



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS CAMPINA GRANDE
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM FUNDAMENTOS DA EDUCAÇÃO:
PRÁTICAS PEDAGÓGICAS INTERDICÍPLINARES

TARSUS KLYNGER SABINO DOS SANTOS

**USO DE ELEMENTOS LÚDICOS NO ENSINO DE FÍSICA: O
PERSONAGEM O INCRÍVEL HULK E AS LEIS DE NEWTON**

CAMPINA GRANDE – PB

2014

TARSUS KLYNGER SABINO DOS SANTOS

**USO DE ELEMENTOS LÚDICOS NO ENSINO DE FÍSICA: O
PERSONAGEM O INCRÍVEL HULK E AS LEIS DE NEWTON**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Fundamentos da Educação: Práticas Pedagógicas Interdisciplinares da Universidade Estadual da Paraíba, em convênio com a Secretaria de Educação do Estado da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de especialista.

Orientadora: Prof^a Dr^a Morgana Lígia de Farias Freire

CAMPINA GRANDE – PB

2014

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

S237u Santos, Tarsus Klynger Sabino dos

Uso de elementos lúdicos no ensino de física [manuscrito] : o personagem o Incrível Hulk e as leis de Newton / Tarsus Klynger Sabino dos Santos. - 2014.

32 p. : il. color.

Digitado.

Monografia (Fundamentos da Educação: Práticas Pedagógicas Interdisciplinares EAD) - Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Ensino Médio, Técnico e Educação à Distância, 2014.

"Orientação: Prof^ª. Morgana Lígia de Farias Freire, Departamento de Física".

1. Leis de Newton. 2. Ensino Médio. 3. Ludicidade. I.
Título.

21. ed. CDD 530

TARSUS KLYNGER SABINO DOS SANTOS

**USO DE ELEMENTOS LÚDICOS NO ENSINO DE FÍSICA: O
PERSONAGEM O INCRÍVEL HULK E AS LEIS DE NEWTON**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Fundamentos da Educação: Práticas Pedagógicas Interdisciplinares da Universidade Estadual da Paraíba, em convênio com a Secretaria de Educação do Estado da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de especialista.



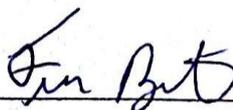
Prof. Dra. Morgana Lígia de Farias Freire / UEPB

Orientadora



Prof. Dra. Paula de Almeida Castro / UEPB

Examinadora



Prof. Dr. Francisco de Assis de Brito / UFCG

Examinador

DEDICATÓRIA

A toda minha família pelo apoio,
incentivo e dedicação durante toda essa jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram pra este trabalho e especialmente a algumas amizades que foram construídas ao longo da graduação tais como Felipe Alexandre, Rafaelle Sousa, Téssio Melo, Sergio Murilo, Dennis Vilar, Sebastião Nascimento, Genivaldo Fernandes (Júnior), Bruna Waleska, Karla Cristina, Juliana Cardoso, Leide Pricila. As amizades que foram feitas neste curso de especialização (Stefan Félix, Wesklemyr, Sayonara, Giltinho, aos Sérgios, Silvana , Wanda Patrícia e todos os demais que tiveram sua contribuição neste caminho árduo), provando que a multidisciplinaridade traz consigo resultados bastante significativos para carreira. Um abraços a todos estes que trocaram suas experiências e anseios por uma educação pública, laica e de qualidade e agradecer principalmente aos professores Elialdo Machado e a minha orientadora Morgana Lúgia que sempre me motivou a crescer cada vez mais.

"Eu não quero acreditar, eu quero saber.
E para saber é preciso o não saber, a descrença,
a dúvida, o questionamento, a curiosidade. A mente
desperta e aberta. Aprender é quebrar dogmas.
A fé não remove montanhas, quem remove montanhas
é trator e dinamite, ambas invenções da mente humana.
A que pensa, cria e transforma. O não saber em saber."
(Carl Sagan)

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo apresentar um relato de experiência relativo às atividades desenvolvidas em turmas do 1º ano do ensino médio da rede pública estadual de ensino no município de Santa Rita, estado da Paraíba, em torno de situações físicas envolvendo o personagem O Incrível Hulk e as Leis de Newton. Procurou-se, então, desenvolver um trabalho pedagógico fazendo uso de elementos lúdicos acessíveis aos alunos, tendo como objetivo principal estimular a adquirirem uma aprendizagem expressiva sobre o tema. Os resultados obtidos nos revelou a possibilidade para o desenvolvimento de métodos capazes de proporcionar de forma lúdica e motivante os conceitos das leis de Newton.

PALAVRAS CHAVE: Leis de Newton. Ensino médio. Lúdica.

ABSTRACT

This study aims to present an experience report on the activities carried on class sizes of the 1st year of high school a school of state public network of the municipality of Santa Rita, Paraíba state, around physical situations involving character The incredible Hulk and the Laws of Newton. Sought to then develop educational work making use of playful elements accessible to the students, having as main objective to stimulate acquire an expressive learning on the theme. The obtained results has revealed to us the possibility to develop methods capable of providing in a playful and motivating form the concepts of Newton's laws.

KEYWORDS: Newton's laws. Secondary school. Ludic.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Imagem do Incrível Hulk.....	15
Figura 2: Imagem do Incrível Hulk em luta.....	16
Figura 3: Imagem do Incrível Hulk arremessando.....	17
Figura 4: Imagem do Incrível Hulk desferindo o soco.....	17
Figura 5: Representação da 3ª Lei de Newton com Hulk e Thor.....	18
Figura 6: Imagem da Força de Atrito.....	19
Figura 7: Organograma de Forças.....	20
Figura 8: Imagem do Incrível Hulk no chão.....	25
Figura 9: Imagem do Incrível Hulk próximo ao bonde.....	26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1. O INCRÍVEL HULK.....	14
2.2. LEIS DE NEWTON	15
2.3 - Força de atrito.....	18
3. METODOLOGIA E RESULTADOS	24
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
REFERÊNCIAS	32

1. INTRODUÇÃO

No ensino da Física, ainda são frequentes as dificuldades dos procedimentos matemáticos por parte dos alunos (BARJA e REDÍGOLO, 2008). Muitos alunos sentem dificuldades no uso da matemática e a pouca compreensão dos conceitos das teorias acabam por afugentar estes da disciplina. Cabe ao professor elaborar situações que relacionem conceitos com possíveis utilizações no cotidiano de cada aluno; além disso, essa atitude do professor provavelmente estimulará a curiosidade de seus alunos, propiciando a motivação. a fim de que eles adquiram interesse por esta ciência.

De acordo com Xavier et al. (2010), o ensino da Física deve ser prazeroso, utilizando artifícios que levem os estudantes a aprender o conteúdo em si, de maneira que eles possam assimilar as teorias vistas em sala de aula com as situações vivenciadas em seu dia a dia, como uma forma de despertar o interesse dos alunos quanto à disciplina. Portanto, as histórias em quadrinhos ou até mesmo os filmes e séries animadas, podem ser utilizados como uma importante ferramenta para o ensino de Física, principalmente na primeira série do ensino médio.

Conforme Barja e Redígolo (2008) houve um crescimento e popularização da ficção científica na sociedade a partir dos anos 1930, em que os autores de revistas em quadrinhos aproveitaram o bom momento midiático das ficções e iniciaram a difusão de histórias em que seus personagens principais utilizavam a ciência ou experimentos científicos, tendo em vista que estas obras eram inspiradas principalmente nos modelos de Júlio Verne, ou seja, sem o vigor científico para explicar como surgiu ou aconteceu alguns dos fenômenos científicos descritos presentes nas histórias (pouca explicação de como seus personagens adquirem suas habilidades).

Desde o final da década de 1990 esse cenário da ficção nas populares Histórias em Quadrinho (HQ) vem se transformando. Fatores como o desenvolvimento científico e tecnológico fizeram com que os autores tomassem outra postura quanto a estas histórias em quadrinhos, ou seja, tiveram que realizar mudanças temáticas nas construções de suas histórias, visando acompanhar o perfil dos leitores desta nova sociedade. Tendo em vista que os leitores das atuais HQ (no Brasil, mais conhecido por gibis) estão bastante ligados ao desenvolvimento tecnológico, ou seja, grande parte deste público é constituído por jovens que estão habituados à internet, a própria escola, vídeo games e televisão a cabo, logo estes jovens

possuem acesso a uma gama de fontes de informações. É este acesso quase que ilimitado às tecnologias que torna os leitores mais exigentes quanto ao teor de conhecimento das histórias, e é mediante essa constatação que os roteiristas das histórias em quadrinhos inserem temas atuais, como é o caso do terrorismo, dos conflitos bélico-políticos no Oriente Médio, clonagem de espécies, dentre outros temas.

Outro contribuinte para a sofisticação dessas HQ para os leitores, seria a chegada em massa destes personagens ao cinema, a saber: Homem Aranha, Hellboy, Superman e os X-men. Seguindo este contexto, podemos ratificar algumas informações, a julgar pelos valores exorbitantes arrecadados nas bilheterias destes filmes, comprovando que o tema “super-heróis” está cada vez mais em alta entre os jovens. Sabendo que o público espectador e leitor dessas histórias em quadrinhos sobre super-heróis estão sempre buscando novidades quanto ao tema, é constatado que grande parte destes leitores não mais aceita explicações paliativas de como os personagens adquiriram seus poderes e os utilizam.

Além do mais, Sousa (2011) explicita que o papel significativo dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), é abordar a Física de maneira que ela contextualize os temas trabalhados em sala com situações cotidianas dos aprendizes, ou seja, tal situação propiciará as condições necessárias para que os estudantes desenvolvam atitudes e valores em uma óptica humanitária envolvendo questões socioculturais e ao mesmo tempo a ciência, em especial a Física (BRASIL, 2002).

Com essa óptica, procurou-se então desenvolver um trabalho baseado na teoria de Moreira (2011), fazendo uso de elementos lúdicos acessíveis aos estudantes, tendo como objetivo principal estimulá-los a adquirirem uma aprendizagem significativa sobre o tema.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. O INCRÍVEL HULK

Criado por Jack Kirby e Stan Lee em 1962, o incrível Hulk ilustrado na Figura A, é a forma selvagem e poderosa assumida pelo Dr. Robert Bruce Banner nos seus acessos de fúria. Na estória Bruce Banner é um cientista (físico nuclear) que foi atingido por radiação Gama enquanto salvava um adolescente durante um teste militar de uma bomba por ele desenvolvida. Este adolescente, Rick Jones, tornou-se companheiro de Banner, ajudando-o a manter o Hulk sob controle e mantê-lo longe dos ataques dos militares conforme descrito no texto (HULK, 2014).

Ao invés de perecer pela radiação, o cientista foi condenado a uma vida compartilhada com o seu lado mais obscuro, o também chamado golias verde, ou Golias Esmeralda. Originalmente, a cor do personagem era cinza, mas, por problemas durante a impressão dos quadrinhos pela dificuldade que a gráfica tinha em acertar a tonalidade, ele apareceu num tom esverdeado, fazendo com que o Hulk passasse a ser o "Gigante Esmeralda" (Figura A). Outro fato interessante é que, nas primeiras histórias, a transformação de Banner em Hulk ocorria apenas à noite, como se este fato fosse alguma maldição similar à dos lobisomens. Porém, em pouco tempo, Kirby e Lee chegaram a um acordo, e o Hulk passou a surgir toda vez que o Dr. Banner se enfurecia e despertava em si seu lado mais selvagem (HULK, 2014).

A escolha do Incrível Hulk se deu por ele ser um personagem mundialmente conhecido, midiado em HQ, desenhos televisionados, filmes, bonecos e artigos de vestimenta, onde durante seus acessos de fúria utilizava de sua incomum força, e em todas as cenas em que ele surge é possível observarmos a atuação das forças, caracterizando-o como um artifício ideal para a melhora do aprendizado com base na Teoria de Ausubel (DELITZOICOV; ANGOTTI, 2003).

Pode-se afirmar que os seus dois criadores se inspiraram fortemente no clássico livro de Robert Louis Stevenson, Dr. Jekyll and Mr. Hyde (no Brasil, Dr. Jekyll e Sr. Hyde ou, também, O Médico e o Monstro).



Figura 1: Imagem do Incrível Hulk.
Fonte: <http://hqrock.wordpress.com/category/hulk>.

2.2. LEIS DE NEWTON

Até o início do século XVII, pensava-se que para manter um corpo em movimento era necessário que atuasse uma força sobre ele. Essa ideia foi revista por Galileu, que afirmou: “Na ausência de uma força, um objeto continua a mover-se com movimento retilíneo uniforme”. Galileu chamou de Inércia a tendência que os corpos apresentam para resistirem à mudança do movimento em que se encontram. Alguns anos mais tarde, Newton com base nas ideias de Galileu, estabelece a primeira lei do movimento, também conhecida como Lei da Inércia: *"Qualquer corpo permanece no estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme se a resultante das forças que atuam sobre esse corpo for nula"* (CARRON; GUIMARÃES, 2009).

Assim, se o corpo estiver em repouso continuará em repouso; se estiver em movimento, continuará o seu movimento em linha reta e com velocidade constante.

Veja o exemplo da tira em quadrinhos da Figura 2, onde Wolverine estava em repouso em relação ao Hulk, mas no momento que Hulk o golpeia, Wolverine adquire movimento, fazendo o mesmo assumir um estado físico conhecido como princípio da inércia.



Figura 2: Imagem do Incrível Hulk em luta.

Fonte: <http://hqrock.wordpress.com/category/hulk/>.

A primeira lei de Newton, explica o que acontece ao corpo quando a resultante de todas as forças externas que nele atuam é zero: o corpo pode permanecer em repouso ou continuar o seu movimento retilíneo com velocidade constante.

A segunda lei de Newton, explica o que acontece ao corpo quando a resultante das forças é diferente de zero. Imagine que uma pessoa empurrando uma caixa sobre uma superfície lisa (pode-se desprezar a influência de atrito). Quando se exerce certa força horizontal \mathbf{F} , a caixa adquire uma aceleração \mathbf{a} . Se aplicar uma força 2 vezes superior, a aceleração da caixa também será 2 vezes superior e assim por diante. Ou seja, a aceleração de um corpo é diretamente proporcional à força resultante que sobre ele atua.

Entretanto, a aceleração de um corpo também depende da sua massa. Imagine como no exemplo anterior, em que se aplica a mesma força \mathbf{F} a um corpo com massa 2 vezes maior. A aceleração produzida será, então, $\mathbf{a}/2$. Se a massa triplicar, a mesma força aplicada irá produzir uma aceleração $\mathbf{a}/3$. E assim por diante. De acordo com esta observação, conclui-se que: A aceleração de um objeto é inversamente proporcional à sua massa \mathbf{m} . A 2ª Lei de Newton pode enunciar-se do seguinte modo:

A aceleração adquirida por um corpo é diretamente proporcional à intensidade da resultante das forças que atuam sobre o corpo, tem direção e sentido dessa força resultante e é inversamente proporcional à sua massa. Assim como exibe uma cena do filme O Incrível Hulk (Figura 3), o qual o personagem faz uso de uma força para arremessar um bloco em um helicóptero, levando o mesmo a cair na superfície. Outra maneira de pensarmos o uso da força de maneira física é a mesma sendo impressa em forma de soco, o qual Hulk golpeia o rosto do invencível Homem de Ferro (Figura 4).



Figura 3: Imagem do Incrível Hulk arremessando.

Fonte: <http://www.marvel616.com/2012/01/aaron-fala-sobre-os-conflitos-de.html>.



Figura 4: Imagem do Incrível Hulk desferindo o soco.

Fonte: <http://www.marvel616.com/2009/02/em-foco-hulk-vs.html>.

A segunda lei de Newton também conhecida por lei fundamental da Dinâmica pode ser expressa matematicamente por:

$$F = m a.$$

Sendo m a massa expressa em kg e a aceleração em m/s^2 , a unidade SI de força é $kg \cdot m/s^2$ é denominada de Newton, representada pela letra N (GASPAR, 2010).

Em seus estudos sobre os movimentos e sobre as interações que existem entre os corpos, Newton percebeu que para toda força de ação aplicada a um corpo, existe uma de reação do corpo que está recebendo-a. Isso acontece porque as forças atuam aos pares, ou seja, para toda força de ação existe uma de reação. Contudo a força de ação e a de reação apenas exerce influência em corpos diferentes. Por exemplo, se aplicarmos uma força em uma parede, podemos sentir a força da reação nas palmas das nossas mãos.

Outra observação definida por Newton é que as forças de ação e de reação atuam na mesma direção, porém em sentidos contrários. Tomando essas informações como verdade, a Terceira lei de Newton é descrita como sendo: *“Para toda força de ação existe uma força correspondente de reação com mesmo valor, mesma direção e sentido contrário”*. Na Figura 5, Hulk e Thor estão lutando, podemos constatar que no momento em que Thor acerta com seu martelo o tórax do Hulk, o martelo sofre algumas vibrações, provenientes da força de reação no momento em que houve o choque entre o martelo e o tórax do super herói. Neste exato instante temos a presença do princípio da ação e reação, trata-se de um exemplo da 3ª lei de Newton:



Figura 5: Representação da 3ª Lei de Newton com Hulk e Thor.
Fonte: <http://www.marvel616.com/2009/02/em-foco-hulk-vs.html>.

2.3. Força de atrito

Em nosso cotidiano utilizamos forças constantemente, seja para empurrar, para puxar ou para levantar objetos. As forças também podem, por exemplo, provocar deformações quando agem sobre os objetos. Sempre que a superfície de um corpo escorrega sobre outro, cada corpo exerce simultaneamente uma força paralela às superfícies. Essa força é inerente ao

contato entre as superfícies e chamamos de força de atrito. A força de atrito sobre cada corpo tem sentido oposto ao seu movimento em relação ao outro corpo, e atuam entre superfícies em repouso quando acontece uma tendência ao movimento. Para um tijolo em repouso numa ladeira, há uma tendência ao movimento, mas a força de atrito entre as superfícies em contato mantém o tijolo em repouso.

A força de atrito estático máxima entre duas superfícies será igual à força mínima necessária para iniciar o movimento relativo. Iniciando o movimento, as forças de atrito que atuam entre as superfícies usualmente decrescem, passando a atuar a força de atrito cinético, de modo que uma força menor será suficiente para manter o movimento. A Figura 7 retrata o atrito entre os pés de do Hulk no momento em que Superman o empurra no sentido contrário ao movimento normal.



Figura 6: Imagem da Força de Atrito.

Fonte: <http://www.marvel616.com/2009/02/em-foco-hulk-vs.html>.

Na Física, a ideia de contato está relacionada à interação que surge quando objetos se tocam. Podemos entender essa ideia se pensarmos em nosso próprio corpo: ele está equipado para sentir estas interações, que podem se manifestar sob as mais diferentes formas, produzindo uma grande variedade de sensações em nossa pele. Um soco, por exemplo, corresponde a uma interação entre a mão de quem bate e a face de quem recebe, assim como um carinho. Do ponto de vista da Física essas duas interações são de mesma natureza. Uma diferença básica entre elas é a intensidade da força aplicada: uma tapa em geral, significa uma força bem mais intensa do que um carinho. Porém há outra diferença importante entre a tapa e o carinho: a direção da força aplicada. Em uma tapa, a força é na direção perpendicular à face da vítima e no carinho, em geral, essa força ocorre numa direção paralela à pele. Essa distinção também ocorre em outras situações em que existe o contato entre os objetos. Em batidas, chutes, pancadas, beijos, espetadas, ou mesmo simplesmente quando um beijo se apoia sobre outro, temos forças que agem na direção perpendicular ou normal à superfície dos objetos por isso são denominadas forças normais. Em outros casos, a força surge na direção

paralela à superfície. É o que acontece em situações como arranhões, raspadas, esfregadas, deslizamentos em grela e entre outros. Chamamos estas situações de forças de atrito.

Portanto, os efeitos das forças de contato entre objetos dependem da maneira como são aplicadas, paralela ou perpendicularmente à superfície. Mas não é só isso que influi. Também são importantes: a intensidade da força, as características dos objetos e de suas superfícies, e o tempo em que eles permanecem em contato. Uma força muito normal como vimos, as forças normais de contato, surgem quando um corpo toca outro. Um chute em uma bola, um cutucão, uma pedra atingindo uma vidraça são situações fáceis de percebermos a presença da força, pelos efeitos evidentes que ela produz. Mas as forças normais de contato também aparecem em situações em que sua presença não é tão visível. Quando um objeto ou pessoa se apoia sobre uma superfície, ela força esta superfície para baixo. Por outro lado, a superfície sustenta em seus pés uma força para cima: essa é a força normal. A Figura 7 apresenta um organograma de forças sobre um bloco

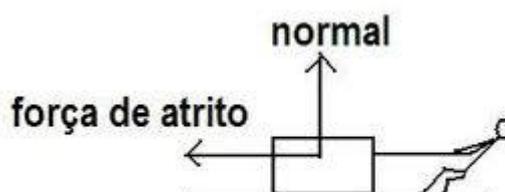


Figura 7: Organograma de Forças.
Fonte: Santos (2014).

As forças sempre causam alguma deformação nos objetos, que dependendo de suas características podem ser temporárias ou permanentes. Podemos discutir essas características a partir de dois fenômenos físicos bastante conhecidos, mas que em geral são confundidos: a pisada na bola e a pisada no tomate. As diferenças observadas entre as duas pisadas revelam as diferenças características de cada material. As forças aplicadas provocam deformações na bola e no tomate. A bola volta ao normal após a pisada, e o tomate não. O material da bola é relativamente elástico, ou seja, as deformações sofridas por ela no momento da pisada são temporárias.

Quando as forças cessam, sua tendência é retornar à forma original. Quanto ao tomate, podemos dizer que é quase completamente inelástico, uma vez que a deformação sofrida é permanente.

O atrito está presente em diversas situações rotineiras. Ele surge sempre que tentamos deslizar uma superfície sobre outra. Ao passar a mão na cabeça de um cachorro, ao apagar os escritos numa prova ou ao lixar uma parede, a força de atrito é a protagonista. Quanto mais ásperas às superfícies, maior o atrito entre elas: arrastar um móvel sobre um tapete é bem diferente do que num piso de cerâmica.

Em determinadas situações, é fundamental que o atrito seja o menor possível, como no caso da patinação dos patins na superfície do gelo. O peso do patinador, concentrado todo nas lâminas, exerce uma pressão na superfície, e a mesma, derretendo-se, forma uma pequena camada de água entre as lâminas e a superfície de gelo, desta forma, o atrito se torna pequeno, possibilitando o deslocamento do patinador. Mas em muitos casos o atrito atrapalha, em outras situações ele pode ser totalmente indispensável. É ele que garante que ao empurrarmos o chão para trás seremos impulsionados para frente. Sem atrito, ficaríamos deslizando sobre o mesmo local.

O atrito relaciona o grau de rugosidade das superfícies ao "acoplamento" entre os dois corpos, tratando-se de uma grandeza adimensional, ou seja, não apresenta unidade. Pode ser diferenciado em coeficiente de atrito dinâmico ou de atrito estático de acordo com a situação na qual se determinam tais coeficientes:

- Coeficiente de atrito dinâmico ou cinético: presente a partir do momento que as superfícies em contato apresentam movimento relativo. Relaciona a força de atrito cinético presente nos corpos que se encontram em movimento relativo com o módulo das forças normais que neles atuam. Representado por μ_c .
- Coeficiente de atrito estático: determinado quando a superfície em contato encontra-se em iminência de movimento relativo, mas ainda não se moveram. Relaciona a máxima força de atrito possível (com as superfícies ainda estáticas uma em relação à outra) com a(s) força(s) normal(is) a elas aplicadas. Para efeito de diferenciação, é representado por μ_e .

Comparando-se os módulos dos dois coeficientes, no contato entre superfícies sólidas o coeficiente de atrito cinético será sempre menor - mas não necessariamente muito menor - que o coeficiente de atrito estático:

$$\mu_d \leq \mu_e$$

Matematicamente, a força de atrito estático F_{ate} é dada pelo produto do coeficiente de atrito estático máximo μ_e pela força de reação normal ao apoio, N , que é igual em módulo à componente vertical da força peso P_y no respectivo plano:

$$F_{ate} = \mu_e \cdot N$$

E a força de atrito cinético F_{atc} é dada pelo produto do coeficiente de atrito cinético μ_c pela força de reação normal ao apoio, N :

$$F_{atc} = \mu_c \cdot N$$

A força de atrito é muito comum no nosso mundo físico. É ela que torna possível o movimento da grande maioria dos objetos que se movem apoiados sobre o solo. Observe em seguida cinco exemplos:

Movimento dos animais: Os animais usam as patas para se movimentarem. O que esses membros fazem é comprimir o solo e forçá-lo ligeiramente para trás. Ao fazê-lo, surge a força de atrito. Como ela age contrariamente à direção do movimento, a força de atrito surge nas patas ou pés impulsionando os animais ou o homem para frente.

Movimento dos veículos a motor: As rodas dos veículos, cujo movimento é devido à queima de combustível do motor, são revestidas por pneus. A função dos pneus é tirar o máximo proveito possível da força de atrito, e é com esse mesmo intuito que as equipes de carros de corrida trocam frequentemente os pneus. Os pneus, acoplados às rodas, impulsionam a Terra para trás. O surgimento da força de atrito impulsiona o veículo para frente. Quando aplicamos o freio vale o mesmo raciocínio anterior e a força de atrito atua agora no sentido contrário ao do movimento do veículo como um todo.

Impedindo a derrapagem: A força de atrito impede a derrapagem nas curvas, isto é, o deslizamento de uma superfície - dos pneus - sobre a outra (o asfalto).

Aquecimento por atrito: As naves espaciais são dotadas de estrutura adequada de materiais especiais para evitar a sua destruição no reingresso na atmosfera. O atrito causa um calor excessivo, que poderia ser fatal para os astronautas.

Superaquecimento por atrito: Uma estrela cadente, apesar do nome, não emite luz própria. Muitas vezes são objetos do tamanho de um grão de areia que, ao entrar na atmosfera da

Terra, se incendiam e se vaporizam pelo calor intenso causado pelo atrito com o ar. A energia liberada é tão grande que é possível enxergar a luminosidade a grandes distâncias.

Deve-se ressaltar que no caso de deslizamento sobre fluidos chamados não-newtonianos essa relação pode mudar, enquanto sobre fluidos newtonianos, μ independe da condição de movimento.

3. METODOLOGIA E RESULTADOS

Este trabalho é de natureza qualitativa trata-se de um relato de experiência obtido a partir de aulas ministradas com atividades envolvendo o herói O Incrível Hulk e as leis de Newton, vivenciado pelo autor. Desta forma tem como foco principal motivar os alunos na compreensão das leis de Newton através de elementos lúdicos.

A experiência foi realizada na Estadual de Ensino Fundamental e Médio Professor Luís de Azevedo Soares, no município de Santa Rita, Paraíba, com duas turmas do 1º ano do ensino médio da modalidade regular no turno da tarde no ano de 2013. A experiência foi desenvolvida num total de 9 horas aula

Para início das atividades em sala de aula envolvendo o herói o Incrível Hulk, foram feitos alguns questionamentos e abordagens aos estudantes seguindo os procedimentos de Demétrio e Angottie (2003), indagando-os sobre o que eles achavam dos super-heróis, seus poderes e como conseguiram adquiri-los. A partir daí foram introduzidos os conceitos da Física nas ações dos personagens, facilitando a compreensão dos estudantes de assuntos taxados como monótonos e desinteressantes.

Participaram da pesquisa os alunos que atendiam às seguintes condições: (1) encontrar-se regularmente matriculado na turma do 1º Ano C e D do ensino médio no modo regular à tarde da referida escola e (2) estar frequentando regularmente as aulas da disciplina de Física. Assim, Compuseram a população todos os alunos devidamente matriculados no 1º ano C e D do ensino médio, totalizando 61 alunos. Para a amostra foram selecionados os estudantes que estavam presentes nas aulas as quais ocorreu o estudo, completando 55 alunos.

O personagem O Incrível Hulk foi apresentado aos alunos, assim como sua história e que seu alter-ego (o Dr. Bruce Banner) também tratava-se de um físico, pesquisador de alguns tipos de radiações (em especial a radiação gama). Sabendo que é indispensável a compreensão da natureza das leis de Newton, permitir ao jovem a reflexão sobre sua presença e seu “lugar” na história do universo, tanto no tempo quanto no espaço, do ponto de vista científico foi o objetivo desse estudo. Sendo assim, a principal estratégia de ensino se baseia na teoria de Ausubel, com vistas a atingir o objetivo de que o aluno deve adquirir as competências e habilidades desejadas, de acordo com os PCN, de modo que haja uma aprendizagem significativa, em que o professor deve partir das concepções espontâneas dos jovens para a reformulação dos conhecimentos, utilizando de temas atuais entre os jovens e que despertam

grande interesse público longas metragens e série animadas envolvendo super heróis (DANTON, 1997).

Em sala de aula foi construída a evolução do personagem Hulk e ao mesmo tempo, a física envolvida nos cenários deste super herói. Segundo Ausubel (1982), a sequência de atividades foi organizada em três momentos pedagógicos. Ou seja, as atividades tiveram início com a utilização de animações e figuras (Figura 8), envolvendo o personagem Hulk, e em seguida foram propostas algumas perguntas chave, tais como:

1. *Visualizando a animação e ou figura acima, podemos constatar que o nosso herói se encontra sobre uma superfície plana qualquer. A partir de uma visualização simples da mesma, podemos afirmar que o nosso herói está submetido a alguma força?*
2. *Quais forças são estas?*
3. *Você pode representar estas forças as quais envolvem o Hulk? De que maneira?*

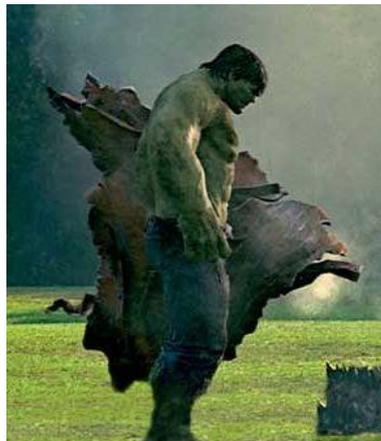


Figura 8: Imagem do Incrível Hulk no chão.
Fonte: <http://hqrock.wordpress.com/category/hulk/>.

Em seguida as concepções geradas foram coletadas em fichas individuais, visando obter posicionamentos espontâneos dos aprendizes, onde a partir das dificuldades apresentadas foi fomentada a discussão dos elementos e dos processos da força, equilíbrio e inércia através de situações presentes no dia-a-dia do aluno. Ao final as questões básicas da problematização inicial da aula com os aprendizes foram rediscutidas.

No terceiro momento os alunos retomaram as questões da problematização inicial, para que respondessem novamente e comparassem as respostas com os colegas. Com isso foi realizada uma discussão em torno de outras questões em sala de aula sugeridas pelo professor.

Tomando como base os questionamentos que foram realizados no t3pico anterior, passamos ent3o a abordar algumas situa33es as quais foram propostas, durante a pesquisa. Logo: *Imaginemos agora uma situa33o em que o personagem Hulk se desloca em alta velocidade numa avenida do centro de Nova York, carregando em suas costas a Personagem Betty Ross, e que logo em depois Hulk usa o seu salto de sete l3guas. Durante esse momento podemos ver que a personagem Betty Ross quase perde o equil3brio das costas do incr3vel Hulk. Voc3e poderia explicar por que aconteceu tal a33o?*

Depois da abertura do debate que houve em sala sobre tal questionamento, passamos ent3o a abordar o conceito cl3ssico da lei:

“Todo corpo permanece em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, a menos que seja obrigado a mudar seu estado por for3a que atuem sobre ele”.

Ou seja, quando o Hulk estava apenas correndo e ao mesmo tempo carregando Betty Ross, a personagem estava em repouso em rela33o ao super-her3i, mas no momento o qual Hulk foi saltar, Betty adquiriu acelera33o por isso dizemos que ela adquiriu in3rcia.

Depois de desenvolvido o conceito da primeira lei de Newton de maneira geral e espec3fica prop3e aos estudantes a seguinte quest3o problema:

Quest3o problema: *Consideremos que o personagem Hulk se encontra em repouso em uma avenida do centro de Nova York em refer3ncia a um bondinho que est3 pr3ximo a sua posi33o (Figura 9). Quais for3as atuam sobre ele?*



Figura 9: Imagem do Incr3vel Hulk pr3ximo ao bonde.
Fonte: <http://www.ultrdownloads.com.br>.

Utilizando uma anima33o o qual o Hulk e um tanque de guerra s3o protagonistas e que ambos est3o emparelhados, foi proposto aos estudantes as seguintes proposi33es:

- *Porque o incrível consegue empurrar para trás o tanque de guerra de volta?*
- *Existe alguma força oriunda do tanque sobre o Hulk?*
- *Existe alguma força proveniente do Hulk sobre Tanque?*

Em seguida passamos então a discutir as concepções que foram expostas pelos educandos, visando organizar o conhecimento da segunda lei em suas estruturas cognitivas, além disso, podemos dizer propor outros exemplos que fazem parte da realidade dos jovens, ou seja, Não é difícil de entender se você pensar no seguinte exemplo, se tivermos dois veículos em uma mesma rua plana, o primeiro veículo é um fusca e o segundo é um grande caminhão. A diferença entre estes dois veículos é a massa, o caminhão é muito mais pesado que o fusca. Sendo assim, para fazer o caminhão se movimentar, ou seja, para aumentar sua velocidade é necessária uma força muito maior que a força necessária para movimentar o fusca. Se você empurrar o fusca com as próprias mãos, poderá até mesmo movê-lo com certa facilidade, mas dificilmente, conseguirá mover o caminhão desta mesma maneira. A força necessária para acelerar um corpo é diretamente proporcional a sua massa, sendo este o entendimento simples da *segunda lei de Newton*.

A *segunda lei* é considerada por muitos professores como a mais importante da mecânica e podemos utilizá-la para analisar movimentos de objetos próximos a Terra e também de corpos celestes.

Em seus estudos sobre os movimentos e sobre as interações que existem entre os corpos, Newton percebeu que para toda força de ação aplicada a um corpo, existe uma de reação do corpo que está recebendo. Isso acontece porque as forças atuam aos pares, ou seja, para toda força de ação existe uma de reação. Contudo a força de ação e a de reação apenas exercem influência em corpos diferentes. Por exemplo, se aplicarmos uma força em uma parede, podemos sentir a força da reação nas palmas das nossas mãos.

Outra observação definida por Newton é que as forças de ação e de reação atuam na mesma direção, porém em sentidos contrários. Tomando essas informações como verdade, a Terceira lei de Newton é descrita como sendo: “*Para toda força de ação existe uma força correspondente de reação com mesmo valor, mesma direção e sentido contrário*”.

Assim, foi proposto aos estudantes outra situação, dessa vez o Hulk é alvejado por inúmeros soldados e percebe-se que as balas são ricocheteadas sofrendo deformações.

Pediu-se então que os educandos informassem por qual motivo ou qual agente físico foi responsável pela deformação das balas já que o Hulk estava em repouso em relação aos soldados e ao mesmo tempo não expressou qualquer motivo de reação (estava imóvel).

Após mais um intenso debate e da coleta de informações das concepções expostas pelos estudantes, foram organizados de forma significativa o conceito da ação e reação na estrutura cognitiva dos estudantes constituintes da turma.

E por fim, foi proposta uma situação final o qual fazia a seguinte referência:

Consideremos o personagem Hulk o qual acerta com um soco a parte frontal de um jipe de combate, mesmo com as rodas travadas (não estão girando), o jipe desliza sobre a avenida. Como você explicaria essa situação?

Depois de mais uma abertura de discussão sobre o referido, entramos em cena desenvolvendo o conceito da força de atrito de maneira significativa para os estudantes, ou seja, sempre que a superfície de um corpo escorrega sobre outro, cada corpo exerce sobre o outro uma força paralela às superfícies. Essa força é inerente ao contato entre as superfícies e chamamos de força de atrito. A força de atrito sobre cada corpo tem sentido oposto ao seu movimento em relação ao outro corpo. As forças de atrito que atuam entre superfícies em repouso quando acontece uma tendência ao movimento. Para um tijolo em repouso numa ladeira, há uma tendência ao movimento, mas a força de atrito entre as superfícies em contato mantém o tijolo em repouso.

Por último, pedimos a resolução de um questionário entre os jovens envolvendo o Hulk ao término do capítulo leis de Newton. (Tais questões estão exemplificadas a seguir):

- a) Realizar o estudo crítico físico da força exercida pelo Hulk ao erguer um carro, visto que é bastante comum em suas ações realizar tal façanha;*
- b) O estudo da força de atrito exercida da superfície sobre o Hulk, quando o mesmo segura com seus braços um tanque de combate que quer avançar sobre o herói;*
- c) Fazer o diagrama de forças envolvendo o personagem incrível hulk sobre uma superfície plana qualquer;*

Visando uma reflexão crítica acerca do relato de experiência, foi proposto ao término do conteúdo um questionário para que os estudantes pudessem expor e fazer suas críticas aos novos métodos de ensino, no qual constavam as seguintes proposições:

1- No decorrer da pesquisa utilizamos abordagens dos conteúdos, séries animadas, tiras em quadrinhos e visualização de longas metragens. Qual sua opinião a respeito dessas novas práticas utilizadas nas aulas de física?

2- Em sua opinião tais propostas utilizadas em nossas aulas de física (tais como, as tiras em quadrinhos, longas e trechos de séries animadas), facilitaram no processo de aprendizagem da disciplina (em especial as Leis de Newton)?

3- Você desejaria acrescentar mais alguma proposta e ou recurso nas aulas utilizando esses temas que foram abordados nas aulas sobre as leis de Newton?

4- Você acha que as demais disciplinas poderiam utilizar tais recursos para facilitar o processo de aprendizagem?

Ao analisarmos as respostas provenientes dos alunos, verificamos que a concordância entre as opiniões foi quase que unânime (fato este, que “surpreendeu-nos”) Grande parte dos alunos gostou e enalteceu bastante a proposta de ensino das Leis de Newton utilizando o personagem Hulk. Conforme expressam a seguir, alguns trechos das devidas concepções expostas pelos estudantes:

“Ah professor, gostei muito. As aulas ficaram mais dinâmicas. Até eu que não gosto de participar das aulas, me entrosei. Estamos desenrolando mais o assunto, porque o personagem me prendeu mais na disciplina.”

“(…) Eu acho que sim, porque me prendeu mais nas aulas e na minha opinião as aulas ficaram bem mais divertidas (…)”

“Não tenho nada a acrescentar, graças a Deus, não foi àquela mesmice de sempre como eram com as outras aulas dos outros professores”

“Eu acho que não custava nada os outros professores mudarem um pouco a maneira de dar as aulas, assim como aconteceu com as aulas de física. Finalmente alguém que não fez apenas copiar no quadro”

Conforme tais concepções expostas pelos estudantes, esse tipo de abordagem sobre as leis de Newton utilizando o super-herói estimulou de maneira significativa à interatividade e o processo de aprendizagem dos estudantes com os questionamentos propostos em sala.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em inúmeras histórias em quadrinhos ou até mesmo nos cinemas os super-heróis realizam inúmeras façanhas que muitas vezes não nos damos conta da gama de conceitos físicos que estão envolvidos em suas ações; tais situações podem ser aproveitadas de maneira responsável, didática e lúdica no processo de ensino e aprendizagem da física. Com o nosso personagem principal - o incrível Hulk - não é diferente, podemos construir situações utilizando alguns recursos (tais como data show, filmes e entre outros mais) que envolvam nosso herói a fim de obter uma melhor apreensão do conteúdo leis de Newton.

Conforme tais resultados foram apresentados pela pesquisa, constatamos que existe uma ampla possibilidade de desenvolver métodos aos quais os alunos respondam positivamente, e que proporcione a sua motivação e interação nas aulas de física de maneira que o ensino venha a contribuir para que os estudantes façam uma interação com o mundo no qual estão inseridos.

A avaliação final realizada mostrou que o tipo de abordagem utilizada nas aulas foi proveitoso, possibilitando a observação do retorno dos estudantes quando do seu maior interesse pelo assunto.

Com a utilização do personagem Hulk foi possível construirmos de forma lúdica e motivante os conceitos das leis de Newton. No entanto, a partir deste relato de experiência podemos concluir que outros super-heróis podem ser pode ser aplicado a outros conteúdos físicos, abranger uma unidade temática ou até mesmo o ano letivo e pode ser utilizada também por professores de outros componentes curriculares e/ou disciplinas.

REFERÊNCIAS

ALVARES, B. A.; LUZ, A. M. R. Curso de física, v. 1 , 5.ed. São Paulo: Scipione, 2000.

AUSUBEL, D. P. A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

BARJA, P. R.; REDÍGOLO, L. M. Homem aranha e o ensino de física, Universidade do Vale do Paraíba, 2008.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura (MEC). Secretaria de Educação Média Tecnológica (Semtec). PCN - Ensino Fundamental, Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC - SEMTEC, 2002.

CARRON, W.; GUIMARÃES, O. As Faces da Física. 1 ed. São Paulo: Moderna, 2009.

DANTON, G. A divulgação científica nos quadrinhos: análise do caso Watchmen. Dissertação de mestrado, Universidade Metodista de São Paulo, Nov/1997.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. Uma metodologia para o ensino de física. In: DELIZOICOV D.; ANGOTTI, J. A. Física. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2003.

GASPAR, A. Compreendendo a Física: ensino médio. 1 ed. São Paulo: Ática, 2010.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – v. 1(3), p. 25-46, 2011.

SOUSA, D. Pica-pau, Superman, ET, MPB: o que tudo isso tem a ver com o ensino de física? Um relato de experiência. Universidade Estadual da Paraíba, 2011.

XAVIER, C.; PASSOS, C.; FREIRE, P. de T. COELHO, A. O uso do cinema para o ensino de física no ensino médio. p. 93-106, 2010.