência de qualquer objeto físico a uma mudança em seu estado de movimento.

aprendizagem multimídia. Já o quarto capítulo, constituirá o processo instrucional referente às teorias adotadas. O capítulo subsequente terá como foco a elaboração da proposta, enquanto o sexto apresentará a aplicação e experimentação dos produtos. Para o capítulo sete, almeja-se a descrição, análise e interpretação dos dados obtidos por meio do questionário. Finalmente, no oitavo capítulo, serão apresentadas as considerações finais, sendo, então, discutidas as possíveis contribuições deste trabalho.

Feitos os devidos esclarecimentos, iniciemos, de fato, nossos trabalhos com atenção concentrada em questões referentes à legitimação do trabalho docente, sobretudo no Ensino Médio.

2 ORDENAMENTOS E RECOMENDAÇÕES LEGITIMADORES DO TRABALHO

2.1 A reforma no ensino médio: uma necessidade social

De maneira geral, os cursos de Física oferecidos nos três anos do Ensino Médio em Minas Gerais procuram introduzir uma Física completamente descontextualizada, matematizada e fragmentada, o que dificulta o entendimento dos conceitos basilares dessa disciplina. Além disso, os livros didáticos aprovados pelo PNLEM e selecionados pelas escolas públicas e particulares tratam alguns temas próprios da Física de forma resumida e superficial, sendo este um ponto que compromete o preparo das aulas pelos professores. Como outro agravante, observa-se, por um lado, a formação insuficiente obtida por grande parte dos professores em seus cursos de licenciatura e, por outro, aqueles profissionais com bacharelado que, depois, passam a lecionar, sem, portanto, terem cursado, na graduação, disciplinas pedagógicas que o auxiliem no exercício da profissão de professor. Aliado a esses problemas, tem-se o fato de que uma grande maioria dos professores organiza e planeja suas aulas utilizando o recurso tradicional, o livro didático, como referência.

Na tentativa de ampliar essa discussão, aponta-se que, para Castilho (1997), o livro didático tem desempenhado papel central nas escolas brasileiras, tornando-se, muitas vezes, o elemento direcionador do processo de ensino-aprendizagem.

Nessa direção, Massabni e Arruda (2000) afirmam que muitos professores difundem o conhecimento científico presente nesses livros como padrão do que devem ensinar a seus alunos. De fato, concordo com esses autores, já que, frequentemente, os professores não dispõem de outro instrumento didático, sendo o livro a única fonte de informação para que eles possam preparar o conteúdo.

Em virtude disso, ensinar Física tem sido um desafio enorme. Mesmo porque o estudo da ciência se torna cada vez menos valorizado e o aluno, por consequência, desmotivado. Então, o que há de errado com os professores que formamos? Sobre essa questão, Carl Wieman, participando de um Encontro organizado pelo Departamento de Educação Americano em março de 2004, discursa que:

Nos últimos 500 anos, a ciência avançou rapidamente por se basear em

testes experimentais das teorias e das práticas. O ensino de ciências, entretanto, por se guiar principalmente pela tradição e dogma permaneceu em grande parte medieval. A sociedade moderna necessita muito mais. Nossa diversificada população de estudantes merece uma educação de ciências capaz de dotá-los de uma apreciação significativa dos métodos e capacidades da ciência e das amplamente úteis habilidades de resolução de problemas. (WIEMAN apud BORGES, 2006, p.136)

Sendo assim, o atual quadro indica que uma parcela dos professores não busca novas formas de ensino e as suas aulas são, sempre, lecionadas da mesma maneira. Agindo dessa forma, ele não percebe que o tempo de suas aulas está sendo mal gasto, segundo Eric Mazur, pesquisador, desde o início dos anos 90, sobre o ensino de Física e as práticas educacionais mais eficazes para garantir que estudantes universitários dominem os conceitos e ideias desta disciplina. A propósito da nossa discussão, ao descrever um de seus projetos de pesquisa em andamento, o referido autor realiza os seguintes questionamentos:

O tempo na aula é um recurso precioso, mas quão freqüentemente nós paramos para pensar sobre como ele deve ser usado? As atividades nas aulas devem meramente transmitir informações que já estão impressas nos livros-texto dos estudantes? Nossos estudantes realmente aprendem durante as aulas, ou eles simplesmente anotam freneticamente qualquer coisa que dizemos, na esperança de, de alguma forma, entender a matéria posteriormente? .(MAZUR apud BORGES, 2006, p.137)

Entende-se, com isso, que os conceitos da Física vão-se perdendo, em função de fórmulas que são apresentadas de modo terminal, sem explicação de origem. Com essa abordagem do assunto, tem-se um ciclo: o aluno não aprende, o ensino não se desenvolve, tornando-se maçante e desagradável! Então, o que poderia ser uma atividade prazerosa, como defenderemos aqui, torna-se, portanto, entediante.

Por essas razões, comprometem-se, ainda mais, os objetivos da LDB, que sugerem uma nova identidade para o Ensino Médio, considerando-o como etapa final da educação básica, sendo, então, a oportunidade de consolidar e aprofundar os conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental. Desta forma, visa à continuação dos estudos, permitindo uma melhor preparação para o trabalho e para o exercício da cidadania. Entretanto, para que isso ocorra, é preciso, segundo a mesma lei, dotar e capacitar o educando com ferramentas e instrumentos que lhe permitam continuar a sua formação, ampliando, assim, sua visão e compreensão

dos fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos. Na realidade, esses objetivos buscam alicerçar a reforma curricular do ensino médio e orientar o professor, fazendo com que este busque novas metodologias e abordagens, contando, também, com seu próprio empenho para o aperfeiçoamento da prática educativa. A expectativa é de que tais transformações consigam influenciar, positivamente, o exercício do professor e, por extensão, o processo de aprendizagem dos alunos.

Nesse mesmo percurso, o Ministério da Educação, por meio de uma reforma que pretende viabilizar mudanças no Ensino Médio sobre a responsabilidade da Secretaria da Educação Média e Tecnológica, elaborou as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), buscando fornecer uma nova identidade a esse segmento da educação básica, de modo que sejam atendidos os princípios gerais da LDB. Além disso, o mesmo Ministério criou os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), que se constituem como referência no sentido de orientar o trabalho em cada disciplina, dentro de suas respectivas áreas do conhecimento.

Com relação aos conteúdos determinados nesses parâmetros, foram organizados, como já anunciado, em três áreas do conhecimento, com o objetivo de que as práticas escolares os trabalhassem de forma interdisciplinar. Uma dessas áreas é a de 'Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias', que visa a desenvolver a capacidade de comunicação, a compreensão e a investigação do desenvolvimento científico, a fim de entender e explicar o funcionamento do mundo, bem como planejar, executar e avaliar as intervenções na realidade. O aprendizado, nesta área, busca permitir ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, e não, simplesmente, o acúmulo de conhecimentos. Então, para que isto aconteça, é necessário que o aprendizado escolar recorra à vivência do aluno, de modo que ela seja significativa e propicie um melhor contato professor-aluno.

Em linhas gerais, os PCN explicitam, como competência a ser desenvolvida na área do conhecimento de 'Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias', a contextualização socio-cultural: "... compreender e utilizar a ciência como elemento de interpretação e intervenção, e a tecnologia como conhecimento sistemático no sentido prático...".

Com efeito, uma nova estrutura de currículo é sugerida nos PCN, apoiada em competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos educandos em cada uma

das disciplinas, orientando os professores na busca de novos recursos, abordagens e metodologias. Deve-se atentar para o fato de que este novo currículo requer um ensino interdisciplinar, mais contextualizado, com preferência a processos que objetivem a aprendizagem significativa, possibilitando que o aluno desenvolva a capacidade de interpretar, compreender e intervir na realidade. Por conseguinte, não é mais pertinente uma base curricular composta por grades, com um ensino compartimentalizado, descontextualizado, e baseado no acúmulo de informações. Em contraponto, propõe-se um currículo que seja trabalhado de forma contextualizada, buscando motivar o professor a considerar a diversidade dos alunos, com o uso de formas não convencionais como metodologia de ensino. Por exemplo, o ponto de partida para ensinar os conteúdos pode ser retirado de uma situação que faz parte da vivência dos alunos, o que requer entendimento e interpretação, possibilita, inclusive, uma condução teórica do assunto. Ainda de acordo com os PCN (1999), a

contextualização permite que os alunos tenham um referencial, identificando e identificando-se com as questões propostas. Essa postura não significa permanecer apenas no nível de conhecimento que é dado pelo contexto mais imediato, nem muito menos pelo senso comum, mas visa a gerar a capacidade de compreender e intervir na realidade, numa perspectiva autônoma e desalienante. (BRASIL,1999, p.26.)

Portanto, os PCN sugerem que se dê importância às situações e aos fenômenos que são familiares aos estudantes, priorizando, ainda, às indagações que movem a sua curiosidade. Em nosso caso de pesquisa, as habilidades e competências a serem desenvolvidas em Física (Compreender os conceitos, leis e teorias da Física presentes nos equipamentos e aparelhos; compreender e saber utilizar as linguagens utilizadas pela Física; reconhecer a Física enquanto construção humana, compreendendo a evolução do conhecimento científico e tecnológico; estabelecer as relações socioculturais do conhecimento físico com a expressão da cultura humana) mostram a contextualização necessária referente ao ensino de Física. Nessa linha de pensamento, os PCN propõem que o ensino se torne significativo para os alunos, de modo que, ao estudarem os assuntos propostos pelo professor, identifiquem-se com as questões levantadas e, a partir desse conhecimento, sejam capazes de compreender e intervir na realidade com senso crítico.

De modo racional, tendo em vista a realidade educacional que presenciamos atualmente, bem como a dificuldade da implementação dos PCN, como afirmam Ricardo e Zylbersztajn (2002), percebe-se a necessidade da criação e utilização de alternativas e ferramentas que auxiliem o professor, promovendo e explorando, ao máximo, o desenvolvimento cognitivo do aluno.

Diante dessa constatação, algumas perguntas se fazem oportunas: de que forma os professores podem motivar os seus alunos para que esses se apropriem de conhecimentos e passem a desenvolver competências e habilidades, com o intuito de gerar autonomia e desalienação? Como promover o conhecimento do mundo físico de maneira a propiciar aos alunos senso crítico e capacidade para tomar decisões, ampliando tanto a sua percepção imediata como a sua forma de ver o mundo?

Na busca por apontamentos relativos a essas questões, pretende-se prosseguir essa reflexão com uma abordagem estimuladora e interessante, que articule o ensino de Física com a vivência dos alunos. Já com essa intenção, o capítulo seguinte, com os referenciais teóricos da proposta, apresenta-se.

3 REFERENCIAIS TEÓRICOS DA PROPOSTA

3.1 Teoria de desenvolvimento humano: um processo sócio-histórico

Na elaboração desta proposta, assumo, como referências, a teoria de desenvolvimento humano, na perspectiva sócio-histórica de Vygotsky; a teoria da aprendizagem significativa, de Ausubel; e as formulações da aprendizagem multimídia.

Começando por Vygotsky, identifica-se que, no processo de evolução do homem, as suas habilidades de adaptação e transformação foram sendo desenvolvidas biologicamente e historicamente, de acordo com as necessidades surgidas. Nesse sentido, a habilidade visual tornou-se uma das habilidades mais desenvolvidas, tendo em vista que, sobretudo nos dias atuais, os principais meios de comunicação são visuais, como, por exemplo, televisão, computadores, revistas, *outdoor*, *vídeo games*, os quais, juntamente com outros, fazem parte da vida dos adolescentes e jovens.

Num esforço de compreensão, devemos nos perguntar como ocorre o desenvolvimento humano? De que forma o homem se adapta e desenvolve o pensamento, a memória, a linguagem, as ideias abstratas, as habilidades culturais? Todas essas perguntas são importantes de serem entendidas e respondidas, pois, acontecendo isso, há uma contribuição efetiva para o desenvolvimento dos nossos alunos.

Nessa perspectiva, Vygotsky, estudando o comportamento humano, propôs uma teoria de desenvolvimento cognitivo, conhecida como sociointeracionista ou histórico-cultural. Para esse autor, tal desenvolvimento humano configura um processo complexo, que acontece por meio da interação do homem com a sociedade. Por meio dessa interação, o homem vai modificando-se, apropria-se de instrumentos e signos, com os quais modifica a natureza e a si mesmo. No instante em que o indivíduo interioriza o mundo que o cerca, os instrumentos e signos constroem as funções psicológicas superiores, também conhecidas por processos mentais superiores.

O desenvolvimento cognitivo do indivíduo acontece, então, pela interação dele com outros indivíduos, estabelecida por um processo social e não natural, em que o sujeito internaliza as suas relações sociais e as transforma em funções psicológicas

interiores mediadas por instrumentos e signos, que se vão aprimorando e se modificando à medida que essas relações tornam-se mais evoluídas.

3.1.1 *Mediação Simbólica*

Ampliando esse cenário de discussão, tem-se que o indivíduo, desde o seu nascimento, beneficia-se do contexto social para se desenvolver, ao mesmo tempo que participa, ativamente, do processo. Para que seja possível compreender a origem dos processos mentais superiores do indivíduo, originados nos processos sociais, é necessário entender e refletir sobre o conceito de mediação, realizada através de instrumentos (no plano externo ao homem) e de signos (no plano interno ao homem), considerando que o fundamento do funcionamento psicológico tipicamente humano é social e, por isso, histórico.

A título de explicação, vale observar que o instrumento faz parte da cultura na qual a pessoa se insere. Assim, é um elemento interposto entre o trabalhador e o objeto de seu trabalho, ampliando as possibilidades de adaptação, transformação e dominação da natureza. Ademais, verifica-se que o instrumento é feito ou buscado com um objetivo específico. Portanto, ele carrega a função para a qual foi criado e o modo de utilização desenvolvido durante a história do trabalho coletivo; é, pois, um objeto social e mediador da relação entre o indivíduo e o mundo.

Os signos, em seu turno, são utilizados como auxiliares, no tocante à solução de problemas psicológicos. Dessa maneira, são orientados para o próprio sujeito e têm por função o controle de ações psicológicas.

Num olhar panorâmico, entende-se que, quando o indivíduo se apropria dos instrumentos e signos, construídos pela sua relação com os outros indivíduos (construção cultural – histórica), ele passa, então, a internalizar essas ações e, nesse momento, as relações sociais convertem-se em funções mentais próprias. Nesse sentido, cabe pensar sobre os níveis de desenvolvimento dos indivíduos, o que será feito abaixo.

3.1.2 Níveis de Desenvolvimento

Como já adiantado, é importante, também, dialogarmos com os níveis de desenvolvimento do indivíduo, especialmente aqueles trabalhados por Vygotsky. Nesse caminho, é possível constatar que o nível de desenvolvimento real representa a capacidade que o indivíduo possui para realizar suas tarefas no cotidiano da sua vida, autonomamente. Em outras palavras, são as realizações obtidas por ele em um determinado período do seu desenvolvimento, sem o auxílio de outra pessoa. Assim, segundo Vygotsky (1998),

O primeiro nível pode ser chamado de nível de desenvolvimento real, isto é, o nível de desenvolvimento das funções mentais da criança que se estabeleceram como resultado de certos ciclos de desenvolvimento já completados. Quando determinamos a idade mental de uma criança usando testes, estamos quase sempre tratando do nível de desenvolvimento real. Nos estudos do desenvolvimento mental das crianças, geralmente admitimos que só é indicativo da capacidade mental das crianças aquilo que elas conseguem fazer por si mesmas. (VYGOTSKY, 1998, p. 111)³.

Em sequência, o outro nível é chamado de desenvolvimento proximal, referindo-se às funções que o indivíduo não consegue realizar sozinho, mas o faz com a ajuda de outro mais experiente. Este processo pode acontecer em situações nas quais existam diálogo, troca de experiências, imitações, interação e colaboração. Com efeito, o indivíduo possui, na perspectiva de Vygotsky, um potencial que lhe possibilitará internalizar o processo realizado e, no futuro, resolver, por si só, aquela ação que, antes, foi objeto de imitação ou auxiliada por um outro. Em seus termos, Vygotsky (1998) afirma que

A zona de desenvolvimento proximal define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão presentemente em estado embrionário. Essas funções poderiam ser chamadas de “brotos” ou “flores” do desenvolvimento, ao invés de “frutos” do desenvolvimento. O nível de desenvolvimento real caracteriza o desenvolvimento mental retrospectivamente, enquanto a zona de desenvolvimento proximal caracteriza o desenvolvimento mental prospectivamente. (Vygotsky, 1998, p.113).

³ Apesar de Vygotsky ter pesquisado os níveis de desenvolvimento apenas em crianças, o conceito desses níveis é aplicável, também, a jovens e adultos.

Nesse cenário, reluz, como abordagem interessante, a aprendizagem significativa. Sendo assim, façamos alguns comentários a seu respeito.

3.2 Aprendizagem Significativa

3.2.1 Ausubel

Na teoria de Ausubel (1980), a aprendizagem significativa trata-se de um conceito essencial. Totalmente avesso à aprendizagem mecânica, este pesquisador torna-se um representante do cognitivismo e propõe uma aprendizagem que se constitui na manipulação, por meio de técnicas, da estrutura cognitiva do aluno, de forma que o mesmo possa assimilar, significativamente, os conteúdos que lhe são ensinados.

É importante ressaltar que essa aprendizagem ocorre quando o conteúdo, previamente absorvido pelo indivíduo, representa um forte influenciador do processo de aprendizagem. Então, um novo conhecimento ou informação é assimilado e armazenado de forma interativa na estrutura cognitiva prévia do indivíduo. O conhecimento que o indivíduo possuía resultará num "ponto de ancoragem", no qual as novas informações encontrarão um modo de se integrarem ao que o indivíduo já conhece.

De modo a estender essa análise descritiva, salienta-se que o processo da aprendizagem significativa acontece desde a infância. Por meio da descoberta e da percepção, as crianças passam por processos de formação de conceitos, envolvendo generalizações de interesses específicos, até que, na idade escolar, já tenham desenvolvido um conjunto de conceitos que favoreçam a aprendizagem significativa. Faz-se necessário registrar, ainda, que, durante o desenvolvimento do indivíduo, esses conceitos são adquiridos por meio de assimilação, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa de conceitos. Para que ocorra esse processo, Ausubel sugere a utilização de organizadores prévios, ou, como denomina, conceitos subsunçores, para, de fato, ancorar e facilitar a nova aprendizagem.

Além disso, a fim de que a aprendizagem significativa se realize, Ausubel estabelece algumas condições. Uma delas refere-se ao fato de que o conhecimento a ser ensinado ao aluno deve ancorar-se em sua estrutura cognitiva, de maneira não

arbitrária. Mesmo porque, se os materiais utilizados para o ensino forem impostos, eles podem tornar-se significativos através dos organizadores prévios ou subsunçores. Como outra condição, é necessário que o aluno possua um conteúdo mínimo em sua estrutura cognitiva, para que, assim, possa, por meio dos subsunçores, integrar o maior número de informações relacionadas com o assunto trabalhado pelo professor. Ainda, para que ocorra a aprendizagem significativa, é preciso que o aluno apresente uma disposição para relacionar o novo conhecimento com a sua estrutura cognitiva, e não para, simplesmente, memorizá-lo mecanicamente, muitas vezes, até simulando uma associação. Por outro lado, mesmo que o aluno esteja disposto a aprender, se o material da aprendizagem não for, potencialmente, significativo, a aprendizagem poderá não ser significativa. Então, novamente, reconhece-se a pertinência da proposta desta pesquisa.

Em síntese, conforme Ausubel, a estrutura cognitiva de cada indivíduo é, extremamente, organizada e hierarquizada, no sentido de que as ideias se encadeiam de acordo com a relação estabelecida entre elas. Aliás, nessa estrutura, ancoram-se e se reordenam novos conceitos e ideias que o indivíduo, progressivamente, internaliza, aprende.

Se a aprendizagem continua em pauta, cabe, agora, estudar sobre o seu caráter multimídia, o que, inclusive, é um tema de grande importância e discussão na contemporaneidade, do qual não podemos escapar.

3.3 Aprendizagem multimídia

Durante toda a história da educação, uma grande parte do processo de ensino-aprendizagem era encaminhado pelo professor em sala de aula através do uso da lousa e da explicação oral do conteúdo. Assim, ao longo de muito tempo, as palavras foram utilizadas como o principal modo de instrução na educação, e os alunos eram passivos em relação à informação (MAYER, 2003). A este respeito, pesquisas (MAYER, 1997, 1999 e 2001, 2003) indicam que, quando os estudantes apenas leem ou só ouvem, apresentam dificuldades para lembrar ideias principais e para resolver problemas. Em contrapartida, a utilização de palavras e imagens é apontada como favorecedora da aprendizagem.

Diante dessa necessidade encontrada pelos professores de tornarem suas aulas mais atrativas, favorecendo a aprendizagem, surge, nos avanços e inovações tecnológicas, uma possibilidade de usar esses recursos como alternativas pedagógicas, que auxiliem o processo de ensino-aprendizagem de forma mais eficiente. Neste contexto, aparece, também, o conceito de aprendizagem multimídia (*Multimedia Learning*), que, de acordo com Mayer (2001), refere-se a uma aprendizagem por meio de palavras, incluindo tanto a linguagem oral quanto a escrita, sem dispensar o uso de imagens, que podem ser estáticas (ilustrações ou fotos) ou dinâmicas (animações e vídeos).

Em tempo, Schtz e Loww (2003) indicam que a multimídia pode ser vista como uma combinação de múltiplos recursos tecnológicos, com o objetivo de fornecer a informação desejada em várias formas, pelo uso de múltiplas modalidades sensoriais. Também nessa direção, Yanger (1991 *apud* COSCARELLI, 1998), afirma que as apresentações multissensoriais prendem, por mais tempo, a atenção dos espectadores, aumentando e acelerando a sua compreensão. Isso acontece, segundo este autor, porque os recursos utilizados pela multimídia (imagem, som e movimento) despertam a atenção do espectador, de várias formas e com bastante frequência.

Resgatando o pensamento de Mayer (2003), verifica-se que a aprendizagem através da multimídia acontece por meio da combinação entre palavras e imagens. Nesse sentido, segundo D. Laurillard *et all*, citado por Moura e Fuks (2009),

A sequência de interações [corpóreas e multimodais] de diálogo, ação e reação, adaptação e reflexão, [percebidas e expressas não somente através da fala, mas do corpo todo] possibilitam que os aprendizes: sejam expostos a novas idéias; se relacionem entre si de modo a melhorarem sua prática; relacionem sua prática melhorada a uma compreensão maior; e assegurem a qualidade de sua compreensão. (D.LAURILLARD *et all* *apud* MOURA; FUKS, 2009, p.9)

Avançando mais um pouco, para Tarouco *et all* (2009), ambientes que se utilizam de dois meios diferentes para apresentar o conteúdo são considerados ambientes de aprendizagem multimodais. Inclusive, estudos e pesquisas sobre este tipo de aprendizagem estão sendo feitos, através dos quais se acredita que a sua utilização, por meio de representações não verbais e verbais, faz com que a compreensão dos estudantes seja ampliada.

De modo prático, os professores consideram os recursos multimídia uma forma de motivar seus alunos, prendendo mais a sua atenção e tornando o conteúdo trabalhado mais interessante, o que, conseqüentemente, gera uma aprendizagem mais eficaz.

Em vista dessa constatação docente, mas também com um olhar para a base teórica, percebo que, como salientam Moreno e Mayer (2007), a aprendizagem efetiva acontece quando se combinam representações verbais com não verbais, proporcionando um conhecimento pautado na mistura de modalidades de apresentações. É importante, aqui, compreender a diferença entre modo e modalidade, proposta por Moreno e Mayer (2007): *modo* é o código usado para representar a informação, podendo ser verbal (palavras impressas ou faladas) ou não verbal (ilustrações, fotos, vídeos e animações). Por sua vez, a *modalidade* diz respeito aos sentidos utilizados na recepção dos dados, ou seja, a audição (através dos ouvidos) e o visual (através dos olhos).

Ademais, é essencial entendermos o conceito de aprendizagem multimodal interativa e não interativa. Então, explica-se que a primeira está relacionada com a ação do aluno na intervenção do conteúdo, ou seja, nessa aprendizagem, o aluno interage com o conteúdo por meio dos diversos recursos multimídia, podendo, assim, ser definida como uma aprendizagem ativa (MORENO; MAYER, 2007). Com relação à aprendizagem multimodal não interativa, ressalta-se que a mensagem multimídia é apresentada de maneira pré-estabelecida e o aluno não pode modificar o processo de aprendizagem. Podem-se citar, como exemplos desta aprendizagem, as animações, as narrativas, o livro didático contendo textos e ilustrações, ou seja, os recursos multimídia lineares que incluem o verbal e o visual através da aprendizagem já estabelecida. Neste caso, os alunos escutam o que professor diz sobre o processo e, apenas, observam uma ilustração ou animação, sem interferir, de forma interativa, com a informação (MORENO; MAYER, 2007).

Se assim é, percebe-se que, de certo, os recursos multimídia podem colaborar, substancialmente, no processo de aprendizagem. Porém, Schnotz e Lowe (2003) afirmam que constitui um erro pressupor que ambientes de aprendizagem ricos nesses recursos resultem em um processamento cognitivo extensivo e na criação de estruturas e conhecimento elaborados. Nessa mesma concepção, Low e Sweller (2005) afirmam que o ambiente de aprendizagem, como condição para o seu êxito, deve combinar representações verbais e não verbais, usando

apresentações com modalidades auditivas e visuais mescladas, porque a arquitetura mental humana apresenta canais limitados e independentes para o processamento dos sinais de entrada. Então, a utilização dos recursos multimídia deve estar alinhada com a capacidade cognitiva dos alunos e com o conteúdo a ser ensinado. Logo, não podemos exagerar na utilização de tais recursos, pois, ao invés de prender a atenção dos alunos e tornar as informações mais claras, o uso demasiado desses recursos pode provocar efeito contrário, distraindo o aluno e tornando o conteúdo trabalhado ainda mais confuso, por exemplo.

De modo a contribuir para a proposta de discussão em trânsito, mostra-se oportuna uma discussão sobre aspectos concernentes ao processo instrucional, tendo em vista as teorias adotadas aqui como base. Para isso, o capítulo seguinte assume posição de destaque a partir de agora.

4 O PROCESSO INSTRUCIONAL DE ACORDO COM AS TEORIAS ADOTADAS

Para a elaboração do produto ora apresentado, utilizei, como alicerce, algumas teorias da aprendizagem, conforme descrito no item anterior. Como prova de sua pertinência, é válido retomar, neste momento, a teoria de AUSUBEL (1968), que considera a aprendizagem significativa um processo no qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura do conhecimento do indivíduo. Nesse raciocínio, tem-se que, quando utilizamos recursos didáticos em nossas aulas, como os desenhos animados e as revistas em quadrinhos, trazemos uma parte do cotidiano dos alunos e relacionamos situações presentes nos desenhos e nas revistas com o conteúdo que desejamos ensinar, tornando, assim, o ensino mais significativo para o educando. Em outros termos, a aprendizagem significativa ocorre no momento em que a nova informação ancora-se em conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz (MOREIRA, 1980). Nesse cenário, é possível entender a chamada substantividade do aprendizado como sendo a etapa em que o aprendiz assimilou o sentido, o significado daquilo que se ensinou, de modo que seja capaz de expressar este significado com as mais diversas palavras. Aliás, somente através desta atividade, as novas ideias são “armazenadas” por longo tempo e de maneira estável.

Assim, o professor, ao analisar os desenhos e as revistas que melhor tratam o assunto a ser abordado (em nosso caso, a Inércia), indentificará a estrutura do conteúdo de ensino, localizando e organizando os conceitos unificadores abrangentes e, depois, os conceitos mais específicos, para que estes tenham um maior significado. Além de indentificar quais pré-requisitos (subsunçores) o aluno precisa ter em sua estrutura cognitiva para uma aprendizagem significativa, o professor deve verificar quais subsunçores seus alunos já possuem, identificando os conceitos básicos de que eles devem ser portadores para, assim, conseguir associar um novo conteúdo, utilizando os organizadores prévios que servem de ponte entre aquilo que o indivíduo sabe e o que ele precisa saber.

Destaco, ainda, que esta proposta de ensino com desenhos e revistas em quadrinhos pretende fazer uso das formulações do sociointeracionismo vygotskyano, segundo as quais o aluno apreende e transforma o seu conhecimento, dispondo de várias formas, sendo que a aprendizagem ocorre em conjunto com o grupo.

Ainda com relação a esse trabalho que será desenvolvido com os alunos, explica-se que, após assistirem aos desenhos e lerem as revistas em quadrinho, eles serão separados em grupos de 4 alunos, sendo, em seguida, estimulados a discutir sobre as cenas a que assistiram e leram, colocando seus pontos de vista, idéias e informações sobre as principais cenas que, previamente, foram separadas pelo professor. O objetivo de separá-los em pequenos grupos é considerado como mais eficiente, pois, assim, podem trocar informações e conhecimentos, além de construir e formularem pensamentos. Inclusive, Vygotsky propõe que o aprendizado ocorra dentro da zona de desenvolvimento proximal, despertando processos internos que ainda não estão amadurecidos, mas que, através da interação social com professores e colegas, sejam internalizados, tornando-se parte do desenvolvimento do aluno.

Nesse cenário, defendemos, de acordo com Moraes (2000), o construtivismo, pois se trata de uma postura epistemológica que entende o conhecimento como originário da interação entre o sujeito e a realidade, ou desta com o aquele, seja ela física, social ou cultural. Por isto, deve ser concebido além do nível individual, já que o processo de construção ocorre nas relações sociais com os outros.

Vale compreender, também, que, nesta teoria, é indispensável que o professor e os alunos dialoguem sobre os conteúdos que estão sendo estudados, de modo a facilitar o processo de ensino. Então, revela-se mais um motivo para que os alunos trabalhem em grupo, pois, desta maneira, os mais capazes podem auxiliar os outros.

Quanto ao professor, nessa forma de ensino, pode-se considerar que possui um papel indispensável, pois assume o papel de responsável pela mediação entre o conhecimento acumulado historicamente e o aluno. Assim sendo, deve ter-se apropriado do conhecimento de sua área ou disciplina para, pelo uso de estratégias de ensino, apresentar significados aceitos socialmente no contexto da matéria que ensina. Num segundo momento, deve verificar, junto aos alunos, se eles captaram, com o significado correto e aceito socialmente, o que foi ensinado.

Além disso, por meio das estratégias de ensino, o professor deve inferir os processos internos que estão em desenvolvimento no aluno e que são necessários para a aprendizagem subsequente, além de estimulá-los. Finalmente, é necessário que as atividades propostas pelo professor sejam bem trabalhadas para, dessa maneira, alcançarem o êxito. Para tanto, devem levar o aluno a questionar e a raciocinar, usando os conhecimentos que ele já possui e, ao mesmo tempo, exigindo

um nível de abstração maior.

É preciso destacar, ainda, que trabalharemos com a aprendizagem por meio de recursos multimídia. Haja vista que foi verificado, através de pesquisas (MAYER, 1997, 1999, 2001, 2003), que, quando os alunos apenas lêem ou ouvem, além de ficarem mais distraídos, apresentam dificuldades em lembrar as principais ideias. Além disso, podem apresentar dificuldades na resolução de problemas. Entretanto, este quadro pode ser minimizado ou revertido com a utilização de palavras e imagens, sendo favorecida, assim, a aprendizagem.

Então, na busca por melhores formas de ensinar, faz-se necessário que o professor adapte a sua aula com alguns recursos multimídia, sejam ilustrações e fotos, animações e vídeos. Agindo dessa forma, as suas aulas, certamente, serão qualificadas como mais dinâmicas e interessantes, prendendo a atenção dos alunos e aumentando a sua compreensão sobre o conteúdo apresentado.

No escopo de todas as considerações realizadas até o momento, foi percebida a necessidade de desenvolver um material que utilize alguns recursos multimídia. Nessa direção, identifiquei, nos desenhos animados e nas revistas em quadrinhos, todos os recursos necessários para despertar nos alunos interesse pelo conteúdo ensinado, tal qual já discutimos.

De modo a conceder mais detalhes e motivar o entendimento e a utilização desta proposta, explico que a exibição dos desenhos, assim como a leitura das revistas, serão os instrumentos utilizados a fim de que as aulas se tornem mais dinâmicas, prendendo a atenção dos alunos. Em consequência, é bem provável que haja uma maior participação dos mesmos nesse processo de ensino-aprendizagem, despertando-lhes uma atitude mais questionadora. A propósito, o questionamento possibilita ao professor construir, juntamente com os alunos, uma aula na qual o conhecimento seja tratado e discutido por todos, elevando o entendimento e a compreensão dos alunos sobre o conteúdo abordado. A título de argumentação, vários autores (GIORDAN; VECCHI, 1996; MORAES, 2000; COELHO; KOHL; DI BERNARDO, 2002) destacam a importância do questionamento na aprendizagem. Segundo Moraes (2000), por exemplo, a atitude questionadora está diretamente relacionada com a atitude pesquisadora, quando se estabelece uma relação de partida e contrapartida, de pergunta e de informação, na qual cada resposta pode ser um questionamento que, se devidamente elaborado pelo professor, passa a constituir um verdadeiro desafio ao aluno. Em sentido inverso, a ausência de questionamento é

concebida, muitas vezes, como um obstáculo na construção do saber. De volta ao caminho correto, sua presença é caracterizada como um dos aspectos positivos tanto na ação do professor como na dos alunos (COELHO; KOHL; DI BERNARDO, 2002). Citando apenas Giordan e Vecchi (1996, p. 169), estes dois pesquisadores consideram essenciais, portanto, criar situações científicas perturbadoras, caso se deseje ir mais adiante na construção do saber. Ainda para ambos, é por meio de questionamentos que o aluno seleciona as informações que apreende.

Essa atividade cria uma filtragem da realidade; através dela é que o aprendente extrai as informações que apreende. É também uma fonte de progresso no aprendizado, pois suscita desequilíbrios que incitam o aluno a superar seu estágio atual para procurar novas soluções (GIORDAN; VECCHI, 1996, p. 168).

Como orientação, ao propor questionamentos, o professor pode problematizar situações relacionadas ao conhecimento prévio dos alunos. Nesse sentido, Moraes (2000, p.122) afirma que as perguntas serão mais significativas quanto mais estiverem relacionadas a esses conhecimentos prévios.

Atentando para a realidade dessas circunstâncias, sabe-se que, embora a formulação de perguntas orientadoras possa ser uma prática desejável e comum em sala de aula, o tempo destinado à elaboração das respostas dos alunos é, em geral, tão reduzido que não se permite aos mesmos a construção de respostas consistentes. Assim sendo, acredita-se ser relevante realizar uma reflexão, com base em resultados de pesquisa, sobre o papel do questionamento em atividades experimentais, discutindo-se como as intervenções do professor e do aluno influem na construção do conhecimento.

De volta à abordagem construtivista, dada a sua pertinência, é reconhecido que o aluno possui um conhecimento anterior, no qual se ancora e se reorganiza o novo, construído através do diálogo, da pesquisa, da leitura, da reflexão e das interações com seu cotidiano, com o professor e com os próprios colegas. Nessa linha de pensamento, a Pedagogia da autonomia de Paulo Freire (2002) configura um testemunho de como o diálogo é imprescindível à aprendizagem.

A partir da visão dessas observações, entende-se que o professor que se identifica com uma postura epistemológica construtivista cria espaço para o desenvolvimento de pesquisa e elaboração de questionamentos em sala de aula,

manifestando flexibilidade e tolerância em suas ações pedagógicas.

Além disso, na concepção da educação pela pesquisa, o aluno passa a ser o centro, o sujeito. Ao mesmo tempo, o professor ocupa o terreno do orientador, sendo este o responsável por propiciar que o aluno seja o sujeito e o centro do processo ensino-aprendizagem. Logo, o educador não é mais o único detentor do conhecimento e se coloca como pesquisador e orientador junto a seu aluno.

Ainda sobre a tese de educação pela pesquisa, interessa notar que o aluno é liberado da passividade (DEMO, 2000a). Mesmo porque, a sua intervenção direta no processo formativo favorece a construção e inter-relação de conceitos, permitindo uma melhor conexão entre os conhecimentos trabalhados em sala de aula e aqueles adquiridos em seu dia a dia.

Torna-se premente assumir, definitivamente que a melhor maneira de aprender não é escutar aula, mas pesquisar e elaborar com mão própria, sob orientação do professor. Não é mister combater a aula, mas esta mantém apenas a função de promover pesquisa e elaboração própria (DEMO, 2000b, p. 85).

Desse modo, compreende-se que atividades de investigação requerem que o aluno construa questionamentos sobre aquilo que pretende conhecer e criar, assim como sobre as formas de argumentar.

Por fim, não se pode deixar de considerar que a abordagem experimental apresentada nesta pesquisa reflete, de alguma maneira, a atividade científica. Até porque, segundo Séré, Coelho e Nunes (2003, p. 41), ao diversificar as atividades e as abordagens, atribuindo-lhes uma conotação voltada para atividades científicas, cria-se, no aluno, uma nova motivação e um novo interesse para as atividades experimentais. Como exemplo, pode pensar que a construção e aplicação de um objeto técnico (no caso, uma balança analítica) são atividades que refletem a atividade científica, pois se aproximam da coerência do modo de fazer ciência, favorecendo a aprendizagem não somente de aspectos de ordem cognitiva, mas também de métodos e de atitudes. Essa relação de aproximação pode ser caracterizada por uma prática social de referência. Este conceito, por sua vez, foi criado por Martinand (1986 *apud* ASTOLFI; DEVELAY, 2002) e enfatiza a importância de se assumir, como referência, atividades sociais para o desenvolvimento de atividades escolares. Seguindo esta orientação, tem-se como

referência, aqui, a atividade científica.

Na certeza de que as discussões encaminham-se de modo satisfatório para o alcance de nossos objetivos, chega-se ao momento de analisar o material e o método utilizados nesta pesquisa. Para isso, o próximo capítulo se apresenta.

5 MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho, serão utilizados alguns episódios e quadrinhos do desenho animado do Tintim, da série **As Aventuras de Tintim** (no original francês, **Les aventures de Tintin**), criada, em 1929, pelo autor belga Georges Prosper Remi, mais conhecido como Hergé. O herói das séries é o personagem epônimo Tintim, um jovem repórter e viajante belga. Ele é auxiliado em suas aventuras desde o início por seu fiel cão Milu (*Milou*, em francês). Os dois apareceram pela primeira vez em 10 de janeiro de 1929, no *Le Petit Vingtième*, um suplemento do jornal *Le Vingtième Siècle* destinado ao público infantil. Mais tarde, o elenco foi expandido com a adição do Capitão Haddock, entre outros personagens pitorescos.

Pretende-se utilizar os seguintes episódios e quadrinhos: Rumo à Lua – Partes I e II, datadas de 1953; Explorando a Lua – Partes I e II, criadas em 1954, que tratam sobre o lançamento de um foguete tripulado à Lua. Por meio das datas das revistas, podemos verificar que foram escritas antes mesmo de o homem ter ido à Lua, em 20 de julho de 1969. Apesar disso, ao lê-las, percebe-se que são muito ricas em detalhes, como os testes das roupas utilizadas pelos astronautas, os pormenores apresentados a respeito da construção do foguete, além dos cálculos necessários para o mesmo chegar até a Lua, uma observação importante a ser feita a respeito dos desenhos animados e das revistas em quadrinho da série As aventuras de Tintim, e que eles possuem várias cenas e situações que podem ser utilizadas para o Ensino de Física e de outras disciplinas.

Cabe explicar, ainda, que esses desenhos escolhidos foram adquiridos em formato de DVD, por oferecer uma melhor qualidade de imagem e áudio, além de sua maior resistência ao tempo. Assim, foram utilizados dois DVD, os quais podem ser vistos tanto em um computador quanto em um aparelho de DVD.

Reforçando, agora, em seu contexto de análise, afirma-se que o objetivo da utilização do material em questão é, principalmente, motivar os alunos ao estudo do conteúdo. Para tanto, o desenho lhes será exibido por meio de uma televisão de 42 polegadas na sala de vídeo da escola. Como demanda técnica, o televisor será ligado a um computador através de um adaptador de vídeo, de maneira que seja repassada a imagem do computador para o televisor.

Entretanto, o conteúdo, em uma turma, será abordado de forma tradicional,

sem esse aparato tecnológico. De modo inverso, em outra sala, o mesmo assunto será tratado com o auxílio dos desenhos animados e das revistas em quadrinhos do Tintim, juntamente com os instrumentos supracitados.

Nessas circunstâncias, os desenhos serão exibidos, primeiramente, em uma das turmas. Após a exibição completa, o professor voltará às cenas principais, sendo as que mostram o tema já selecionado anteriormente. Além disso, o educador utilizará revistas em quadrinhos, possibilitando ao aluno o contato com a história também em meio impresso. A partir daí, sua função é coordenar uma discussão entre os atores em sala de aula, seguida de debate. No próximo momento, sistematizará essa discussão com uma aula expositiva. Por último, os alunos deverão resolver alguns exercícios sobre o tema que foi abordado.

Como previsão, estima-se que sejam utilizadas duas aulas de 50 minutos para a exibição dos desenhos, já que cada um deles possui a duração de, aproximadamente, 23 minutos. Na sequência, outras três aulas, também de 50 minutos cada, serão realizadas. Na primeira, o professor distribuirá para os alunos as histórias em quadrinhos referentes aos desenhos animados que foram exibidos. Estando em grupos, os alunos poderão observar e analisar as situações físicas que serão discutidas e trabalhadas pelo professor. Na segunda aula, o professor, em conjunto com os alunos, discutirá os temas abordados nos desenhos e nas revistas. Finalmente, na terceira aula, será aplicado a esses alunos um questionário, contendo quatro perguntas sobre os conhecimentos e assuntos da disciplina Física tratados nas aulas anteriores, além de uma questão sobre o que acharam do uso dos desenhos e das revistinhas durante as aulas.

Já na outra turma, as aulas serão, essencialmente, teóricas, do tipo exposição oral. Com a lousa, exemplos de situações cotidianas referentes ao conteúdo de inércia serão, oralmente, dados e explicados aos alunos. Espera-se que sejam gastas duas aulas para a explicação do conteúdo. Em seguida, será necessária uma aula para que o professor discuta com os alunos os principais temas. Na quarta aula, lhes será aplicado o mesmo questionário da outra turma, contendo quatro questões relacionadas à inércia, porém sem a última questão opinativa sobre o uso dos desenhos.

Falta esclarecer, ainda, que o trabalho será desenvolvido na escola particular Abgar Renault, localizada no bairro Glória, em Belo Horizonte, em duas turmas do primeiro ano do ensino médio. A turma em que o desenho será utilizado possui 21

alunos (primeiro ano A), enquanto a outra, que a ele não terá acesso, possui 20 alunos (primeiro ano B).

Assim sendo, passemos para o capítulo seguinte, quando se tem em foco a elaboração e aplicação da proposta.

6 ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DA PROPOSTA

Inicialmente, foi feita a seleção de alguns desenhos animados que continham cenas sobre o assunto Inércia. Nesta oportunidade, escolheram-se os desenhos do TinTim, por terem sido considerados como aqueles que apresentam maior proximidade com as situações reais, além de serem os mais coerentes com as situações físicas e, também, por estarem em formato DVD e de revista em quadrinho, recursos utilizados e defendidos neste trabalho.

De modo mais específico, foram escolhidos os desenhos e as revistas em quadrinhos 'Rumo à lua' I e II, além de 'Explorando a Lua' I e II. Faz-se o registro de que as revistas e os DVD, contendo os desenhos animados, foram adquiridos através de um *site* de venda de livros.

Em termos práticos, é fundamental relatar que os desenhos foram assistidos na íntegra. Cada episódio, como já comentado, possui uma duração aproximada de 23min. Da mesma maneira, as revistas em quadrinhos foram, completamente, lidas, totalizando cerca de 62 páginas. Nesta etapa, as cenas e os quadrinhos mais importantes, referentes ao assunto em vista, foram selecionados, anotando-se os instantes de tempo do desenho em que cada cena começa e termina. Teve-se, ainda, o cuidado de, durante a edição, selecionar os trechos que englobassem um sentido e tivessem continuidade, e não apenas cenas e situações isoladas. O mesmo processo foi realizado com as revistas em quadrinhos.

Com essa seleção de cenas dos desenhos animados, e das revistas em quadrinho, torna-se possível que o professor utilize apenas os trechos de maior importância para dar aula.

Apresentamos, a seguir, a cartilha (manual), contendo os tempos das principais cenas, a descrição das mesmas, além do conteúdo de Física que pode ser trabalhando em cada uma das situações, o mesmo foi feito com as revistas em quadrinho, destacando as páginas e quadrinhos principais e também o tema relacionado à Física que pode ser abordado por cada uma delas.

Cartilha – Manual

Principais cenas dos desenhos animados – Rumo a Lua I e II e Explorando a

Lua I e II. Foram definidos da seguinte forma, com os seus respectivos intervalos de tempo nos discos.

Rumo à Lua I

- 16min a 18min 35s – Protótipo do foguete é enviado à Lua, para que sejam feitos os últimos cálculos e acertos no foguete tripulado antes do lançamento.

Rumo à Lua II

- 3min 32s a 5min 40s – Testes da roupa espacial, que será utilizada durante a viagem à Lua. Em um primeiro momento, é discutido o porquê de a roupa espacial ter que ser tão pesada. São executados testes de redução de pressão até atingir uma situação de vácuo, como também é verificado se a roupa espacial suporta baixas temperaturas. (Nesse momento, o professor poderá levantar discussões sobre diferenças de gravidade entre a Terra e a Lua. Além disso, poderá discutir a diferença entre massa e peso).
- 18min 05s a 22min 08s – Lançamento do foguete tripulado à Lua.

Explorando a Lua I;

- 2min 40s a 3min – O foguete tripulado adquire velocidade suficiente e atinge a distância para se livrar do campo gravitacional da Terra;
- 5min 40s a 8min 14s – Os motores são desligados por acidente, quando, então, acontece a “ausência” da gravidade. (Nesse momento o professor poderá falar sobre a influência da gravidade sobre o peso dos corpos).
- 8min 38s a 13min 45s – Capitão sai do foguete e é atraído pelo asteroide Adônis; o foguete também é atraído pelo asteroide, sendo obrigado a religar os motores para escapar do campo gravitacional do asteroide (Nessa parte o professor pode introduzir o conceito de inércia, começando a discutir os referências inércias e não inerciais).
- 15min 30s a 18min 28s – Os motores do foguete são desligados para que ele possa descer à Lua;
- 20min 20s a 21min 42s – A tripulação caminha na lua e discute a

diferença da gravidade entre a Terra e a Lua. (Mais um vez poderá ser discutido pelo professor a diferença de gravidade existente entre a Terra e a Lua).

Explorando a Lua II

- 12min a 13min 40s – Decolagem do foguete, de volta para a Terra. (O professor poderá retomar a partir desse momento alguns assuntos que já foram tratados nas cenas anteriores).
- 17min 30s a 17min 54s – Reversão do motor para descer a Terra.
- 19min 30s a 21min 12s – Aterrissagem do foguete na Terra.

Já nas revistinhas em quadrinho, os quadrinhos selecionados foram:

Rumo a Lua I e II

- Página 34 – Quadrinhos 13 e 14.

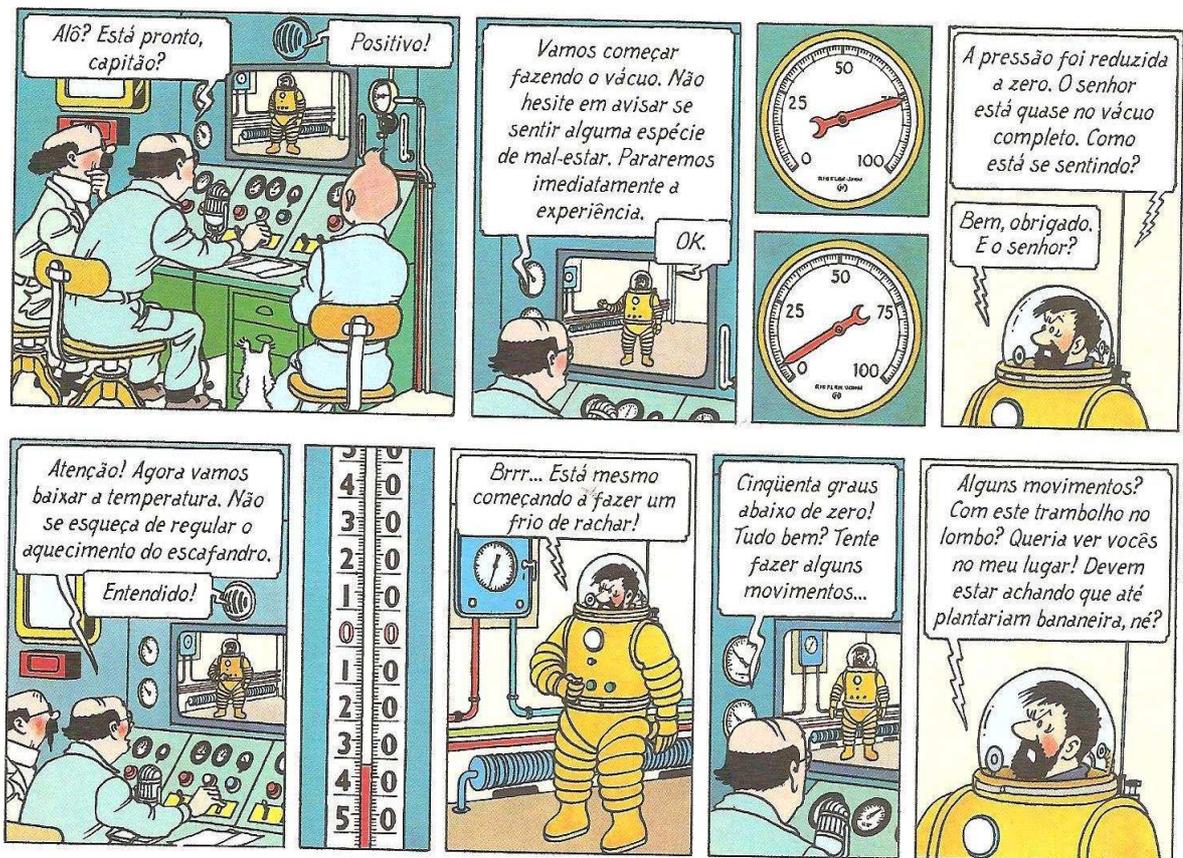
É apresentado a Tintim e seus amigos o projeto de construção do foguete.



- Página 36 – Quadrinhos 8 e 9.
- Página 37 – Quadrinhos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10.

Nas páginas 36 e 37 são realizados os testes da roupa espacial, que será utilizada durante a viagem à Lua. Em um primeiro momento, é

discutido o porquê de a roupa espacial ter que ser tão pesada. São executados testes de redução de pressão até atingir uma situação de vácuo, como também é verificado se a roupa espacial suporta baixas temperaturas (Nesse momento o professor poderá levantar discussões sobre diferenças de gravidade entre a Terra e a Lua, além disso, poderá discutir a diferença entre massa e peso).



- Página 44 – Quadrinhos 1, 4, 5 e 11.

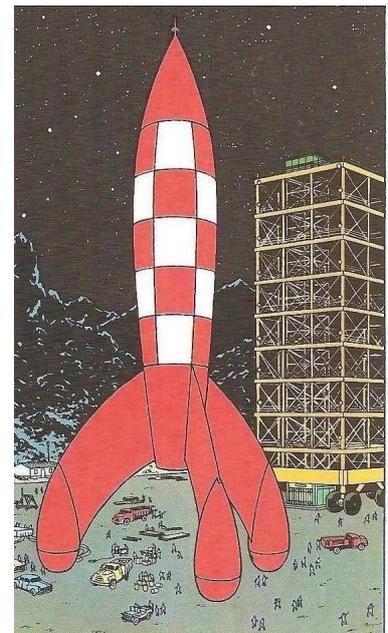
Tintim e seus amigos são levados pelo professor Girassol para conhecer as instalações do foguete. Entre elas estão o posto de pilotagem, os reservatórios de oxigênio e comida, o laboratório e uma cabine que serve, ao mesmo tempo, de quarto de dormir, cozinha e sala de refeições.

- Página 50 – Quadrinhos 9 e 10.
- Página 51 – Quadrinho 5 e 11.

Nas páginas 50 e 51 os últimos ajustes são feitos no foguete, e nas roupas espaciais, e finalmente o projeto da construção chega ao fim.

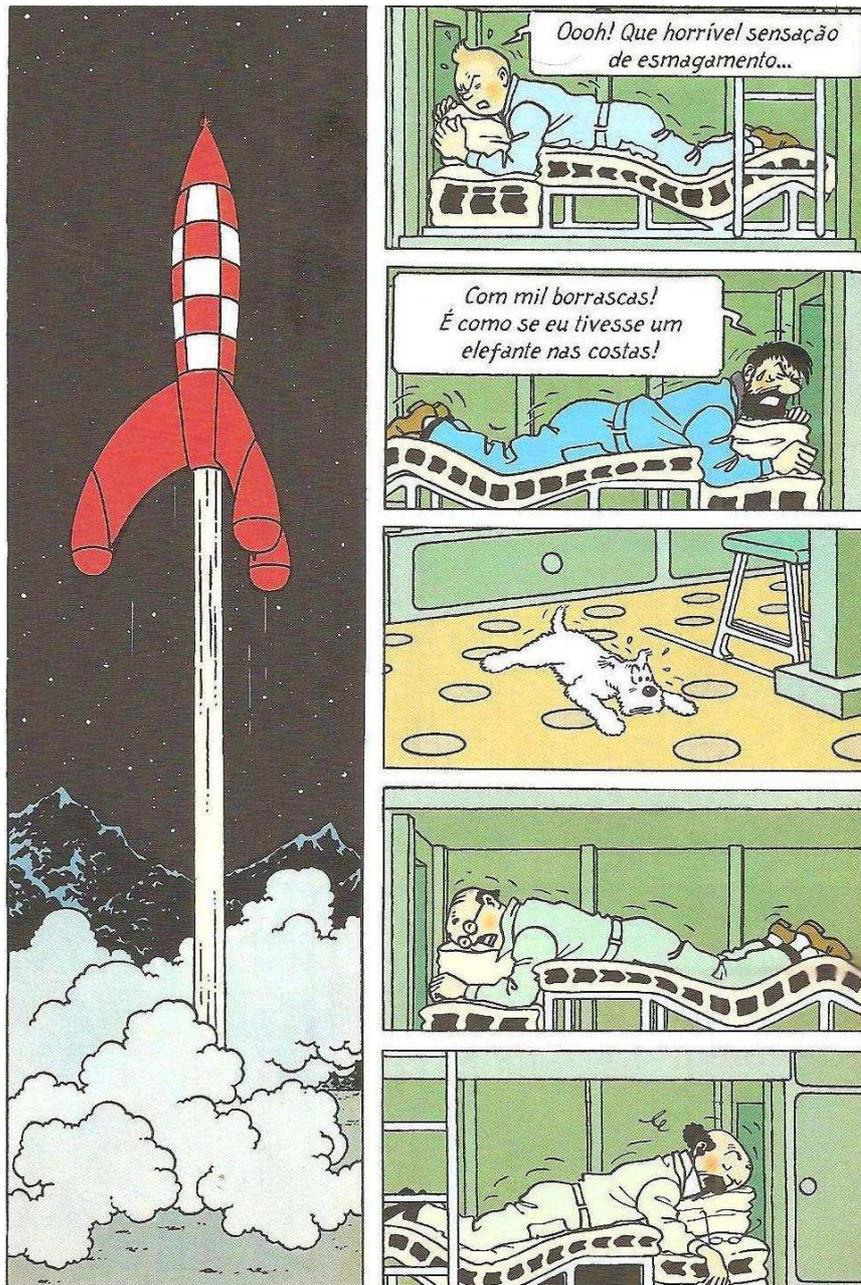
- Página 55 – Quadrinhos 14 e 15.
- Página 56 – Quadrinhos 2 e 3.
- Página 57 – Quadrinho 7.
- Página 58 – Quadrinhos 1, 2, 7 e 8.

Nas páginas 55, 56, 57 e 58 Eles comemoram o término da construção do foguete. Chega o grande dia, Tintim e seus amigos se preparam para o embarque no foguete. Os últimos ajustes são feitos para o lançamento e a comunicação entre a tripulação e o centro de comando são testados.



- Página 59 – Quadrinhos 13 e 14.
- Página 60 – Quadrinhos 2, 3, 4, 5, 6, e 7. Nas páginas 59 e 60 todos os tripulantes estão devidamente acomodados, finalmente o foguete é

lançado. A tripulação tem uma sensação horrível de esmagamento, enquanto o foguete sobe, e isso faz com que todos desmaiem. Essa sensação de esmagamento é provocada pela aceleração produzida pelo foguete. (Nesse momento o professor pode falar a respeito do conceito de aceleração e força).



Explorando a Lua I e II

➤ Página 2 – Quadrinhos 1, 6, 10 e 11.

Após passarem, por um período de tempo, desacordados, os tripulantes começam a recobrar a consciência e são informados de sua posição e trajetória, por meio do centro de comando.

- Página 4 – Quadrinhos 3 e 6. O professor Girassol convida toda a tripulação para poder ver a Terra a mais de 10.000 quilômetros através de um periscópio. A viagem corre bem.



- Página 5 – Quadrinhos 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 16.

Página 6 – Todos os quadrinhos dessa página.

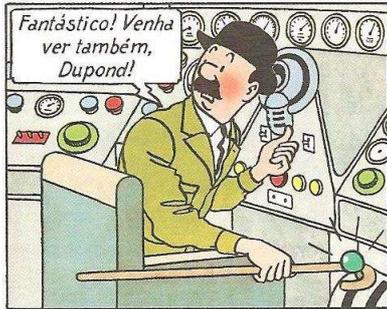
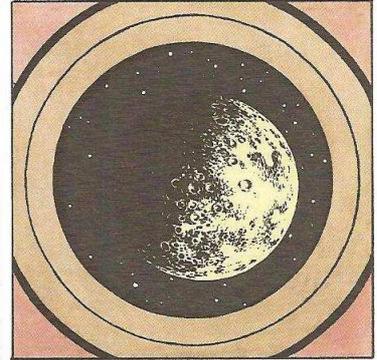
Dupond convida Dupont para observar a Lua, e, sem querer, encaixa a sua bengala no painel de controle e desliga o motor atômico, que é o responsável por produzir a aceleração constante necessária para criar dentro do foguete uma espécie de gravidade artificial. Era ela que permitia a tripulação andar pela cabine, como se estivesse na Terra, e ao desligar o motor atômico, toda a gravidade foi suprimida e, por isso, os tripulantes passaram a flutuar. Todos os tripulantes ficam flutuando até que o motor atômico é religado e a gravidade é restabelecida e tudo volta ao normal. (Nesse momento pode ser trabalhado com os alunos o conceito de ausência de gravidade e referencial com a seguinte discussão, é possível fisicamente os corpos flutuarem ou eles estão sempre caindo em relação a um referencial).



Sente-se e observe. Lá está a Lua, em todo o seu esplendor!



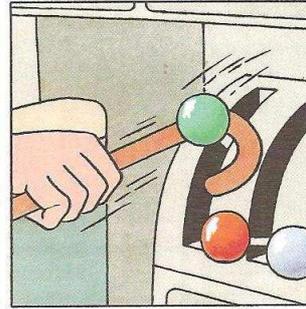
O quê! É isto aí a Lua? Esta bola enorme, cheia de burachinhos?



Fantástico! Venha ver também, Dupond!



Cuidado! A bengala ficou presa! Não puxe, pelo amor de Deus!



No mesmo instante, no andar de baixo...

Sa... saúde... pr... pra v-vocês a... aí em ci-cima!



Essa é b-b-boa! Meu u... meu uísque vi-virou uma bo-bolha... Não é po-po... po-possível, ora! Se-será que já be... be... bebi dem-m-mais?



Anda, uísssque! Che-che-chega de brinca-de-deiras! Já pro c-c-copo!



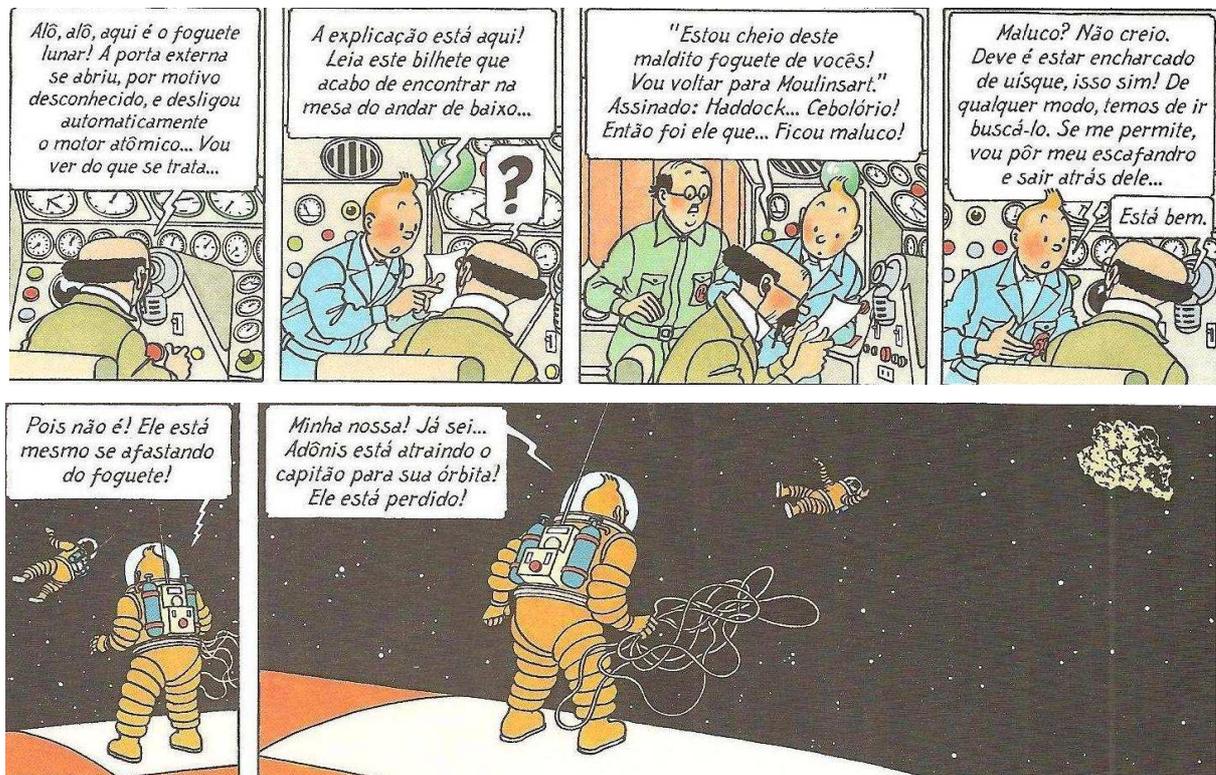
M-m-muito ou p-p-pouco, uísque que se pre... preze não se comp-p-porta assim!... Anda... já de volta pro c-c-copo!

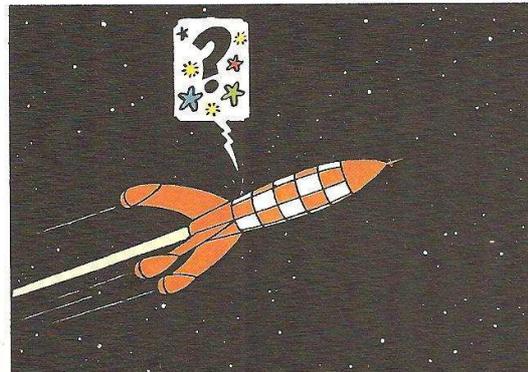


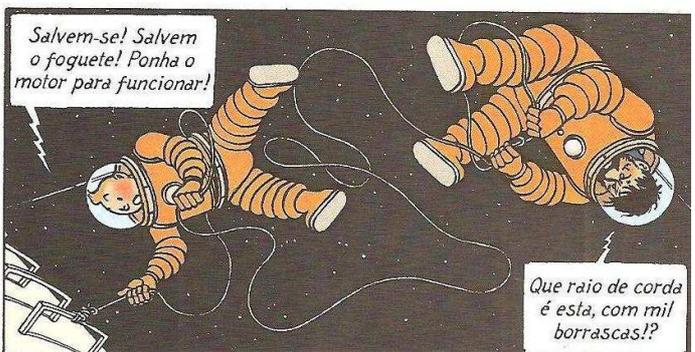
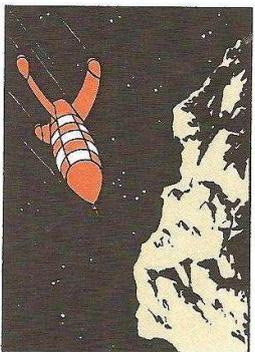
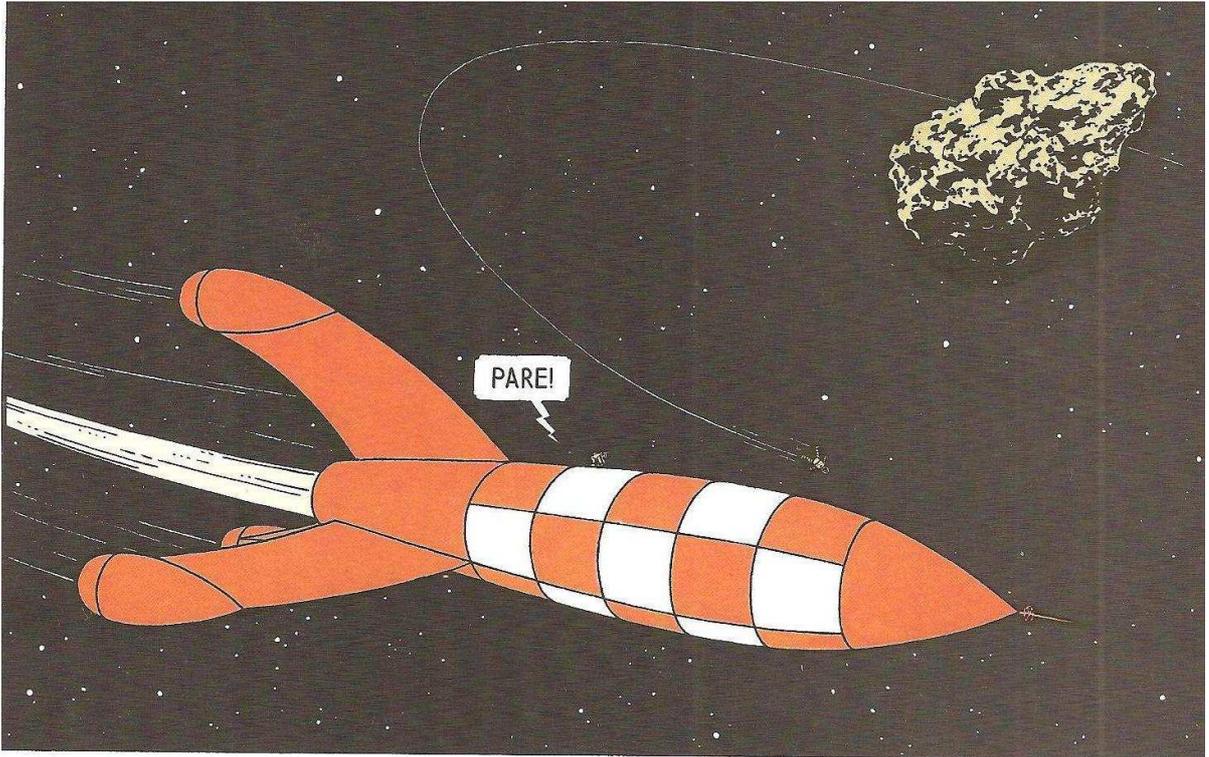
- Página 8 – Quadrinhos 1, 2, 3 e 4, 10 e 11.
- Página 9 – Quadrinhos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10.
- Página 10 – Todos os quadrinhos dessa página.

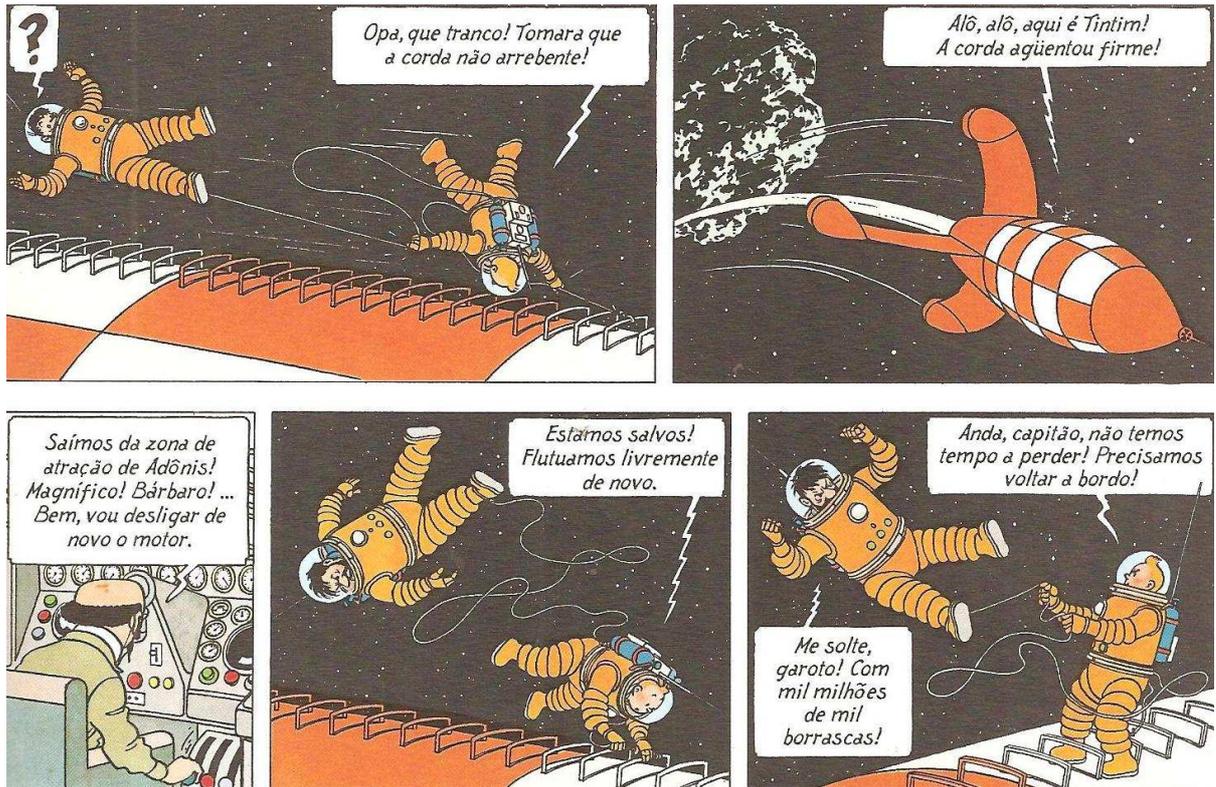
➤ Página 11 – Quadrinhos 1, 2, 3, 4, 5.

Nas páginas 8, 9, 10 e 11, o professor Girassol percebe a presença de um asteroide chamado Adônís que é uma grande massa rochosa de uns 700 metros de diâmetro. Enquanto isso, o Capitão Haddock fica bêbado e resolve sair do foguete. Então, Tintim avisa que vai sair do foguete para poder salvá-lo. Tintim tenta laçar o Capitão, porém ele se distancia cada vez mais do foguete, pois está sendo atraído para a órbita do asteroide Adônís, e começa a orbitar o asteroide. Tintim amarra-se em um degrau da escada, que fica por fora do foguete, então o professor Girassol liga o foguete para ir em direção ao Capitão, e Tintim sente um violento tranco, porém consegue se agarrar a escada e, então, laçar o Capitão. O professor liga novamente o foguete, Tintim e o Capitão são jogados para trás, mas a corda que os estava segurando suporta o tranco e não arrebenta, fazendo com que Tintim e o Capitão voltem a salvos para dentro do foguete. (Nessa parte o professor pode introduzir o conceito de inércia, começando a discutir os referências inércias e não inerciais).









➤ Página 16 – Quadrinhos 3, 4, 5, 6, 7 e 8.

➤ Página 21 – Quadrinhos 1 e 4.

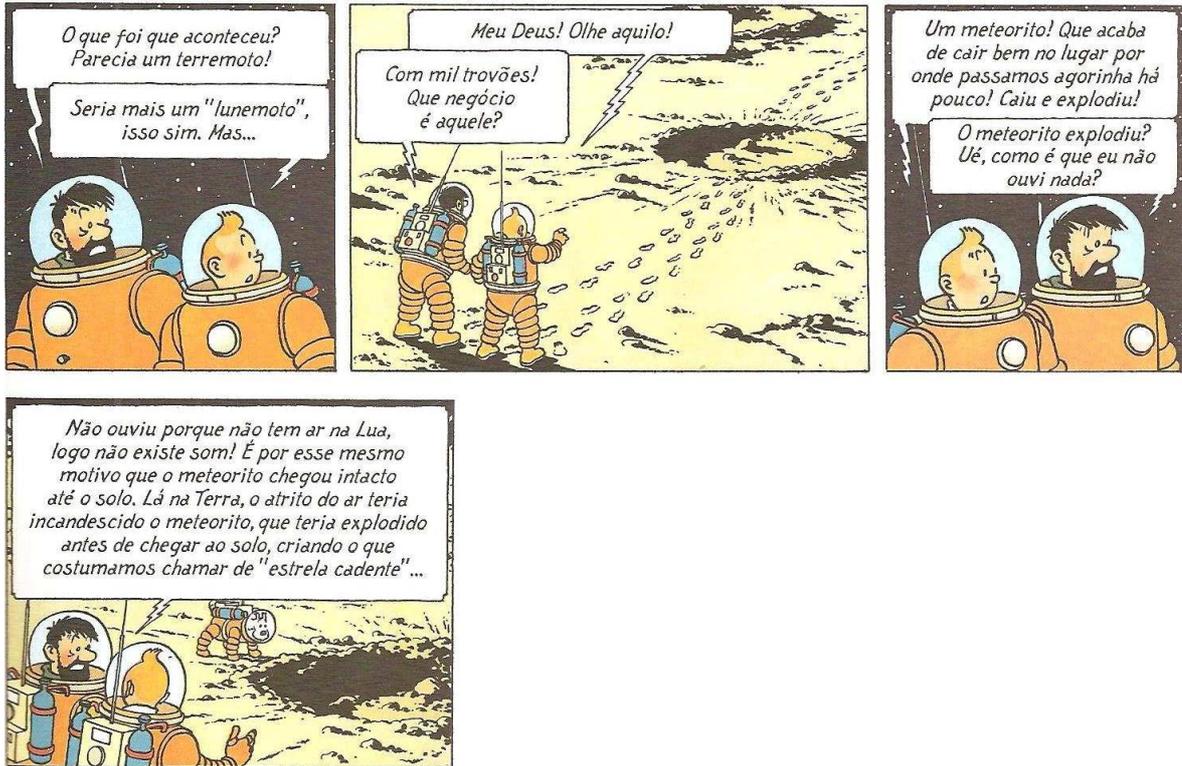
Nos quadrinhos 16 e 21 o professor Girassol explica para o Capitão Haddock como será o procedimento de aterrissagem para que a descida na Lua seja bem tranquila. O foguete finalmente pousa na Lua.

➤ Página 25 – Quadrinho 4.

Nesse quadrinho Tintim é o primeiro homem a dar os primeiros passos sobre a Lua.

➤ Página 27 – Quadrinhos 1, 2, 3 e 4.

Tintim e o Capitão estão explorando o solo lunar quando derrepente um meteorito cai próximo a eles e explode, porém eles não podem ouvir, pois como não há ar na Lua, logo o som não pode se propagar.



- Página 32 – Quadrinho 4.
- Página 33 – Todos os quadrinhos dessa página.
- Página 34 – Todos os quadrinhos dessa página.
- Tintim sai junto com o Capitão Haddock para explorar a Lua, utilizando um tanque. Como o terreno lunar é bem acidentado, e Tintim está adaptando-se a pilotar o tanque, ele arranca e freia bruscamente várias vezes, fazendo com que, a todo o momento, o Capitão bata com a sua cabeça no vidro de proteção. (Esses quadrinhos permitem, mais uma vez, a discussão do tema Inércia).



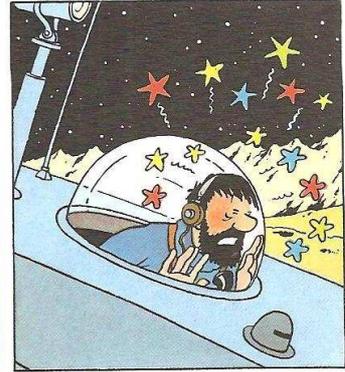
Com mil borrascas!
Não dava pra arrancar com
mais delicadeza?



Desculpe, capitão. Mas é
a primeira vez que eu piloto um
troço destes!



Não acha que já melhorei um bocado?
Já estou me acostumando com esta engenhoca!



Ei, Tintim... é um tanque o que você está dirigindo,
e não uma motoneta, com mil trovões! Tem mais:
estamos na Lua, e não numa rodovia asfaltada!

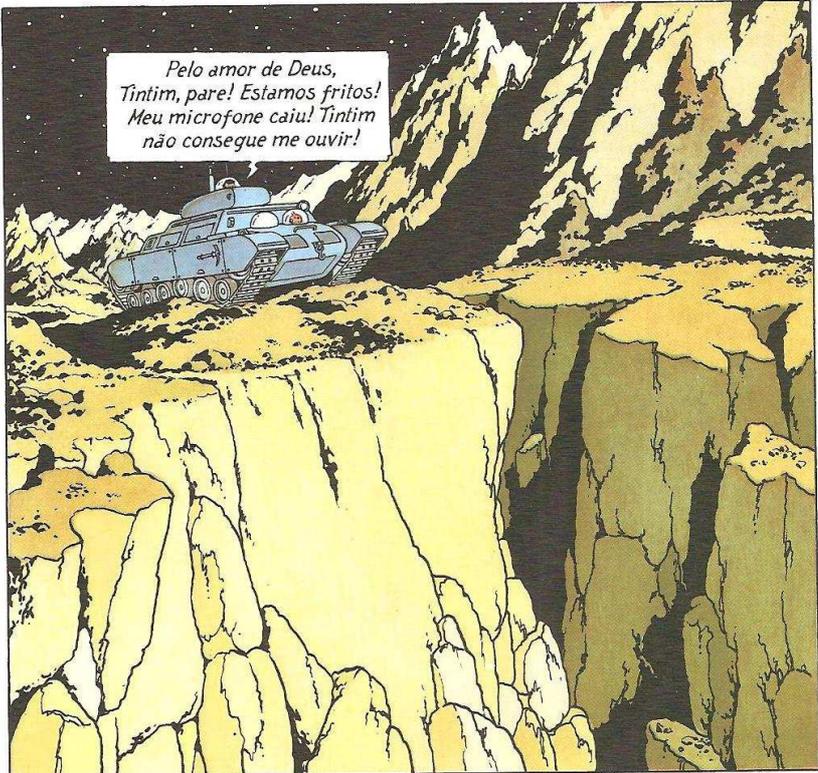
Estou fazendo
o melhor que
posso, mas...



Cuidado agora!
Segure firme!



Alô, aqui é Tintim.
Tirando os solavancos,
tudo correndo bem.



Pelo amor de Deus,
Tintim, pare! Estamos fritos!
Meu microfone caiu! Tintim
não consegue me ouvir!



Com mil borrascas! Se esta joça fosse
um táxi, eu teria descido faz tempo!



CRUZES!



TRECHO DO DIÁRIO DE BORDO DO PROF. GIRASSOL

6 de junho - 13h40 (hora terrestre)
 - Esta manhã entrará para os anais da ciência. Conseguimos medir diretamente a constante das radiações solares e estabelecer com precisão os limites do espectro solar no ultravioleta. Há exatamente uma hora, às 12h35, Wolff, o capitão, Tintim e Milu partiram no carro para uma expedição de reconhecimento, na direção do círculo Ptolomeu.



➤ Página 36 – Quadrinhos 15 e 16.

➤ Página 37 – Quadrinhos 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7.

Nas páginas 36 e 37 Tintim e o Capitão Haddock encontram uma caverna lunar e resolvem explorá-la.

➤ Página 50 – Quadrinhos 1, 2, 3, 4 e 5.

Finalmente, TinTim e seus amigos concluem a sua jornada na Lua e decolam de volta pra Terra, concluindo, desta forma, mais uma de suas aventuras.

Depois de serem feitas a marcação de tempo e a seleção dos episódios mais importantes, foi elaborado o planejamento do número de aulas necessárias para: apresentação dos desenhos; leitura das histórias em quadrinhos; discussão dos alunos, em grupo, sobre os temas abordados; e discussão dos alunos em conjunto com o professor.

O tempo foi distribuído em aulas com duração de 50 minutos cada. Assim, na sala onde os alunos tiveram contato com os desenhos e com as histórias em quadrinhos, 2 aulas foram utilizadas para a apresentação dos desenhos; 1 aula foi disponibilizada para que eles pudessem ler as revistas em quadrinhos; 2, para a discussão dos principais temas, primeiro, entre os alunos e, depois, com o professor; finalmente, 1 aula para responder ao questionário, o que foi feito por 19 dos 21 alunos.

Na outra sala, onde os alunos não tiveram contato com os desenhos animados nem com as histórias em quadrinhos, foram utilizadas 2 aulas para a explicação dos principais temas; 1 aula para a discussão dos alunos, juntamente com o professor; e 1 aula para responder ao questionário, preenchido por 19 dos 20 alunos.

É oportuno ressaltar que as questões do questionário incidem sobre os principais conceitos que o aluno deve saber sobre Inércia. Na construção das questões, foram utilizados quadrinhos de outros desenhos, discutindo situações diferentes das situações dos desenhos do TinTim, embora consigam provocar a mesma discussão verificada com os desenhos animados e quadrinhos do próprio Tin Tim. Então, atuaram como enriquecedores dos trabalhos realizados.

No próximo capítulo, visto que a proposta já foi apresentada e executada, percebo a oportunidade de realizar uma análise sobre os dados obtidos, de modo a descrevê-los e, ao mesmo tempo, fazer possíveis interpretações.

7 DESCRIÇÃO, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Para a organização dos dados coletados, utilizou-se o método da pesquisa qualitativa. Assim, os resultados são apresentados com a intercalação de alguns depoimentos dos alunos e, também, com a utilização de gráficos. Não se pode perder de vista, ainda, que os dados foram interrelacionados, analisados e discutidos mediante revisão de literatura⁴.

É importante salientar que o questionário que foi entregue aos alunos contendo na íntegra todas as perguntas e desenhos utilizados, encontra-se no Apêndice A. Foi feita também uma revisão sobre o tema Inércia que pode ser consultado no Apêndice B.

A primeira questão avaliou se os alunos sabiam explicar, pelo princípio da Inércia, a situação descrita no quadrinho que ilustra a questão, no qual uma menina (Clotilde) está brincando em um balanço preso a um galho de árvore, quando surge um menino (Tião) por trás e empurra a menina. Esta ação do menino sobre a menina e o balanço faz com que ela caia. A figura abaixo refere-se a esta passagem.

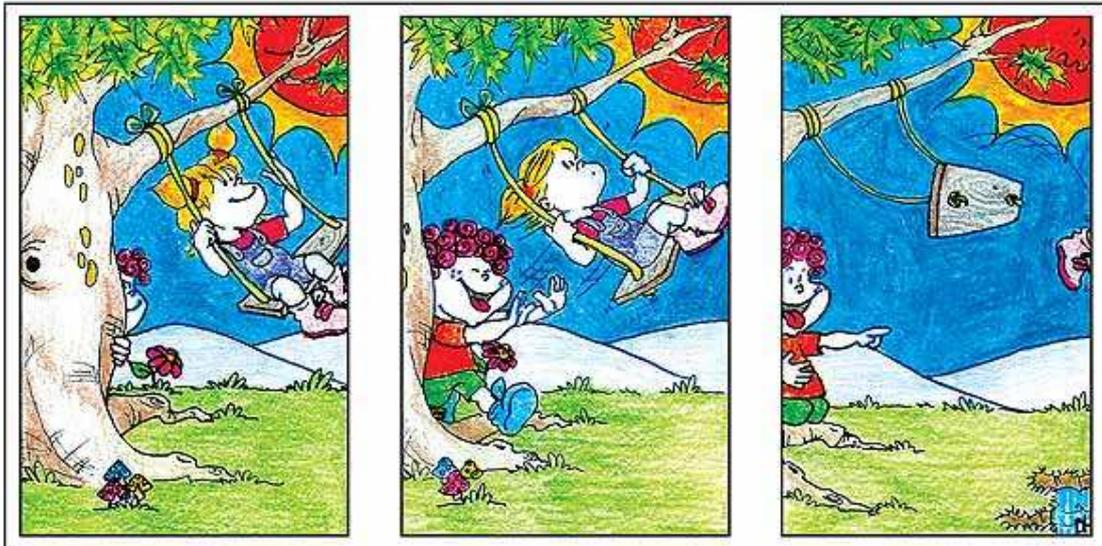


Figura 1: Quadrinho utilizado na primeira questão.

Fonte: CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS. Tirinha nº5 de física, 2010a.

⁴ Transcrevemos as respostas dos alunos das turmas primeiro A e primeiro B, obtidas por meio do questionário. Foram feitas, apenas, algumas correções gramaticais, para possibilitar um maior entendimento.

Na turma primeiro A, dentre 19, 15 alunos trazem para a resposta, uma maior quantidade de atributos do conceito de inércia, na tentativa de explicar e justificar a resposta. O restante respondeu incorretamente. No que se refere à turma primeiro B, dos 19 que responderam ao questionário, 10 formularam respostas próximas do que poderia ser considerado correto, embora suas justificativas e explicações possuam um nível de informação bem inferior ao das respostas dadas pela turma A. Os 9 alunos restantes responderam equivocadamente.

Apresento, agora, uma resposta exemplar para a solução da questão: *Tião empurrou a menina e fez com que ela adquirisse grande quantidade de movimento. No intervalo de tempo considerado pelos quadrinhos após o empurrão, as forças externas à menina, que são o balanço e o peso, não conseguem modificar significativamente a quantidade de movimento, que é uma grandeza que tende a se conservar, estando, portanto, relacionada à inércia.*

O gráfico abaixo ilustra essas considerações.

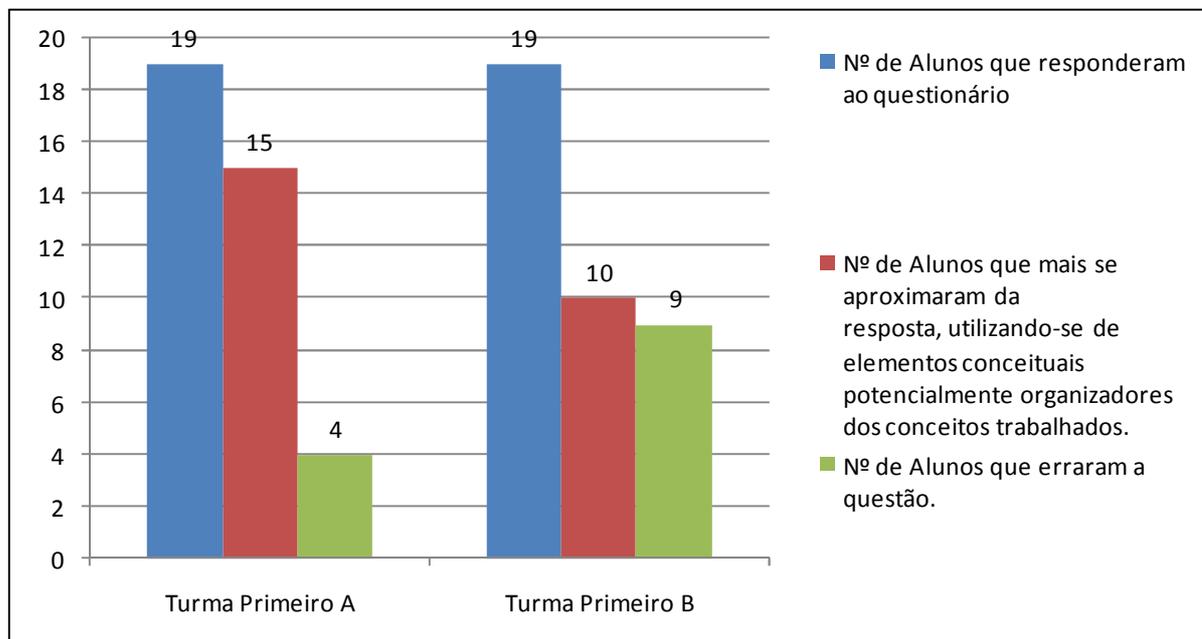


Gráfico 1 – Representação gráfica comparativa das turmas A e B, referente à primeira questão.

Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

Com o objetivo de esclarecer melhor os dados representados neste gráfico, procederemos à comparação das respostas dadas pelos alunos das duas turmas, tendo como base o conceito de zona do desenvolvimento proximal, conforme

Vigotsky. Ou seja, serão levados em conta os elementos que permitem inferir a maior ou menor aproximação de um salto qualitativo nas respostas dadas pelos alunos no que diz respeito ao assunto tratado.

Respostas dos alunos da turma A:

- Aluno 1

“Clotilde estava em um certo tipo de movimento, quando Tião a empurra e a tira desse movimento e aumenta sua velocidade. Com isso, Clotilde é arremessada para frente, pelo fato de o balanço e a corda não darem conta de acompanhar esse movimento de Clotilde com aquela velocidade. Daí, Clotilde tende a permanecer no seu movimento e cai do balanço”.

- Aluno 2

“Pelo princípio da Inércia todo corpo que está em movimento permanece em movimento. Quando Tião empurra Clotilde com uma força maior que a que ela estava, ela tende a se locomover para fora do balanço”.

- Aluno 3

“Pelo principio da Inércia por ela (Clotilde) estar- se movimentando, ao ter uma força a mais, fez com que aumentasse sua velocidade, fazendo com que ela tendesse a permanecer em movimento, pois, ao ser empurrada, o balanço chegou a uma altura pela força, fazendo com que Clotilde fosse lançada para frente, caindo do balanço. Se ela estava em movimento, com uma forçinha a mais ela caiu”.

Respostas dos alunos da turma B:

- Aluno 1

“Os corpos tendem a manter seu estado de movimento ou repouso. Ela caiu porque uma força agiu sobre ela”.

- Aluno 2

“Todo corpo em repouso tende a permanecer em repouso, todo corpo em movimento tende a ficar em movimento. Como a menina estava em um movimento considerado constante, quando aparece uma outra força ela sai da sua inércia”.

- Aluno 3

“Ela cai do balanço porque, de acordo com o princípio da Inércia, um corpo que está em movimento tende a permanecer em movimento, enquanto um corpo que está parado tende a permanecer parado”.

A partir dessas respostas das duas turmas, foi possível verificar que os alunos da turma A conseguem discutir melhor a questão, elaborando de modo interessante suas respostas, com exemplos, inclusive. Em contrapartida, os alunos da turma B, mesmo aqueles que acertaram, apresentaram respostas curtas demais, sendo que a maioria delas apenas enunciava a Primeira Lei de Newton (Inércia), não conseguindo, portanto, criar discussões aprofundadas sobre o assunto, tal qual observado na outra turma.

Comparando essas respostas, podemos verificar, com clareza, que aquelas fornecidas pelos alunos da turma A são, consideravelmente, mais elaboradas e melhor discutidas.

Na segunda questão, os conceitos trabalhados são: peso, massa, aceleração da gravidade e referencial. Para tanto, é utilizado um quadrinho (Figura 2) em que duas personagens, Melissa e Gabriela, conversam sobre a possibilidade de perder peso, arrebatando-se a corda do elevador. Nesse sentido, a questão solicita que os alunos analisem o desenho da tirinha, refletindo sobre o diálogo das personagens, e, em seguida, representem, através de vetores, todas as grandezas físicas presentes na situação.

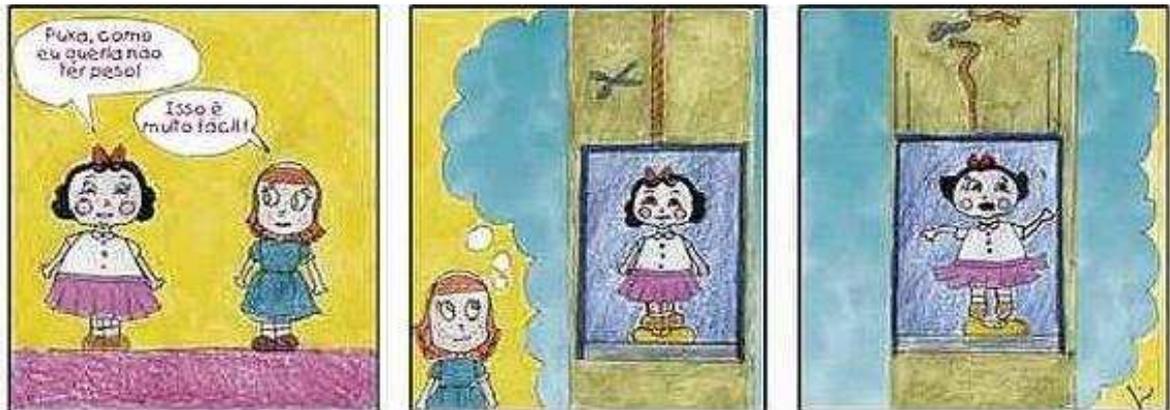


Figura 2: Quadrinho utilizado na segunda questão.

Fonte: CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS, Tirinha nº123 de física, 2010b.

Na turma primeiro A, das 19 respostas, 17 trazem para a resposta maior quantidade de atributos do conceito de peso, massa, aceleração da gravidade e referencial na tentativa de explicar e justificar melhor suas resposta, além de, como solicitado, desenharem os vetores, representando, assim, as grandezas físicas existentes. Os 2 restantes não souberam a resposta.

Quanto à turma primeiro B, dos 19 que responderam ao questionário, 10 formulam respostas próximas do que poderia ser considerado potencialmente mais rico, explicando suas respostas e, também, desenhando os vetores relativos às grandezas físicas envolvidas na situação, ainda que com alguns erros nesses desenhos. Assim como na questão anterior, os alunos que melhor buscaram justificativas próximas do correto a esta resposta, mesmo com justificativas, apresentaram informações, consideravelmente, reduzidas, quando comparadas às respostas dos educandos da turma A. Apenas como registro, nove alunos não acertaram a referida questão.

Em face disso, é possível sintetizar que a turma A consegue discutir melhor a questão, respondendo e desenhando os vetores ainda que não corretamente, mas elas já trazem para o campo conceitual esses elementos, dando exemplos e elaborando muito a resposta com maior riqueza. Por outro lado, na turma B, mesmo os 10 alunos que mais se aproximaram da resposta correta para a questão, apresentam respostas, em sua maioria, incipientes e com mais erros no desenho dos vetores. Então, novamente, não conseguiram realizar discussões aprofundadas sobre o assunto, como visto na turma A em ambas as situações.

Agora apresento uma resposta exemplar para a solução da questão: *A ideia de Melissa não está correta, pois Gabriela teria uma falsa sensação de estar mais leve, pois o que é possível medir com uma balança e o que a Gabriela sentiu é o que chamamos de peso aparente. Durante a queda, a gravidade não deixa de atuar sobre a massa de Gabriela, logo não há uma variação real no seu peso. Representação dos vetores do primeiro quadrinho: Peso \downarrow e Normal \uparrow , no segundo quadrinho: Peso \downarrow e aceleração \downarrow .*

O Gráfico 2 é apresentado para ilustrar essas observações.

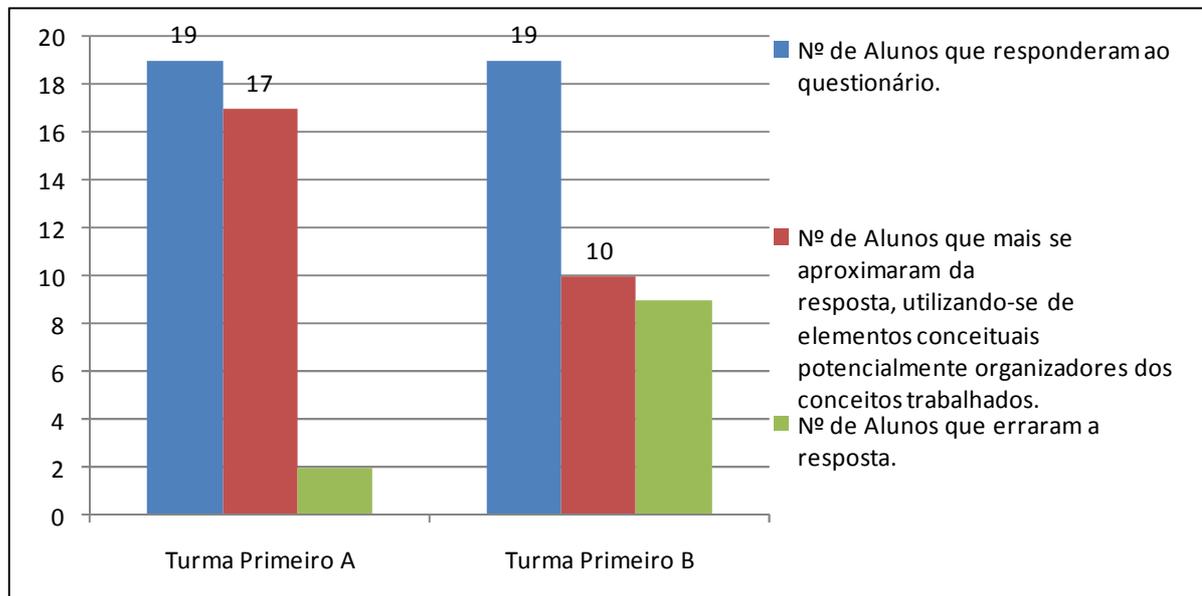


Gráfico 2 – Representação gráfica comparativa das turmas primeiro A e B, referente à segunda questão.

Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

Sempre num esforço de possibilitar o máximo de entendimento, vejamos as respostas concedidas pelos alunos das duas turmas para a segunda questão.

Respostas dos alunos da turma primeiro A:

- Aluna 1

“No segundo quadrinho, o elevador está parado, então só existe a força \vec{P} (peso) e a \vec{N} (normal)”.

“No terceiro quadrinho, o elevador vai cair, então, além das forças \vec{P} e \vec{N} existe aceleração para baixo”.

“A idéia de Melissa não dá certo porque o peso não diminui, e Gabriela teve a sensação de estar mais leve ao cair”.

- Aluno 2

“A ideia de Melissa não está correta, pois Gabriela só está caindo, a gravidade não acaba. As pessoas que estão vendo ou imaginando igual nos quadrinhos acham que a Gabriela, por exemplo, flutua e perde o peso, mas isso tudo não passa de informações erradas, pois a pessoa não flutua, somente cai em relação a um referencial”.

2º quadrinho: Vetores do peso ↓ e da normal ↑ em equilíbrio $\sum \vec{F}_R = 0$.

3º quadrinho: Vetores do peso ↓ normal ↑ e aceleração ↓

- Aluno 3

“Não funciona porque a gravidade não para de agir sobre ela. Para quem está fora, acha que ela não tem peso, que está flutuando, mas na verdade ela só está caindo”.

Respostas dos alunos da turma primeiro B:

- Aluno 1

“Porque ao elevador cair Melissa irá “flutuar” e ela acha que isso acontece porque está magra. Isso não funcionará, porque, na verdade, ela está caindo junto com o elevador e esta ausência de peso é momentânea”.

- Aluno 2

“Não. Ela não perderia peso com isso, só teria uma falsa sensação de estar mais leve. A gravidade não deixa de agir”.

- Aluna 3

“Porque ela não conseguiria perder peso (no caso massa) só de “cair” do elevador ela só tem a sensação de estar mais leve, pois ela está caindo junto com o elevador. $P = m \cdot g$ ”.

Tratando, agora, da terceira questão, vale dizer que ela discute, de forma mais detalhada, sobre o referencial. Sendo assim, o quadrinho utilizado mostra dois automóveis que estão se movendo, quando o passageiro de um deles resolve descer do carro ainda em movimento, por pensar que o veículo no qual se encontrava já estivesse parado. Neste cenário, a questão solicita que os alunos analisem qual foi o referencial utilizado pelo passageiro antes de descer do carro, se o carro em que ele se encontrava estava parado ou em movimento, e de acordo com que referencial. Os quadrinhos referentes a esta questão são os seguintes:

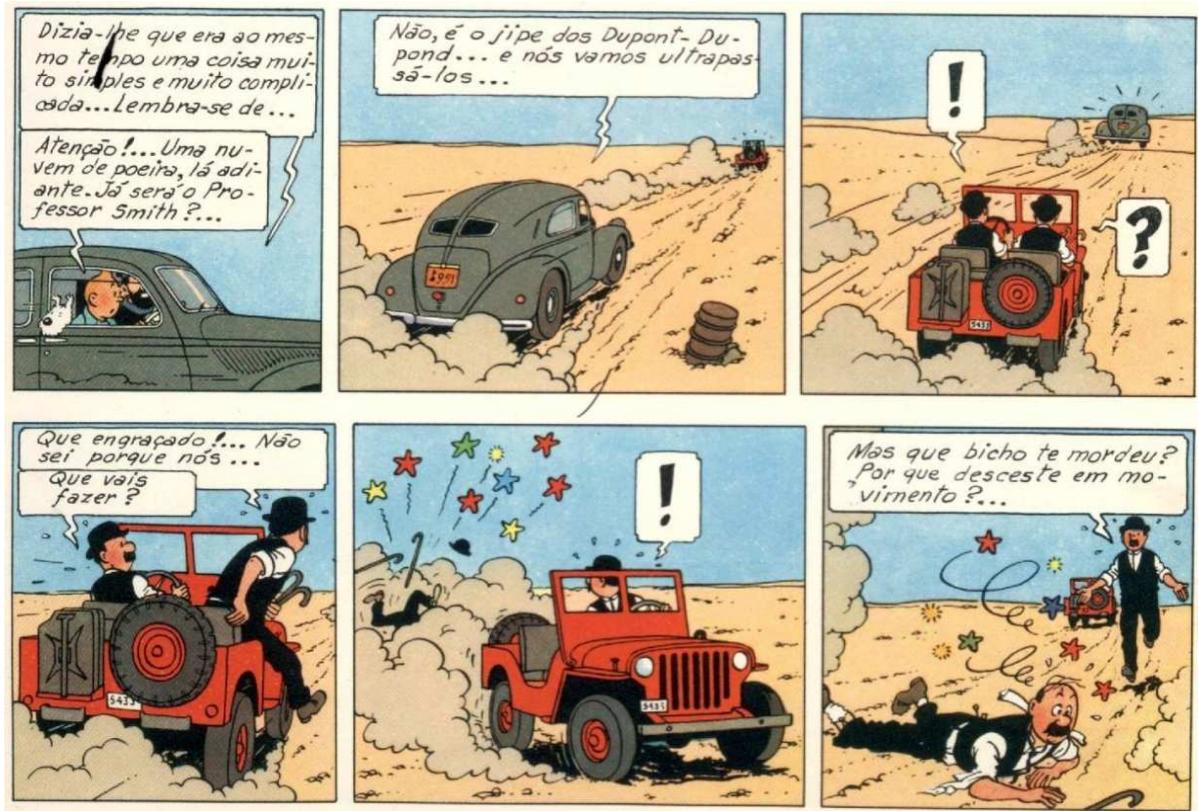


Figura 3: Quadrinho utilizado na terceira questão.
Fonte: Hergé - As Aventuras de Tintim, 2007.

Na turma primeiro A, dos 19 alunos que responderam, 10 trazem para a resposta maior quantidade de atributos do conceito de referencial, fornecendo uma resposta com justificativa bem fundamentada. Os outros 9 responderam equivocadamente. Na turma primeiro B, dos 19 que responderam, apenas 5 formularam respostas próximas do que poderia ser considerado correto, conseguindo formular uma boa justificativa. Os 14 restantes erraram a questão.

Por meio das respostas, constata-se que, nesta questão, os alunos do primeiro B tiveram bastante dificuldade para analisar e formular a resposta. Nessa

mesma linha, os alunos da turma primeiro A também apresentaram certa dificuldade, registrando respostas bastante curtas, sendo que boa parcela se complicou para estabelecer os referenciais.

Agora apresento uma resposta exemplar para a solução da questão: *O referencial utilizado por Dupont foi o próprio Jipe que estava se movendo com velocidade constante, pois pelas leis de Newton não é possível distinguir dinamicamente se o referencial está parado ou em movimento retilíneo uniforme, por isso Dupont teve a sensação de estar parado. O carro de Dupont estava em movimento, podemos utilizar um pequeno poste do quadrinho dois, como referencial.*

Vejamos o gráfico abaixo com os dados citados acima.

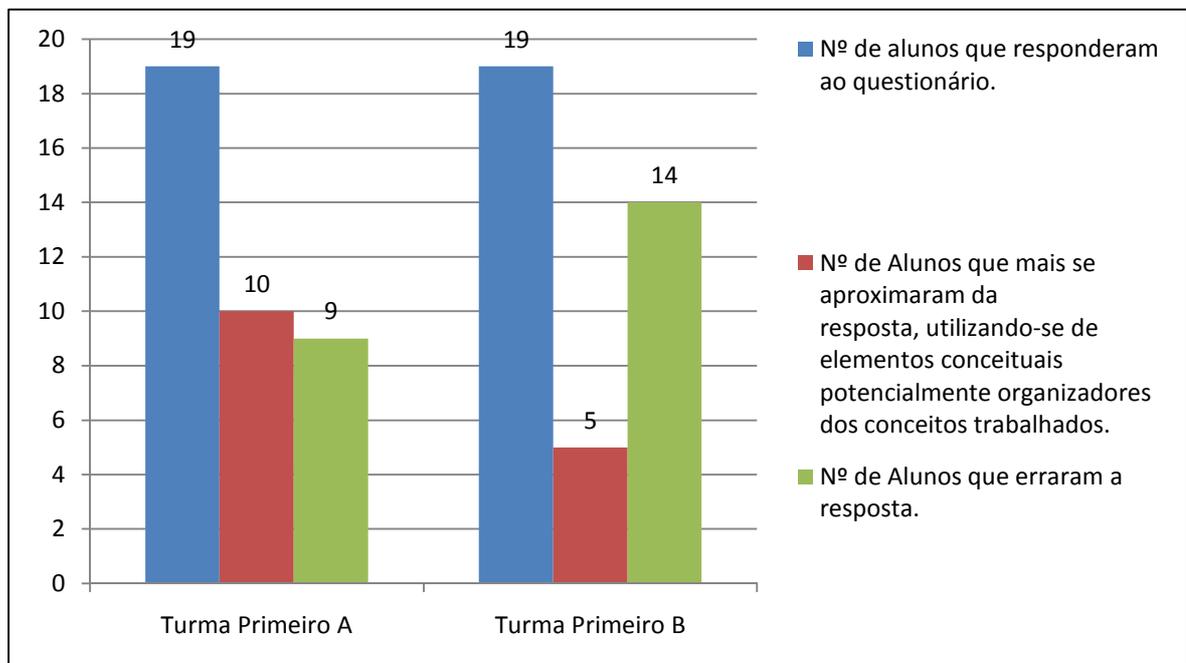


Gráfico 3 – Representação gráfica comparativa das turmas primeiro A e B, referente à terceira questão.

Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

Seguindo nosso roteiro, são, agora, apresentadas as respostas concedidas pelos alunos das duas turmas.

Respostas dos alunos da turma primeiro A:

- Aluna 1

“O referencial utilizado por ele foi o carro que passou na frente. O carro dele estava em movimento, mas, devido ao referencial utilizado, ele deduziu que o carro estivesse parado. Porém, se ele tivesse olhado para o toco que estava preso no chão, teria percebido que o seu carro estava em movimento”.

- Aluna 2

“O carro do Tintim, para ele o carro estava parado, de acordo com seu referencial, mas o carro estava em movimento, e podemos perceber isso se olharmos para o pedaço de madeira preso ao chão”.

“Dupont achou que o carro dele estava parado porque usou o carro cinza como referencial. Para cada situação temos vários referenciais”.

- Aluna 3

“O referencial adotado por Dupont foi o do carro a sua frente. O carro se movia. O desenho utilizado para o meu referencial foi o carro do Tintim porque o carro que Dupont estava se encontra em movimento, mas para ele estava parado em relação ao outro carro, porque quando o carro cinza ultrapassou muito rápido, ele pensou que o carro dele estava parado, porém se ele tivesse usado o referencial do poste, teria visto que estava em movimento”.

Respostas dos alunos da turma primeiro B:

- Aluna 1

“Dupont usou o carro da frente como referencial. Ele estava em movimento, eu tomei como referencial um pedaço de madeira mostrado no 2º quadrinho”.

- Aluno 2

“A referencia de Dupont foi o outro carro, e o carro que ele estava se movia, levando a madeira como referencial”.

- Aluna 3

“O carro que ultrapassou o carro deles foi tomado como referencial por Dupont”.

“O carro em que Dupont estava se movia”.

“Os dois carros. Os dois estavam em movimento, se usarmos o poste da tirinha como referencial”.

A questão quatro aborda a queda dos corpos e, novamente, discute sobre referencial. Para isso, são utilizados quadrinhos (Figura 4) em que dois amigos estão conversando. Um deles afirma que os corpos estão flutuando, enquanto o outro aponta que ambos estão caindo. Nesta circunstância, a questão solicita que o aluno analise as afirmações e indique qual delas está correta.



Figura 4: Quadrinho utilizado na quarta questão.

Fonte: CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS. Tirinha n° 124 de física, 2010c.

Na turma primeiro A, 19 alunos responderam a esta questão, dos quais 16 trazem para a resposta uma maior quantidade de atributos do conceito de queda dos corpos e referencial, com respostas detalhadas e justificadas. Os 3 restantes se equivocaram.

Com relação à turma do primeiro B, das 19 respostas para a mesma questão, 11 estavam próximas do que poderia ser considerado correto e possuem boa formulação. Os demais não responderam corretamente.

Apresento, então, uma resposta exemplar para a solução da questão: *Susi*

percebe que quando a câmera possui a mesma velocidade do objeto que ela está focalizando, os demais objetos que aparecem na imagem possuem velocidades relativas em relação a esses dois. Quando está velocidade relativa é nula pode-se ter a impressão de flutuação. Logo o pensamento de Susi está correto, pois nas duas situações eles estão caindo, pois como sabemos todo corpo sempre cai em relação a um referencial.

A respeito disso, apresenta-se o gráfico abaixo.

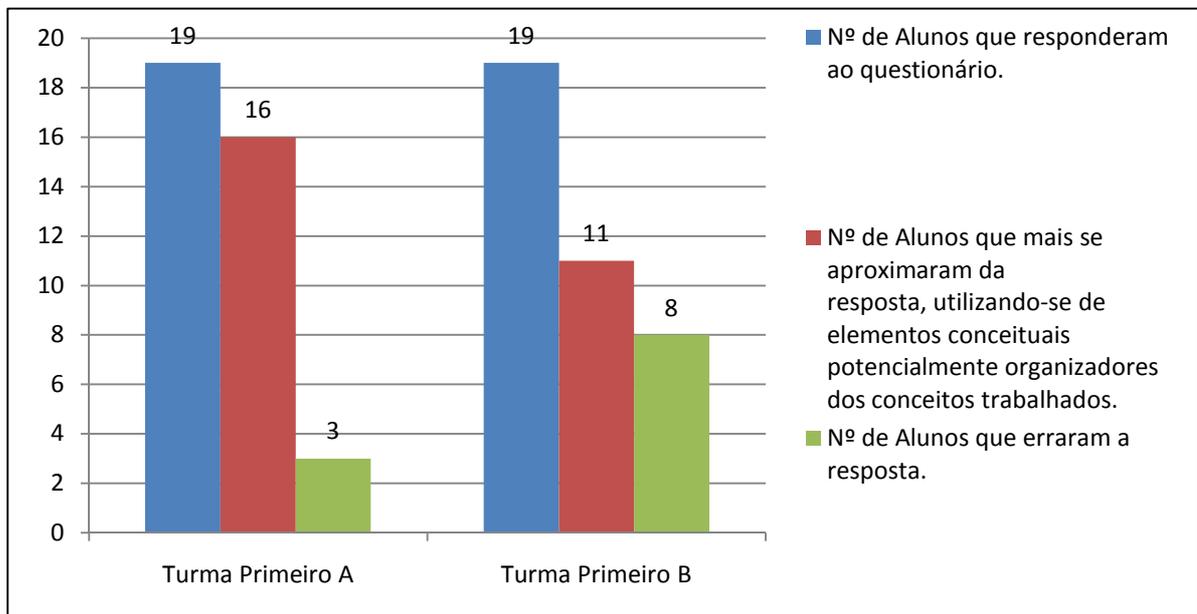


Gráfico 4 – Representação gráfica comparativa das turmas primeiro A e B, referente à quarta questão.

Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

Na sequência, exibem-se as respostas fornecidas pelos alunos das duas turmas.

Respostas dos alunos do primeiro A:

- Aluna 1

“Pelo referencial de Hiroshi, eles estão flutuando, porém o referencial de Susi é o correto, pois todo corpo está caindo em relação a um referencial”.

- Aluno 2
“Susi tem razão porque fisicamente falando ‘flutuar’ não existe. Todo corpo está sempre caindo em relação a um referencial”.
- Aluno 3
“A afirmativa da Susi está correta, pois na verdade eles estão caindo, mas a impressão que dá é que eles estão flutuando, por causa do referencial que o Hiroshi está utilizando”.

Respostas dos alunos da turma B:

- Aluno 1
“Susi está certa, pois tanto no espaço quanto aqui na Terra os corpos estão sempre caindo em relação a algum referencial”.
- Aluno 2
“Susi tem razão, pois ninguém flutua, só cai em relação a um referencial”.
- Aluno 3
“Hiroshi está errado, pois o astronauta e o outro cara estão caindo em relação a um referencial”.

Não podemos deixar de perceber, analisando as respostas dos alunos do primeiro B, a repetição mecânica de conceitos, tornando as respostas muito parecidas. Ausubel alerta que o aluno pode memorizar o conhecimento mecanicamente e, muitas vezes, isso faz com que ele simule uma associação. Então, devemos estar atentos às respostas de nossos alunos, pois essa repetição pode indicar que ele decorou os conceitos trabalhados, o que indica que esses conceitos não se tornaram significativos para ele.

Na etapa subsequente da proposta, os alunos da turma do primeiro A dirigiram-se à sala escolhida para a aplicação do projeto. Nesta oportunidade, a aula foi desenvolvida com o auxílio dos desenhos animados e as revistinhas em quadrinhos. O questionário aplicado nessa turma escolhida possui cinco questões,

sendo que a última solicita a opinião dos alunos a respeito do que acharam sobre uso dos desenhos animados e das revistas em quadrinhos, durante as aulas do tema Inércia.

A seguir, apresentaremos algumas dessas respostas fornecidas pelos alunos.

Resposta 1:

“Eu achei muito legal, porque os exemplos e as situações que nós temos geralmente são só na teoria e os desenhos e as revistinhas ajudaram a visualizar e a entender as situações na prática, ajudaram a entender melhor. Se as provas também fossem assim seria bem fácil”.

Resposta 2:

“Muito melhor do que a aula teórica, pois torna a aula mais dinâmica, porque quando a gente vê as situações que estão ocorrendo, fica mais fácil de entender a matéria, nos ajudando a compreender melhor as situações físicas e ainda mostram que a Física está muito presente no nosso cotidiano”.

Resposta 3:

“Com a utilização de revistas e desenhos animados nas aulas de Física facilitou o entendimento da matéria, pois podemos ver um exemplo ilustrado da matéria e podemos imaginar e aprender melhor (pensar melhor)”.

Resposta 4:

“Interessante, pois quebra um pouquinho o gelo da aula, sai da rotina. E em algumas matérias da física é até mais fácil fazer um entendimento maior da matéria, além de um melhor entendimento dos fenômenos físicos”.

Resposta 5:

“Legal, porque nos leva a imaginar Física nas situações mais simples do dia-a-dia ou ate mesmo situações que são muito retratadas, mas não muito aprofundadas por nós, e com esses desenhos e com as revistinhas eu consegui entender e aprender muito mais”.

À luz desses aspectos descritivos referentes à proposta aplicada e apresentada, é interessante uma reflexão com a finalidade de relacionar esses elementos à sustentação teórica discutida aqui, num esforço de alcançar um entendimento mais sólido sobre o assunto.

Nesse sentido, resume-se que, diante da necessidade encontrada pelos professores de tornarem suas aulas mais atrativas, além do constante desenvolvimento tecnológico que, atualmente, faz parte de nossas vidas, como foi mencionado anteriormente, optei por utilizar, como recursos multimídia, os desenhos animados e as revistas em quadrinhos, pela razão de que constituem instrumentos de informação e captação que fazem parte do cotidiano dos nossos alunos. A propósito, existe um consenso, mesmo que intuitivo, indicando que a multimídia produz bons resultados na aquisição de nova informação (COSCARRELLI, 1998). Isso, então, justifica a importância da utilização dos recursos multimídia no ensino, de uma forma geral. Entretanto, vejo que as disciplinas relacionadas com ciências e tecnologias despontam-se nessa utilização, pois podem recorrer a esses recursos com maior propriedade, em diversas situações, na tentativa de favorecer a aprendizagem.

Não se pode deixar escapar, neste momento, que os resultados deste trabalho são concordantes com Yanger (1991 *apud* COSCARRELLI, 1998), para quem as apresentações que usam recursos multisensoriais, como os quais empregamos, prendem, por um maior período de tempo, a atenção dos alunos, aumentando e acelerando sua compreensão. A fim de que esse resultado fosse ainda melhor, utilizamos, também, representações verbais e não verbais, pois, de acordo com Moreno e Mayer (2007), a aprendizagem efetiva acontece quando combinamos tais representações.

É preciso confessar que houve uma grande preocupação durante a seleção dos desenhos e das revistas em quadrinhos, já que deveria ser selecionado um material que estivesse alinhado com a capacidade cognitiva dos alunos e com o conteúdo a ser ensinado. Haja vista o pensamento de Ausubel (1980) quando sugere que, para o aluno assimilar ou armazenar um novo conhecimento, é necessário que este tenha significado em sua estrutura cognitiva. Da mesma forma, houve preocupação na seleção das tirinhas utilizadas nas questões, sendo escolhidas, portanto, aquelas que poderiam colaborar no processo de aprendizagem, em detrimento das que possuíam excesso de informações, evitando,

assim, confusões e a distração dos alunos.

É um fato, também, que, antes das questões terem sido elaboradas, indaguei-me sobre como poderia ser avaliado se uma aprendizagem adquirida é ou não significativa. De maneira a esclarecer essa dúvida, Ausubel mostrou-se oportuno, ao afirmar que o conteúdo adquirido tem de estar claro, preciso, e deve haver competência em transferi-lo a situações novas, diferentes daquelas que foram usadas para o seu ensino. Nessa perspectiva, o fato de o aluno conseguir definir conceitos, discorrer sobre eles ou, mesmo, resolver problemas complexos, não determina a ocorrência da aprendizagem significativa. Nas próprias palavras de Ausubel, "... uma longa experiência em fazer exames faz com que os estudantes se habituem em memorizar não só proposições e fórmulas, mas também causas, exemplos, explicações e maneiras de resolver 'problemas típicos'" (MOREIRA, 1999).

Se assim é, como seria um instrumento avaliativo de aprendizagem significativa? Na busca por esse entendimento, recorro, novamente, aos estudos de Moreira, ao descrever a visão de Ausubel sobre esse assunto.

... ao procurar evidência de compreensão significativa, a melhor maneira de evitar a 'simulação da aprendizagem significativa' é formular questões e problemas de uma maneira nova e não familiar, que requeira máxima transformação do conhecimento adquirido. Testes de compreensão, por exemplo, devem, no mínimo, ser fraseados de maneira diferente e apresentados em um contexto de alguma forma diferente daquele originalmente encontrado no material instrucional (MOREIRA, 1999, p. 156).

Esse cuidado, então, foi observado no desenvolvimento das questões. Assim, nenhuma das quatro questões fornecidas aos alunos utiliza cenas ou faz referências diretas, através dos desenhos e das revistas em quadrinhos, às situações estudadas por eles. Até porque, uma vez que a aprendizagem é significativa para o aluno, facilmente, ele mostra-se capaz de resolver qualquer problema construído dentro dos mesmos tópicos trabalhados.

Nessa circunstância, analisando as respostas obtidas nas quatro questões, podemos perceber que o aproveitamento da turma do primeiro A é, em grande parte das vezes, superior em relação à turma do primeiro B. Para tanto, basta reconhecer que aqueles conseguem criar reflexões muito mais interessantes e completas a respeito dos assuntos trabalhados, com exemplos de outras situações e discutindo o

assunto com maior profundidade de conteúdo, utilizando a todo o momento os elementos conceituais potencialmente organizadores dos conceitos trabalhados. Aliás, é bem provável que isso tenha ocorrido por terem utilizado subsunções diferenciados. Então, é perfeito o entendimento de que, quando o conteúdo é trabalhado com a utilização dos desenhos e das revistinhas, os alunos estabelecem um maior “ponto de ancoragem”, no qual as novas informações transmitidas em sala de aula são integradas àquelas que já possuem.

Não se pode perder de vista, também, que os alunos do primeiro A tiveram a oportunidade de discutir, em grupo, as principais cenas utilizadas dos desenhos e das revistinhas. Sobre essa discussão em grupo, pode-se afirmar que auxiliou aqueles alunos que apresentavam certa dificuldade de compreender certos conceitos, pois, em conjunto, era possível esclarecer dúvidas com os colegas. Quando esse auxílio mostrava-se insuficiente, a professora era requisitada. Então, para Vygotsky, essa situação de interação, troca de experiência, diálogo e colaboração que ocorreu com os alunos, durante as discussões sobre a Física presente nos desenhos e nas revistas, propiciam o desenvolvimento da zona proximal do educando. Como mais um prova da eficácia desse planejamento, mesmo aquele aluno que não conseguia realizar suas tarefas, com a ajuda de outro aluno mais experiente, alcançou tal feito.

Sem deixar escapar essa visada apreciativa, passemos, agora, para as considerações finais desta pesquisa, visto que este assunto, dada sua importância, não se esgota e, assim como os apresentados aqui, outros interessantes desdobramentos são esperados.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa, foi proposta a elaboração e testagem de um material didático, com o uso de recursos multimídia que fazem parte do cotidiano dos alunos. Teve-se, por meio disso, a intenção de complementar o estudo do tema Inércia, o qual é, frequentemente, trabalhado de forma muito resumida nos livros de Física adotados no ensino médio. Tendo isso em vista e a partir da minha experiência docente, construí a ideia de usar desenhos animados e revistas em quadrinhos para a concretização desta proposta.

É oportuno recuperar que, da minha prática docente, como professora de Física, foi percebida a necessidade de realizar este trabalho, pois, apesar de já ter utilizado alguns recursos em sala de aula, diferentes dos empregados aqui, em muitas ocasiões, não era possível mobilizar todos os meus alunos em torno do conteúdo abordado.

Apenas quando ingressei no Mestrado de Ensino de Ciências e Matemática, e verticalizei minha formação, pude entender o motivo dessa situação incômoda com os alunos, percebendo que, se as informações fornecidas não estivessem alinhadas com o processo cognitivo dos alunos, a aprendizagem era prejudicada. De modo mais explicativo, compreendi que essa desconexão presenciada em minhas aulas devia-se ao fato de que eu estava oferecendo uma quantidade enorme de informações para os meus alunos. Como consequência, eles não aprendiam conforme o esperado. Até porque, na maioria das situações, não me preocupava em saber se o que eu ensinava estava ancorado nos conhecimentos prévios deles e em seus recursos cognitivos. À luz desta pesquisa, entendo que, provavelmente, essas eram as causas da falta de sucesso na aprendizagem.

Nessa direção, é visto, agora, que o uso dos desenhos animados e das histórias em quadrinhos é de grande relevância para incentivar os alunos, mobilizando-os para o aprendizado. Assim, essa iniciativa de diversificar a estrutura da aula (com desenhos animados, revistas em quadrinhos, discussões em grupo, etc.) foi decisiva para desfazer a monotonia e criar um ambiente pautado pelo interesse em aprender.

Aliás, não se pode negar que a utilização de recursos multimídia em sala de aula é uma realidade na sociedade atual. Sem excesso, é inconcebível uma escola

que não faça uso dessas ferramentas tecnológicas, pois estas estão presentes em todas as nossas atividades, inclusive nas escolares. Por esse motivo, cada vez mais, os professores devem utilizar essas ferramentas em sua prática docente. Mesmo porque, com esse progressivo avanço tecnológico, os alunos estão, também, tendo mais oportunidades de acesso, recorrendo intensamente a essas novas tecnologias. Então, a fim de evitar um descompasso prejudicial ao processo de ensino, cabe, certamente, ao professor se inserir nesse “novo mundo”, tendo em vista que, segundo a concepção dos adolescentes, os locais e pessoas que não fazem uso dessas ferramentas são considerados atrasados e desinteressantes. Logo, as escolas devem adequar-se a essa nova realidade para, assim, aguçar o interesse e envolver os alunos no compromisso de ‘aprender para ser’.

Nesse contexto, é impossível pensar em ensino descartando recursos multimídia. Como já frisado, as imagens, os vídeos, as animações, os gráficos, as apresentações, as simulações, entre outros, são ferramentas que podem e devem aprimorar a nossa prática docente, tornando o aprendizado mais interessante e efetivo para os nossos alunos.

No bojo desses apontamentos esclarecedores, percebi que, quanto mais eu tornasse o aprendizado significativo para os meus alunos, considerando os seus conhecimentos prévios e as discussões em grupo, maior aproveitamento eles poderiam obter das informações fornecidas em sala de aula. Dessa forma, teve-se confirmada, novamente, a importância da utilização de recursos multimídia para um aprendizado muito mais eficaz.

A partir dessa constatação, comecei a estudar, com mais empenho, a aprendizagem significativa, de Ausubel, a teoria de desenvolvimento humano, de Vygotsky, e a aprendizagem multimídia. Desde então, foi percebida a pertinência e importância desse material que, por essas razões, foi definido como a base teórica da proposta aqui apresentada.

De fato, essas teorias ofereceram grandes contribuições para a elaboração e testagem desta proposta de ensino, pois tratam das mediações necessárias à aprendizagem e à formação do conhecimento, alinhando as novas informações ofertadas por recursos multimídia com o sistema cognitivo humano em seus diferentes momentos.

Além disso, é válido observar que a utilização dos princípios que compõem essas teorias se demonstrou eficaz quando defrontados com os dados coletados,

visto que, tal qual percebido na prática, orientaram as ações de levantamento dos conhecimentos prévios do aluno para, neles, ancorar um novo conhecimento e obter-se uma aprendizagem significativa. Outros pontos de convergência entre a teoria apresentada e a prática da proposta de ensino defendida nesta pesquisa referem-se às discussões em grupos, envolvendo o pensamento de Vygotsky sobre a importância da mediação do professor e da contribuição dos alunos com maior nível de conhecimento para que ocorra a passagem da zona de desenvolvimento proximal para uma nova zona de desenvolvimento real de alunos com dificuldades de aprendizagem. Releva-se, ainda, a exploração do potencial dos recursos multimídia. Nesse escopo, é possível afirmar que o planejamento de uma aula ou de materiais didáticos que se pautem nesses princípios abarca importantes instrumentos para uma aprendizagem mais eficiente.

Tanto isso é verdade que, após alguns meses de trabalho, alcançou-se o objetivo: a utilização de desenhos animados e de revistas em quadrinhos, para complementar a discussão sobre a Inércia, foi muito bem aceita pelos alunos e mostrou-se muito eficaz. Isso foi verificado por meio das respostas ao questionário e com base na superioridade da aprendizagem dos alunos que usaram o material complementar, quando comparados àqueles que não o experimentaram.

Portanto, a contribuição que este trabalho proporciona para a área de Ensino materializa-se em informações que podem ser utilizadas por outros professores de Física quando trabalharem com o tema Inércia. Nesse sentido, também podem fazer uso de recursos multimídia alinhados ao sistema cognitivo dos seus alunos, garantindo ou, pelo menos, elevando as chances de obtenção, por parte dos estudantes, de uma aprendizagem atraente e de boa qualidade.

Numa visão mais ampla, acredito que o conhecimento e a divulgação desta pesquisa e das teorias adotadas aqui são importantes para qualquer professor, de todas as disciplinas, uma vez que, ao conhecer os princípios das referidas teorias, possui diretrizes para planejar suas aulas, independente da área, e, assim, desenvolver materiais que recorram ao mesmo expediente defendido nesta proposta.

Ademais, pretende-se que esta ideia atue como alerta aos professores adeptos das aulas tradicionais, dos quais é esperada uma reflexão sobre a conduta ultrapassada que, em absoluto, visa à transmissão de quantidade enorme de

informações, sob a obrigatoriedade de cumprir o programa das disciplinas, ministrando todos os conteúdos determinados.

Então, numa perspectiva condizente com a realidade do mundo, faz-se urgente o entendimento de que é possível tratar, em nosso caso, vários temas de Física através de recursos multimídia, especialmente os desenhos animados e as revistas em quadrinhos. Mesmo porque, utiliza-se o mesmo tempo das aulas tradicionais e, como importante diferença, o conteúdo torna-se bem mais significativo para os alunos.

Assim sendo, vale reafirmar que os materiais sugeridos aqui representam recursos de trabalho valiosos para os professores, no sentido de que despertam o interesse dos alunos, favorecem o desempenho destes e, finalmente, possibilitam uma aprendizagem incisiva e eficaz.

De modo pessoal, confesso que compreender, com mais profundidade, essas teorias possibilitou-me avaliar melhor as minhas aulas e os materiais didáticos escolhidos. Assim, certamente, tornei-me uma profissional mais preocupada com as restrições cognitivas dos meus alunos, buscando, sempre, ajudá-los nesse sentido. Desse modo, entendi que qualidade é, na maioria dos casos, mais importante do que quantidade, além da percepção de que os alunos apresentam limites os quais devem ser respeitados.

Não devo negar, também, que o trabalho de pesquisa em Ensino é muito gratificante, pois o que se analisa pode modificar a qualidade da educação, nossa relação com os alunos, a formação docente, entre outros.

Em face disso, ressalto que esse mestrado, em fase de conclusão, contribuiu para o meu enriquecimento profissional e pessoal, tornando melhor e mais interessante a minha prática docente. Por essa razão, espero que os materiais aqui apresentados possam contribuir, também, para que outros professores revejam seus pensamentos e ações, concedendo a devida importância ao uso de recursos multimídia em sala de aula, como aconteceu comigo.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BORGES, Oto. Formação inicial de professores de Física: Formar mais! Formar melhor! **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 2, p. 135-142, [2006]

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei 9394/96 de 20.12.96. Diário Oficial da União, nº 284 de 23.12.1996 Brasília/DF/BRA.1996.

BRASIL. Ministério da Educação. Parecer n.15 de 1998. **Diretrizes curriculares nacionais para o Ensino Médio**. Brasília, MEC, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.

BRUNER, J. **The process of education**. Cambridge: Havard University Press, 1961.

CASTILHO, N. Interação do professor de biologia com o livro didático. In: ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA,6, 1997, São Paulo. **Coletânea do Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia**. São Paulo: USP, 1997. p. 80-81.

CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS. **Tirinha nº5 de física. Oficina de Educação Através de Histórias em Quadrinhos e Tirinhas**. Disponível em<http://www.cbpf.br/~eduhq/html/tirinhas/tirinhas_assunto/fisica/fisica.php?pageNum_Recordset1Fisica=4&totalRows_Recordset1Fisica=226> Acesso em: 5 mar. 2010a.

CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS. **Tirinha nº123 de física. Oficina de Educação Através de Histórias em Quadrinhos e Tirinhas**. Disponível em<http://www.cbpf.br/~eduhq/html/tirinhas/tirinhas_assunto/fisica/fisica.php?pageNum_Recordset1Fisica=122&totalRows_Recordset1Fisica=226>Acesso em: 5 mar. 2010b.

CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS. **Tirinha nº124 de física. Oficina de Educação Através de Histórias em Quadrinhos e Tirinhas**. Disponível em<http://www.cbpf.br/~eduhq/html/tirinhas/tirinhas_assunto/fisica/fisica.php?pageN

um_Recordset1Fisica=123&totalRows_Recordset1Fisica=226> Acesso em: 5 mar. 2010c.

COELHO, S. M; KOHL, E.; DI BERNARDO, S. Formação de Professores do Ensino Médio pela Instrumentação e Pesquisa em Ciências. In: **Taller Internacional de Didáctica Sobre La Física Universitária**, III, 2002, Matanzas. DIDACFISU 2002.

CONSPIRAÇÃO CÓSMICA. **Balde de Newton em repouso**. Disponível em:<<http://forum.if.uff.br/viewtopic.php?p=6644>> Acesso em: 05 março 2010.

CONSPIRAÇÃO CÓSMICA. **Balde de Newton girando**. Disponível em:<<http://forum.if.uff.br/viewtopic.php?p=6644>> Acesso em: 5 mar. 2010.

COSCARELLI, Carla Viana. O uso da informática como instrumento de ensino-aprendizagem. **Presença pedagógica**, v. 4, n. 20, p. 37-45, mar./abr. 1998.

DEMO, Pedro. **Educar pela Pesquisa**. 4. ed. Campinas: Associados, 2000a.

DEMO, Pedro. **Saber Pensar**. São Paulo: Cortez, v. 6, 2000b.

FUNDAÇÃO CALOUSTE GULBENKIAN. **Projeto Física**. Lisboa, 1980.

GIORDAN, A.; VECCHI, G. de. **As Origens do Saber**: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos. Traduzido por Bruno Charles Magne. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

GOODSTEIN, D. et al. (Eds.) **The mechanical universe**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.

HERGÈ, **As aventuras de Tintim**: Tintim no País do Ouro Negro. Tradução de Eduardo Brandão. São Paulo: Companhia das letras, 2007.

LAURILLARD, D et al. Affordances for learning in nonlinear narrative medium. **Journal of Interactive Media in Education**. Disponível em: <<http://www.jime.open.ac.uk/00/2/laurillard-00-2-paper.html>>. Acesso em: 17 jun. 2010.

LOW, R. e SWELLER, J. The modality principle in multimedia learning. In: MAYER, Richard E.(Org.). **The Cambridge handbook of multimedia learning**. Cambridge, Cambridge Universty Press, 2005, p. 1478-158.

LUIZ, Antônio Máximo Ribeiro da; ALVARENGA, Beatriz. **Curso de Física: Volume 1**. 6ª ed. São Paulo: Editora Scipione, 2006.

MASSABNI, V. G.; ARRUDA, M. S. P. Considerações sobre o conteúdo do livro didático de biologia. **Coletânea do Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia**. São Paulo: USP, 2000. p. 697-700.

MAYER, Richard E. Multimedia aids to problem-solving transfer. **International Journal of Education Research**, v. 31, p. 611-623, 1999.

MAYER, Richard E. **Multimedia learning**. Cambridge, Cambridge University Press, 2001.

MAYER, Richard E. Multimedia learning: are we asking the right questions? **Educational Psychologist**, v. 32, p. 1-19, 1997.

MAYER, Richard E. The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media. **Learning and Instruction**. v. 13, p. 125-139, 2003.

MAZUR GROUP. Learning Science. Disponível em <http://mazur-www.harvard.edu/education/educationmenu.php>, acesso em 14/07/2005.

MORAES, R. O significado da experimentação numa abordagem construtivista: o caso do ensino de Ciências. In: BORGES, R. M. R.; MORAES, R. (Org.). **Educação em Ciências nas séries iniciais**. Porto Alegre: Sagra, Luzzatto, 1998.

MOREIRA, Marco Antonio. A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. Cap. 10, p. 151-165. In: **Teorias da Aprendizagem**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, EPU, 1999.

MORENO, Roxana; MAYER, Richard. Interactive multimodal learning environments. **Educ. Psychol. Rev**, v. 19, 2007. p. 309-326,.

MOURA, Heloisa; FUKS, Hugo. Trazendo Multimodalidade para o Design de Ambientes de Aprendizagem Aprimorados pela Tecnologia. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 17, n.2, 2009.

Nuffield Foundation (1972). **Física Básica**. Barcelona, Editorial Reverté. 15v.

PAIS, L. C. Uma análise do significado da utilização de recursos didáticos no ensino da geometria. Disponível em: <www.anped.org.br/23/textos/19/1919t.pdf>. Acesso em 17 ago. 2009.

PHYSICAL SCIENCE STUDY COMMITTEE. **Física**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1964.

QUÍMICA, MATERIAIS E TRANSFORMAÇÕES. **Ônibus iniciando o movimento**. Disponível em: <<http://educar.sc.usp.br/ciencias/quimica/qm1.htm>> Acesso em: 25 ago. 2005a.

QUÍMICA, MATERIAIS E TRANSFORMAÇÕES. **Ônibus freando**. Disponível em: <<http://educar.sc.usp.br/ciencias/quimica/qm1.htm>> Acesso em: 25 ago. 2005b.

RICARDO, E.C.; ZYLBERSZTAJN, A. O ensino de ciências no nível médio: um estudo sobre as dificuldades na implementação dos parâmetros curriculares nacionais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 351-370, dez. 2002.

SAGAN, C. **Cosmos**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1980.

SCHNOTZ, Wolfgang & LOWE, Richard K. External and internal representations in multimedia learning. **Learning and instruction**, v. 13, p. 117-123, 2003.

SOUSA NETO, Manoel Fernandes de. **Aula de geografia e algumas crônicas**. 2. ed. Campina Grande: Bagagem, 2008.

TAROUCO, Liane Margarida Rockenback *et al.*, Multimídia Interativa: princípios e ferramentas. **Novas Tecnologias na Educação**, CINTED, v. 7, n. 1, jul. 2009.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. **A formação social da mente**. 6 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

WIEMAN, Carl. **Professional Development and Innovative Tools for Learning**. Science. In Secretary's Summit on Science Education, 2004, Washington, DC. Disponível em < <http://www.ed.gov/rschstat/research/progs/mathscience/wieman.html>>. Acesso em: 24 abr. 2010.

ZOLLMAN, Dean A.; FULLER, Robert G. **Teaching and Learning Physics with Interactive Video**. *The Physics Teacher*, 1994. Disponível em: <<http://www.phys.ksu.edu/perg/dvi/pt/intvideo.html>>. Acesso em: 13 fev. 2011.

APÊNDICE A – Questionário aplicado aos alunos

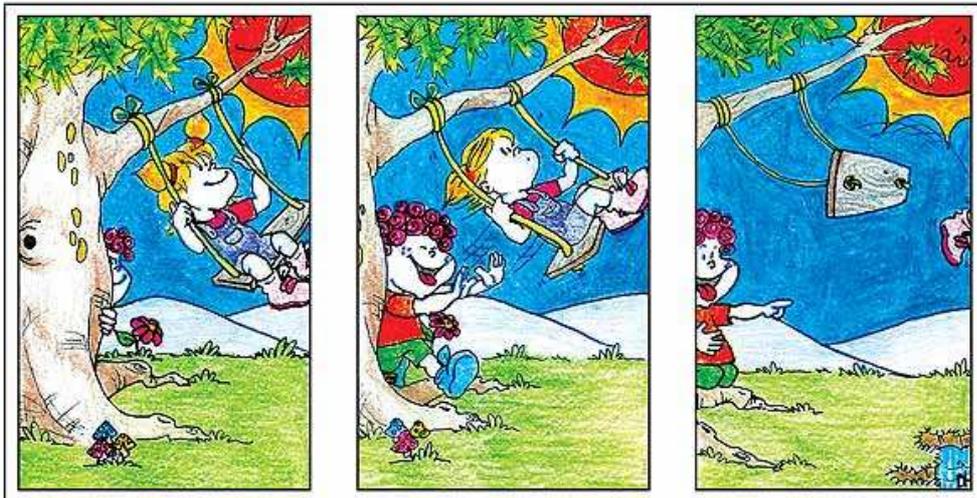
Prezado (a) aluno (a), as respostas a este questionário serão utilizadas em uma pesquisa, referente ao uso dos desenhos animados e das revistas em quadrinhos no ensino de Física, na área de Ensino de Ciências/Física. **Agradecemos, desde já, a sua colaboração.**

Questionário

Nome do (a) Aluno (a): _____

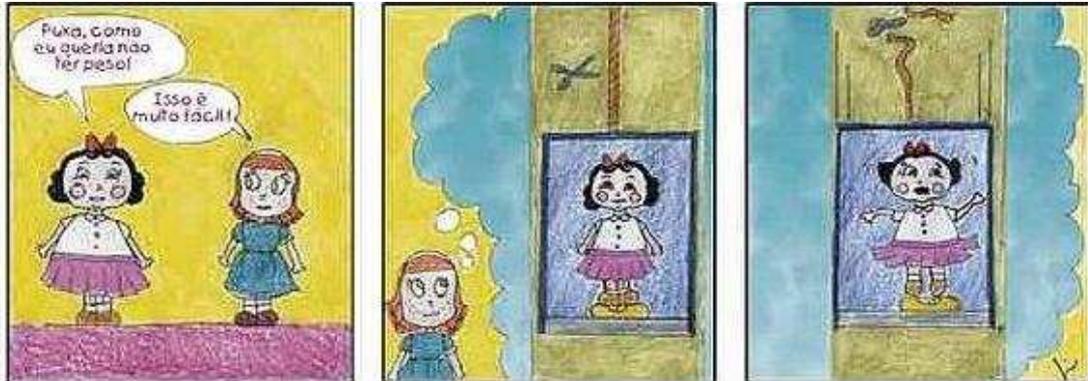
Turma: _____

1. No quadrinho abaixo, Clotilde está se divertindo no balanço, enquanto Tião a observa por detrás da árvore. Tião, então, resolve dar um empurrãozinho a mais em Clotilde, e aí a menina cai do balanço. Pelo princípio da Inércia, explique por que Clotilde cai do balanço, depois de ser empurrada por Tião.



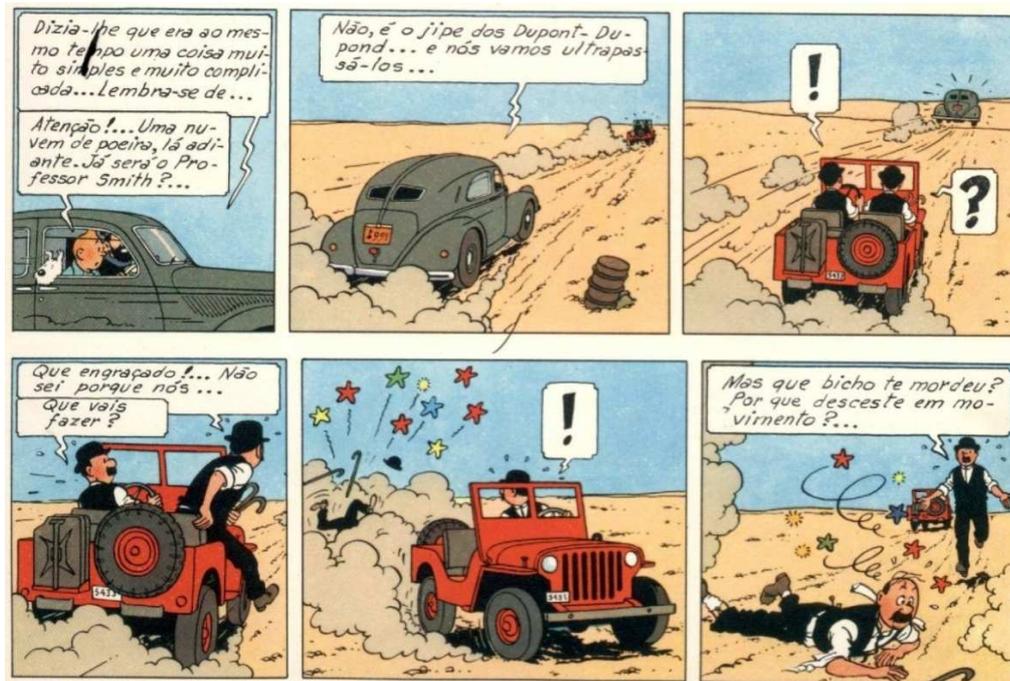
Resposta: _____

2. Examine os quadrinhos abaixo e explique se a ideia de Melissa para Gabriela perder peso, realmente, funcionaria. Além disso, desenhe, na figura, os vetores, indicando cada uma das grandezas físicas presentes nesta situação.



Resposta: _____

3. Analisando os quadrinhos abaixo, responda: Qual o referencial utilizado por Dupont para descer do carro? O carro em que ele estava se movia ou estava parado? Justifique qual referencial foi utilizado por você para obter a resposta.



Resposta: _____

4. Hiroshi está conversando com Susi sobre as duas situações que estão mostradas nos quadrinhos abaixo. Sobre as afirmativas que eles fazem acerca os acontecimentos, qual dos dois tem razão? Justifique a sua resposta.



Resposta: _____

5. O que você achou de ter utilizado os desenhos animados e as revistas em quadrinhos durante as aulas de Física?

APÊNDICE B – Inércia

Inércia

Contexto Histórico

Na Grécia Antiga, Aristóteles defendia a existência de leis diferentes para os movimentos terrenos e celestes. No caso do primeiro ponto, cada corpo possui um lugar natural, onde fica em equilíbrio (para o filósofo, equilíbrio é estar parado). Assim, quando um corpo estiver fora do seu lugar natural, ele tende a adquirir um movimento, de origem no próprio corpo, para que este possa voltar ao seu lugar de origem. Esse movimento, por sua vez, é retilíneo, dirigido para o centro da Terra ou, ao contrário, afastando-se do centro. Dessa maneira, a pedra cai, porque é pesada e pertence à terra. Já o fogo, sobe, porque é leve e tende a ir para o céu.

Na Idade Média, surgiu a teoria do Ímpeto, segundo o qual, para haver movimento, deve existir uma força; o movimento persiste porque essa força se incorpora ao corpo, e vai se consumindo até acabar.

Durante séculos, o estudo do movimento e suas causas tornaram-se o tema central da filosofia natural. Entretanto, somente na época de Galileu e Newton, foi realizado extraordinário progresso na solução das questões relacionadas a esse tema. Aliás, o inglês Isaac Newton (1642-1727), nascido no Natal do mesmo ano da morte de Galileu, foi o principal arquiteto da Mecânica Clássica. Para tanto, sintetizou as ideias de Galileu e de outros que o precederam, reunindo-as em três leis, publicadas, pela primeira vez, em 1686, no livro *Principia Mathematica Philosophiae Naturalis*.

Para que possamos entender a essência de tais leis, necessitamos, antes, de apresentar algumas ideias de Galileu sobre o movimento, o que será feito a seguir.

Conceito de Inércia

Antes de Galileu, como vimos, a maioria dos pensadores acreditava que um corpo em movimento se encontraria num estado forçado, enquanto o repouso seria o seu estado natural (Aristóteles).

A experiência diária parece confirmar essa afirmativa. Por exemplo, quando depositamos um livro sobre uma mesa, é fácil constatar seu estado natural de repouso. Se colocarmos o livro em movimento, dando-lhe apenas um rápido empurrão, notamos que ele não irá se mover indefinidamente: o livro deslizará sobre a mesa até parar. Ou seja, é fácil observar que, cessada a força de empurrão da mão, o livro retorna ao seu estado natural de repouso. Logo, para que o livro se mantenha em movimento retilíneo uniforme (MRU), é necessária a ação contínua de uma força de empurrão.

Galileu, entretanto, posicionou-se contra essa ideia de o movimento ser um estado, necessariamente, forçado, argumentando que o livro só interrompeu seu deslizamento (vindo a parar) em razão da existência de atrito com a mesa. Isto é, se lançássemos o livro sobre uma mesa menos áspera, haveria menos resistência ao seu deslizamento. Ainda, se o seu lançamento ocorresse sobre uma mesa perfeitamente polida, livre de atritos, o livro manter-se-ia em movimento retilíneo uniforme indefinidamente, sem a necessidade de ser, continuamente, empurrado.

Em virtude disso, Galileu conclui ser uma tendência natural dos corpos a manutenção de seu estado de repouso ou de seu estado de movimento retilíneo uniforme, promovendo aos corpos uma propriedade denominada inércia, que consiste na tendência natural que os corpos possuem em manter a velocidade constante.

Nessa perspectiva, todo corpo em repouso tende a permanecer em repouso e todo corpo em movimento tende a permanecer em movimento retilíneo uniforme. No cotidiano, notamos essas tendências ao observarmos uma pessoa de pé no interior de um ônibus. De modo mais explicativo, tem-se que, quando o ônibus arranca, o passageiro, por inércia, tende a permanecer em repouso em relação ao solo terrestre. Como o ônibus vai para frente, a pessoa que não estava se segurando cai para trás no ônibus (figura 5).

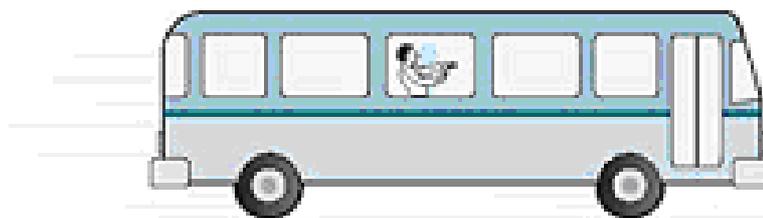


Figura 5: Ônibus iniciando o movimento.

Fonte: Química, Materiais e transformações, 2010a.

Porém, se o ônibus estivesse em movimento, e, de repente, freasse, a pessoa cairia para frente (figura 6). Em decorrência da inércia, o passageiro exibe, neste caso, sua vontade de continuar em movimento em relação ao solo terrestre: o ônibus para, o passageiro não.

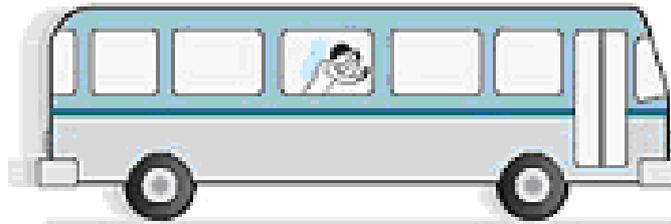


Figura 6: Ônibus freando.

Fonte6: Química, Materiais e transformações, 2010b.

Por essa razão, o cinto de segurança nos automóveis tem a função de proteger o passageiro da inércia de seu movimento, no caso de uma freada brusca ou colisão.

Vejamos, agora, a fim de ampliar essa visão, aspectos específicos que envolvem o Princípio da Inércia.

Princípio da Inércia ou Primeira Lei de Newton

O significado usual da palavra inércia é a “tendência de permanecer como está”. Nesse sentido, discutiremos como essa ideia de permanecer no “estado” ou modificá-lo, atribuída aos corpos físicos, evoluiu ao longo da história.

Para isso, é importante, primeiramente, atentar para o fato de que Newton, em sua 1ª lei, enunciou que o estado de movimento ou de ausência de movimento de um corpo é alterado por uma força. Então, para o físico, força era um conceito primitivo e irreduzível (ver referências sobre força em Feynman).

Com relação ao movimento dos corpos, Newton percebeu que, quando todas as forças aplicadas em certo corpo se anulam mutuamente, este corpo só pode ser encontrado em dois estados: o estado de repouso ou o estado de movimento retilíneo uniforme (MRU).

Podemos perceber, então, que esta lei define um referencial inercial⁵. Se assim é, cabe examinar o seguinte contraexemplo, de um referencial não inercial. Consideremos que, no referencial do solo terrestre, a 1ª lei está sendo obedecida e será observado um corpo que está em repouso em relação a este referencial. Dessa forma, imaginemos que se está assistido a este mesmo corpo de dentro de um ônibus que está acelerado. Se, agora, adotarmos, como referência, o próprio ônibus, veremos o corpo observado em estado acelerado. Se tentarmos aplicar a 2ª lei de Newton, argumentaremos que, como o corpo apresenta uma aceleração, ele está submetido a uma força. No entanto, esta força que foi introduzida não obedece a 3ª lei de Newton, pois não existe um agente físico associado a esta força. Assim, é possível concluir que, no referencial acelerado do ônibus, a 2ª lei não se aplica, simultaneamente, com a 3ª lei.

Vale registrar, ainda, que, no *Principia*, Newton menciona uma propriedade intrínseca aos corpos materiais, conhecida por inércia ou *vis insita*⁶, que pode ser medida através da chamada massa inercial⁷ desses corpos. Em outras palavras, massa inercial refere-se a uma medida da resistência oferecida pelos corpos à mudança de seus estados iniciais de repouso ou de movimento retilíneo uniforme. Caso uma força atue sobre um corpo, quanto maior for sua massa inercial, maior será a sua resistência à mudança desses estados que, porventura, o corpo possa se encontrar inicialmente, e, por consequência, menor será a sua aceleração em relação a um referencial inercial.

Nesse cenário, mostra-se oportuno um estudo sobre o que significa, para Newton, um referencial inercial. Para tanto, é preciso verificar uma experiência realizada pelo próprio físico e relatada em sua obra, o que pode ser feito a seguir.

⁵ Entende-se como o referencial no qual é possível aplicar as três leis de Newton simultaneamente.

⁶ A *vis insita*, ou força inata da matéria, é um poder de resistir, através do qual todo o corpo, estando em um determinado estado, mantém esse estado, seja ele de repouso ou de movimento uniforme em linha reta. Essa força é, sempre, proporcional ao corpo ao qual ela pertence, e em nada difere da inatividade da massa, a não ser pela nossa maneira de concebê-la. A partir da natureza inerte da matéria, um corpo não tem seu estado de repouso ou movimento facilmente alterado. Sob esse ponto de vista, essa *vis insita* pode ser chamada, mais significativamente, de inércia (*vis inertiae*) ou força de inatividade (NEWTON, 1990, pag. 2) [39].

⁷ Este conceito, relacionado à 2ª lei, é diferente do de massa gravitacional, que é aquela massa presente na expressão da lei da Gravitação Universal. Está última aparenta ser uma espécie de carga gravitacional. O próprio Newton mostrou que elas são proporcionais e, usualmente, adotamos a constante de proporcionalidade entre essas massas como sendo uma unidade.

A Experiência do Balde de Newton

Trata-se de uma experiência em que, inicialmente, considera-se um balde com água em seu interior, ambos (balde e água) em repouso, em relação à Terra, (Fig.7). Em seguida, numa segunda situação, considera-se a água e o balde girando juntos, com uma velocidade angular constante, novamente em relação à Terra (Fig.8). Nesta situação, percebe-se que a superfície da água apresenta um formato côncavo.

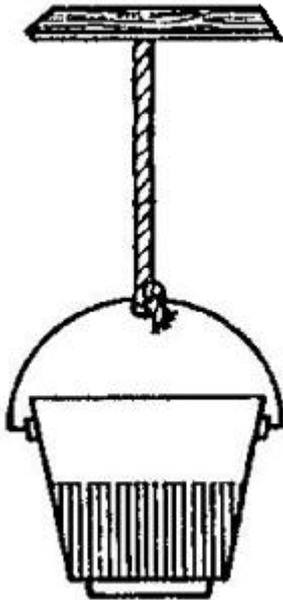


Figura 7: Balde de Newton em repouso
 Fonte: Conspiração Cósmica, 2010

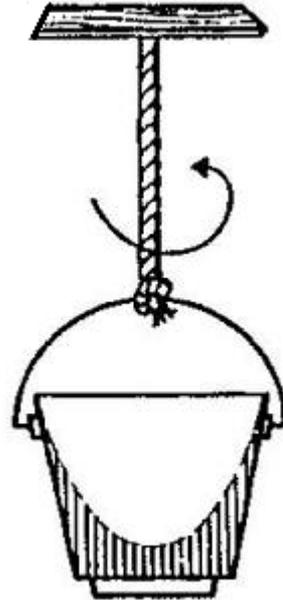


Figura 8: Balde de Newton girando
 Fonte: Conspiração Cósmica, 2010

Procurando analisar esta experiência de acordo com os pontos de vista da Mecânica Newtoniana, surgem algumas perguntas: Por que a superfície da água é plana em uma situação e côncava em outra? O que causa essa mudança de formato? Quem interage com a água quando o balde está girando?

A partir disso, pode-se pensar em três possíveis causas responsáveis pela concavidade da água: sua rotação em relação ao balde, em relação à Terra ou em relação às estrelas fixas⁸.

⁸ Para simplificar a análise, as estrelas fixas estarão representando aqui o restante do Universo, compreendendo o conjunto de todas as estrelas que compõem a Via Láctea e todas as outras galáxias que se encontram ao redor do balde e da Terra.

Quanto à rotação em relação ao balde, entende-se que não é responsável pela mudança no formato da superfície da água. Mesmo porque, observando as duas situações citadas anteriormente, podemos perceber que não há movimento relativo entre a água e o balde. Assim, qualquer que seja a força exercida pelo balde sobre a água na primeira situação, ela será a mesma na segunda situação, já que a água estará em repouso em relação ao balde nos dois casos.

Sobre a rotação da água em relação à Terra, também não pode ser responsabilizada pelo resultado da experiência, uma vez que a força exercida pela Terra sobre os corpos que se encontram em sua superfície é atraída para baixo, em direção ao seu centro, e não centrífuga em direção às paredes do recipiente em rotação, como se verifica com a água do balde. Ou seja, estando a água em repouso ou em rotação, a Terra só a atrai para baixo.

Com relação às estrelas fixas, sabe-se que, ao relatar a experiência do balde no *Principia*, Newton esclarece que,

De início, quando o movimento relativo da água no recipiente era máximo, não havia nenhum esforço para afastar-se do eixo; a água não mostrava nenhuma tendência à circunferência, nem nenhuma subida na direção dos lados do recipiente, mas mantinha uma superfície plana, e, portanto, seu movimento circular verdadeiro ainda não havia começado. Mas, posteriormente, quando o movimento relativo da água havia diminuído, a subida em direção aos lados do recipiente mostrou o esforço dessa para se afastar do eixo; e esse esforço mostrou o movimento circular real da água aumentando continuamente, até ter adquirido sua maior quantidade, quando a água ficou em repouso relativo no recipiente. E, portanto, esse esforço não depende de qualquer translação da água com relação aos corpos do ambiente, nem pode o movimento circular verdadeiro ser definido por tal translação (ASSIS, 1998, p. 46).

Além disso, na Proposição XIV, Teorema XIV, do livro III, do *Principia*, Newton tece os seguintes comentários:

E como estas estrelas não estão sujeitas a nenhuma paralaxe perceptível devido ao movimento anual da Terra, elas não podem ter nenhuma força, devido a sua imensa distância, para produzir qualquer efeito perceptível em nosso sistema. Sem mencionar que as estrelas fixas, dispersas em todo lugar no céu de forma desordenada, destroem suas ações mútuas devido a suas atrações contrária (NEWTON, 1990, p. 221).

Sendo assim, observa-se que Newton entendia, com muita clareza, que, utilizando a sua Lei da Gravitação Universal para calcular a força que uma casca

esférica exerce sobre um corpo que se encontra em seu interior, o resultado era igual a zero, independentemente de o corpo estar em rotação ou não em seu interior, já que a Lei da Gravitação Universal não depende da velocidade ou da aceleração entre os corpos interagentes. Deste modo, a rotação em relação às estrelas fixas também não pode ser apontada como a causa do surgimento de qualquer força centrífuga exercida sobre a água do balde em rotação.

Portanto, é evidenciado que, na Mecânica Newtoniana, a superfície côncava da água não pode ser explicada pela rotação entre a água e o balde, nem entre a água e a Terra, tampouco entre a água e as estrelas fixas. Na realidade, para Newton, a mudança no formato da superfície da água era devida à rotação da água em relação ao espaço absoluto⁹.

Com a introdução deste novo conceito, parece que Newton pretendia diferenciar referenciais inerciais (aqueles que se encontravam em repouso ou em movimento retilíneo uniforme em relação ao espaço absoluto), daqueles referenciais não inerciais (que estavam acelerados em relação a esse ente abstrato chamado de espaço absoluto).

Esse raciocínio explica-se pelo fato de que, ao se estudar o movimento dos corpos, do ponto de vista de um referencial não inercial, percebia-se o surgimento de efeitos dinâmicos que passavam a invalidar o Princípio Fundamental da Dinâmica, pois estes evidenciavam a presença de outras forças que, aparentemente, não apresentavam causa, agindo sobre os corpos materiais.

Assim sendo, se para cada ponto de uma superfície esférica tenderem forças centrípetas iguais, que diminuem com o quadrado das distâncias a partir desses pontos, afirmo que um pequeno corpo localizado dentro daquela superfície não será atraído de maneira alguma por aquelas forças.

A partir desses pressupostos, para Newton, referencial inercial é qualquer sistema de referência que se encontra em repouso ou em movimento retilíneo uniforme, em relação ao espaço absoluto, e, portanto, qualquer sistema em que não se podem constatar quaisquer efeitos produzidos por forças sem agente causador aparente, as quais foram chamadas, posteriormente, de forças inerciais.

Nesse sentido, pode-se afirmar que as três leis de Newton são válidas apenas em referenciais inerciais, por definição, pois não é necessário introduzir as forças

⁹ Conforme Newton, o espaço absoluto, em sua própria natureza, sem relação com qualquer coisa externa, permanece, sempre, similar e imóvel (ASSIS, 1998, p. 6).

inerciais para explicar qualquer fenômeno, já que todos os efeitos podem ser entendidos através de interações físicas reais, do ponto de vista de um referencial inercial.

Portanto, a concavidade da água não se devia à interação do balde com a mesma, nem à sua rotação em relação à Terra, tampouco por causa de sua rotação em relação ao Universo distante (conjunto das estrelas fixas). De fato, a forma côncava assumida pela superfície da água só podia ser entendida pelo movimento de rotação dela em relação ao espaço absoluto.

O Princípio de Mach

Na Mecânica Newtoniana, se o balde e a água ficarem em repouso em relação à Terra e se o conjunto de estrelas que se encontram ao redor do balde for girado em relação à Terra, a superfície da água continuará plana. Para Mach, a água deverá ficar côncava, como na experiência original de Newton, já que, do ponto de vista cinemático, as duas situações são equivalentes.

A propósito, desta ideia, surgiu o que chamamos, atualmente, de *Princípio de Mach*, para o qual Mach colocou a seguinte questão: e se o universo girasse junto com o balde? Como resposta, Newton afirmaria que não seria observada qualquer diferença, pois a água continuaria girando em relação ao espaço absoluto. Entretanto, Mach ressaltou que a inércia de um corpo devia-se à interação dele com todo o universo, sendo essa interação relacional¹⁰. É preciso destacar, também que, para este princípio, a inércia de um corpo existe em decorrência de sua interação gravitacional com a matéria do restante do Universo ao seu redor. Assim, de acordo com Mach, se um corpo é forçado a deixar o seu estado inicial de repouso ou de movimento retilíneo uniforme através da atuação de uma força local real (gravitacional, elétrica, magnética, elástica, etc.), então, instantaneamente, deve surgir uma força aplicada pelo conjunto das estrelas fixas sobre esse mesmo corpo, a fim de evitar que ele altere o seu estado inicial.

Logo, diferentemente de Newton, que creditava a inércia como uma propriedade intrínseca da matéria, Mach a entendia como sendo o resultado da interação desse corpo com todo o resto do universo, sendo esta uma interação

¹⁰ Depende da relação entre o corpo e a configuração do universo.

relacional. Nessa visão, para Mach, o balde girar ou não girar junto com o universo representava, exatamente, a mesma situação.