



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro de Tecnologia e Ciências
Instituto de Física Armando Dias Tavares

Limarcos Ferreira Calaça

**Proposta de experimento de força de atrito direcionado a uma turma
inclusiva**

Rio de Janeiro

2018

Limarcos Ferreira Calaça

Proposta de experimento sobre força de atrito direcionado a uma turma inclusiva



Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado do curso de Física, ao Instituto de Física Armando Dias Tavares, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientadora: Prof.^a Dra. Maria da Conceição de Almeida Barbosa-Lima

Rio de Janeiro

2018

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC-A

SXXX Ferreira, Limarcos.

Proposta de experimento sobre força de atrito
direcionado a uma turma inclusiva / Limarcos Ferreira
Calaça. – 2018.

?? f. : il.

Orientador: Maria da Conceição Barbosa e Lima.

Monografia - Universidade do Estado do Rio de Janeiro,
Instituto Roberto Alcantara Gomes.

1. XXXXXXXXXXXX 2. XXXXXXXXXXXX. I. Barbosa Lima,
Maria da Conceição. II. XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX. III.
Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto
Roberto Alcantara Gomes. III. Título.

CDU XXX.XX

Autorizo para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta
Monografia.

Assinatura

Data

Limarcos Ferreira Calaça

Experimento sobre força de atrito direcionado a uma turma inclusiva

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado com requisito parcial para obtenção do título de Licenciado do curso de Física, ao Instituto de Física Armando Dias Tavares, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovada em _____ de _____ de 2018.

Banca Examinadora:

Prof^a. Dra. Maria da Conceição de Almeida Barbosa-Lima
Instituto de Física Armando Dias Tavares - UERJ

Prof^a. Dra. Giselle Faur de Castro Catarino
Instituto da Física Armando Dias Tavares - UERJ

Prof. Dr. Frederico Alan de Oliveira Cruz
Departamento de Física - UFRRJ

Rio de Janeiro
2018

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha mãe Odete Rosa de Jesus Calaça, a quem devo tudo na vida. Também à meu pai José Adelino de Queiroz, que mesmo não estando aqui para ver este feito, seus valores passados a mim permanecem fortes como aço.

AGRADECIMENTOS

Fatalmente eu iria precisar de cinco a seis páginas para conseguir agradecer a todo mundo que de alguma forma fez parte desta caminhada que não foi curta. São tantos nomes que quando paro para pensar e analisar, fico orgulhoso do ótimo trabalho que fiz mantendo todas essas pessoas por perto, e cultivando suas confianças. Porém, alguns nomes são de tamanha relevância que me sinto na obrigação de citá-los.

Primeiramente gostaria de agradecer com todo o meu amor, à minha mãe dona Odete Rosa de Jesus, a mulher mais trabalhadora que já conheci e conheço. Por toda a paciência que teve e que continua tendo comigo, por todas as vezes que me fez lembrar que o caminho mais digno, é o das pedras, e por todas as barras que já segurou para garantir a educação minha e de meus irmãos. Agradeço também a eles, Marcondes e Bruna, por sempre estarem por perto.

Agradeço enormemente à minha orientadora, Prof. Dr. Maria da Conceição de Almeida Barbosa -Lima, por ter acreditado neste trabalho, mesmo tendo eu a procurado de última hora. Muito obrigado, de coração.

Gostaria de agradecer a todos da secretaria de física da UERJ pelo ótimo trabalho que fazem e pela paciência que têm com os alunos, mesmo nas épocas difíceis.

Meu mais sincero obrigado ao casal, que foram os primeiro em plantar essa semente em minha cabeça, muito, mas muito obrigado Dr. Wilson Lourenço Ferreira e Dra. Izilda Bacil, por me mostrarem o caminho, terem acreditado em mim, e principalmente por sempre se preocuparem com minha educação, mesmo eu sendo esse amigo relapso.

Aos amigos irmãos que jamais saíram do meu lado não importando o momento, Alan Nunes, Adilson Adão, Paulo Cezar Machado, Elton Rodrigues, Cátia Alves, Mariana Farias, Ana Tharoell Farias, Raquel Veríssimo, Vander de Melo, Elídia Grazielle, Thiago Fernandez, José Thieri, Adalberto Gomes, Adalberto Júnior, William Pina sempre me perguntando se um dia eu terminaria a graduação. Alguns destes menos presentes que outros, mas ainda assim sempre me tocando com palavras de carinhos ou mesmo com conversas abstratas nas mesas de bar. Muito obrigado a todos vocês.

Um obrigado especial ao meu eterno rival Johnes Martins, por me deixar imprimir todos os artigos, trabalhos, currículos e relatórios em sua casa, e por todas as conversas de descontração. Muito obrigado meu brother, continue treinando bastante.

Aos amigos que diretamente viram essa caminhada, Felipe Silveira, Bernardo Alves, André Nascimento, Rennan Alexandre, Rodrigo Dias, Rodrigo Patrício, Mateus Cerqueira e Michel França, todos já formados e alguns na cara do doutorado, nunca me deixariam desanimar. Obrigado a todos, pelas conversas, estudos em grupo, ensinamentos, churrascos, partidas de futebol, e pelas piadas ruins, das quais as risadas eram do piadista e não da piada.

Obrigado mil vezes a todos que direta ou indiretamente contribuíram nessa jornada. Mesmo os que não estão mais entre nós, muito obrigado.

“Minha mente é minha arma, e uma mente precisa de livros assim como uma espada precisa de uma pedra de amolar para mantê-la afiada. Por isso eu leio.”

(Tyrion Lannister)

RESUMO

CALAÇA, Limarcos Ferreira. *Experimento sobre força de atrito direcionado a uma turma inclusiva*. 2017. xx f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) – Instituto de Física Armando Dias Tavares, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

Este trabalho apresenta a proposta de uma atividade que pode ser aplicada em uma turma onde se tem um ou mais alunos com deficiência visual, seja ela a baixa-visão ou mesmo a cegueira completa. Como objetivo principal, procura-se ensinar à turma o conceito de força de atrito, assim como o de coeficiente de atrito. Para isso utiliza-se uma metodologia onde, em uma aula de 100 minutos, usa-se três experimentos de baixo custo no intuito de trazer o fenômeno para um referencial tátil, visto que existe uma preocupação de ensinar de forma adequada os conceitos físicos para todos os alunos, mesmo reconhecendo suas dificuldades. A análise dos resultados da proposta, pode ficar por conta das observações feitas em cima dos alunos, de suas participações nos debates que se formarão.

Palavras-chave: Educação Inclusiva, Ensino de Física, Deficiente Visual, Física Experimental

ABSTRACT

This work presents the proposal of an activity that can be applied in a class where there are one or more students with visual impairment, be it low vision or even complete blindness. The main objective is to teach the class the concept of frictional force, as well as the coefficient of friction. For this, a methodology is used where, in a 100-minute class, three low-cost experiments are used in order to bring the phenomenon to a tactile referential, since there is a concern to adequately teach the physical concepts for all the students, even acknowledging their difficulties. The analysis of the results of the proposal can be due to the observations made on the students, their participation in the debates that will take place.

Keywords: Inclusive Education, Physics Teaching, Visual Impairment, Experimental Physics

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Ilustrações feitas à mão dos experimentos 1 e 3.	29
Figura 2: Desenho à mão do experimento 2.	30
Figura 3: Rugosidades entre corpos em contato.	31
Figura 4: Relação da força normal com o peso em dois casos diferentes.	32
Figura 5: Força de atrito dinâmico, menor que a intensidade que a força aplica ao corpo.	32
Figura 6: Força de atrito em equilíbrio com a força aplicada ao corpo.	33
Figura 7: Força F supera a máxima força de atrito estático, o bloco entra em movimento.	34
Quadro 1: Coeficientes de atrito estático e dinâmico entre alguns materiais.	34
Figura 8: Gráfico da força de atrito em função da força exercida no corpo.	35
Figura 9: Plano inclinado até que o corpo fique na iminência de escorregar.	36
Figura 10: Desenho adaptado. Bloco em repouso e em movimento.	42
Figura 11: Desenho adaptado. Bloco deslizando em um plano inclinado.	43
Figura 12: Desenho adaptado da equação do coeficiente de atrito.	43
Figura 13: Lixas de madeira coladas em EVA. Experimento 1.	44
Figura 14: Tábuas de madeira e dobradiças. Material para o experimento 3.	45
Figura 15: Experimento 3 em montagem.	45
Figura 16: Transferidor adaptado.	46
Figura 17: Experimento 3 completamente montado.	46

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
1.1 Deficiência visual	17
2. EDUCAÇÃO INCLUSIVA	19
2.1 A Cegueira no contexto histórico	21
3. MOTIVAÇÃO	23
3.1 A formação dos professores	24
4. SITUAÇÃO PROBLEMA	27
4.1 Objetivos do trabalho	28
4.2 Os experimentos propostos	28
5. FORÇA DE ATRITO DINÂMICO	30
5.1 Força de atrito estático	33
6. PROPOSTA DE EXPERIMENTO	36
6.1 Utilização do experimento 3	37
7. DISCUSSÕES FINAIS	39
BIBLIOGRAFIA	39
APÊNDICE A	42
APÊNDICE B	44

1. INTRODUÇÃO

1.1. Deficiência visual

As pessoas com deficiência visual não são apenas aquelas que se encontram totalmente privadas de estímulos luminosos (ausência total da visão), mas também aquelas que têm sua capacidade de enxergar reduzida de modo intenso ou menos intenso, o que caracteriza as atualmente chamadas pessoas com baixa visão, antigamente denominadas com visão subnormal.

O termo deficiência visual está associado a um estado irreversível de diminuição da capacidade visual de um indivíduo, ocasionada por fatores congênitos (patogênias) ou ambientais (patologias, lesões, tumores etc.), e que se mantém mesmo após a sua submissão a procedimentos clínicos (terapias) e / ou cirúrgicos e o uso de auxílios ópticos convencionais (óculos, lentes de contato) (COSTA, NEVES e BARONE, 2006, p. 144). É preciso considerar, entre outros fatores, se a cegueira é congênita ou adquirida, pois um sujeito cego de nascença não é igual àquele que adquire essa condição ao longo da vida (GONZÁLEZ, 2007).

Uma definição mais formal, está no decreto 5296/04 (BRASIL, 2004), onde versa no capítulo II, artigo 5º, parágrafo primeiro e alínea c; que cegueira, significa uma acuidade visual igual ou menor que 20/200 ou 0,05 no melhor olho e com a melhor correção óptica (o que significa dizer que, após todas as correções possíveis, o deficiente vê a menos de 20 metros o que uma pessoa de visão comum enxerga a 200), e baixa visão, uma acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; e ainda os casos nos quais a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60º; ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores.

Além dessas duas disfunções visuais, existe também a ambliopia, que é a baixa visão em um dos olhos que não se desenvolveu adequadamente na infância, às vezes chamado "olho preguiçoso" ou "olho cansado". Isto ocorre apesar do olho ser anatomicamente normal. A condição é frequente acometendo de 2 a 5% da população. Embora se discuta a idade limite para se recuperar a ambliopia, considera-se, sob o ponto de vista prático, irreversível a não tratada até os 8 anos de idade (PROCIANOY et al., 2014, p. 717).

As principais causas de cegueira são catarata, glaucoma, retinopatia diabética, cegueira infantil e degeneração macular (que afeta tanto a visão de longe como a de perto, podendo dificultar ou impedir atividades importantes como a leitura).

De acordo com Costa (2006), existem vários tipos de classificação para a deficiência visual que pode ser classificada quanto:

- A limitação visual: que pode leve, moderada, severa, profunda e total;
- Ao comprometimento do campo visual: central , periférico ou sem alteração;
- Cronologia: congênita ou adquirida.

Além disso, se a deficiência visual tiver alguma relação com outra deficiência, como a surdez por exemplo, ela é dita múltipla.

Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), 246 milhões de pessoas sofrem de perda moderada ou severa da visão, 90% dessas pessoas vivem em países em desenvolvimento. A agência calcula que 19 milhões de crianças com menos de 15 anos tenham problemas visuais e desse total, 12 milhões sofrem de condições que poderiam ser facilmente diagnosticadas e corrigidas se tratadas no devido tempo (OMS, 2009).

A Organização cita ainda que quase 1,5 milhão de crianças têm o que é chamado de cegueira irreversível, e nunca mais voltarão a enxergar e que dois terços dessas crianças morrem antes de completarem dois anos de vida.

Ainda segundo a OMS, de cada dez casos de perda de visão, oito poderiam ser evitados se detectados precocemente com visitas periódicas ao oftalmologista. Embora a maioria dos problemas oftalmológicos se manifeste a partir dos 40 anos, hoje se recomenda que a primeira consulta médica deva ocorrer quando a criança tem entre dois e três anos. No início da escolarização todas devem ser submetidas a exame de acuidade visual: os vícios de refração (miopia, hipermetropia e astigmatismo) quando não corrigidos podem levar à perda visual.

No Brasil, dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2015, dizem que 3,6% da população tem algum tipo de deficiência visual, onde são mais comuns nas pessoas acima de 60 anos de idade. O grau intenso ou muito intenso impossibilita 16%

destas pessoas de trabalhar, realizar tarefas comuns e até mesmo de se relacionarem socialmente, o que acaba causando uma certa segregação social.

Cabe aos governantes garantirem políticas públicas ideais, claras, que foquem em oferecer oportunidades de inclusão a essas pessoas. Já existem políticas públicas de inclusão social, respaldadas por leis ou até mesmo pela Constituição Federal de 1988, porém a falta de políticas públicas por atingir as pessoas com menores condições de acesso, acaba fazendo com que situações de exclusões se agravem cada vez mais na sociedade.

2. EDUCAÇÃO INCLUSIVA

Uma democratização do ensino pressupõe garantir a todos o direito de participar do processo de escolarização assim, há de se democratizar a oferta de vagas nas escolas públicas tanto quanto nas privadas, atendendo à diversidade das demandas populares, inclusive as pessoas com deficiência. Garantir escolarização de qualidade a todos, significa aceitar e valorizar a diversidade das classes sociais às condições concretas e o estilo de cada indivíduo para aprender (MIRANDA, 2008).

Pensar em inclusão escolar é um exercício que precisa ir além da ideia de pôr a pessoa com deficiência na sala de aula, é preciso que se pense em todas as adaptações possíveis desde arquitetônicas, como rampas e elevadores, até os devidos estratégias de mobilidade de pessoal, capacitados a atender estes alunos necessitados de tratamentos especiais.

No que toca ao cidadão com deficiência visual é preciso, além das devidas adaptações em sala de aula, como incluir recursos didáticos, sonoros e táteis (trocar o referencial visual), que os professores estejam devidamente preparados para lidar com esse público que se encontra cada vez mais presente nas salas de aulas de ensino regular, de modo que isso não se torne o modelo de *escola especial* onde não se mesclam os conceitos de educação e vida social do aluno deficiente visual.

Para Vygotsky essa escola especial suposta inclusiva vem sendo antissocial com o tempo, formando indivíduos antissociais, ao criar uma ruptura sistemática entre a pessoa com deficiência e o ambiente normal (VYGOTSKY, 1989). Para o autor a escola especial para cegos é um ambiente artificial que não apresenta nada em comum com o ambiente real do aluno com deficiência. Ainda de acordo com o autor:

Devemos pensar em como incluir e integrar o cego, o mais cedo possível, na vida. O cego deve viver uma vida em comum com os videntes e, para isso, deve estudar na escola regular. É certo que os elementos específicos do ensino especial devem ser devidamente preservados na escola especial ou introduzi-los na escola comum. Em princípio deve-se integrar os dois sistemas. Com o fim de vencer o espírito antissocial da escola especial, é necessário realizar uma experiência cientificamente fundamentada no ensino e na educação compartilhada, entre cegos e videntes. Experiência essa que tenha um futuro promissor. (VYGOTSKY, 1984, apud MIRANDA, 2008, p. 64).

Embora seja essa uma crítica a um modelo de escola especial, o autor considera seus méritos. Vygotsky sempre defendeu o princípio de que a criança com deficiência não tem que ser considerada menos desenvolvida nos aspectos cognitivos dos que as outras crianças, mas sim alguém que se desenvolve de uma maneira diferente, à sua própria maneira, mostrando assim a importância de se criar um ambiente social adequado mais próximo possível da realidade da criança deficiente visual.

No Brasil, até 1970, não se via o poder público direcionando políticas públicas apropriadas às pessoas com necessidades especiais. O avanço se deu já na década de 70 devido, possivelmente, à ampliação do acesso à escola pela população (FERRASA et al., 2016). Desde então, seguindo o princípio da integração escolar, surgiu na década de 1990 um novo discurso político em defesa da educação inclusiva no Brasil.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) – Lei 9394 de 1996, em seu capítulo V, artigo 58, passa a abordar a educação especial como modalidade de educação escolar, oferecida na rede regular de ensino, para todo e qualquer educando portador de deficiência. Atualmente a definição mais completa para os alunos da educação especial e inclusiva se encontra no artigo 3º da Resolução nº2/2001 do Conselho Nacional de Educação (CNE/CEB), na qual se refere a eles como “[...] os que apresentam necessidades educacionais especiais [...]” (FERRASA et al., 2016, p. 1674).

Ainda no artigo 8º da Resolução do CNE/CEB nº 17/2001, “cabe às escolas da rede regular de ensino prever e prover a organização de suas classes comuns”, onde no primeiro parágrafo, incorpora a capacitação e especialização dos professores para isto. Desta maneira, o professor precisa ter a capacidade e habilidade necessárias para lidar com esse público necessitado de uma educação especial de qualidade, acima de tudo.

2.1. A cegueira no contexto histórico

As concepções sobre a cegueira se colocam através do tempo em uma dualidade onde, de um lado, os cegos são concebidos e descritos nas estórias cotidianas, como pobres, indefesos, inúteis e desajustados, muitas vezes tolos e dignos de piedade. Desta maneira segundo Amiralian (1997), tem-se a imagem dos cegos como vendedores de bilhetes, ou cegos cancioneiros do Nordeste, que cantam suas mazelas em troca de moedas para sua subsistência. Por outro lado, há a visão do cego como uma pessoa possuidora de uma clareza intelectual “insights” e portadores de poderes sobrenaturais. Existe a ideia comum dos sextos sentidos dos cegos. Os cegos misteriosos, possuidores de dons que os tornam capazes de um conhecimento que ultrapassa o tempo e o espaço, e que está além das aparências (AMIRALIAN, 1997, p. 23).

A falta de conhecimento da sociedade, em geral, faz com que a deficiência seja considerada uma doença crônica, um peso ou um problema (MACIEL, 2000). O estigma da deficiência é grave, transformando as pessoas cegas, surdas, com deficiências mentais ou físicas em seres incapazes, indefesos, sem direitos, sempre deixados para o segundo lugar na ordem das coisas.

Ao olhar a cegueira através de um prisma histórico, é possível perceber diferentes sentimentos que os seres humanos tiveram em relação aos deficientes visuais. Compaixão, temor e admiração misturam-se em uma receita de sentimentos através dos tempos (HUGONNIER & CLAYETTE, 1989).

De acordo com Miranda (2008), a França, a Síria e Jerusalém, nos séculos V, VII, X, XI e XII, foram os primeiros a se preocuparem a providenciar assistências e alojamentos aos cegos, com a fundação de asilos e lares. A ideia de ensinar-lhes um ofício e reintegrá-los à sociedade foi desenvolvida por Valentin Haüy (1745-1822) que era especialista em língua estrangeira, em 1784, com a fundação do Instituto Nacional dos Jovens Cegos, em Paris.

Neste contexto, já se tinha a ideia de que o tato seria um sentido ótimo para ser trabalhado, sendo Diderot em 1749 quem primeiro chamou a atenção para este fato, seguido de Rousseau. Porém foi Haüy quem primeiro elaborou um método novo de escrita e leitura para os deficientes visuais (BARBOSA-LIMA et al, 2015). De acordo com os autores:

Valentin Haüy foi especialista em línguas estrangeiras e sabia melhor que qualquer um a falta que faz não saber ler e escrever. Tendo conhecido a língua

de sinais formulada pelo abade L'EPÉE para surdos, começou a pensar em criar um método de inserção social para os cegos. Mas o método criado por Haüy era baseado nas letras cursivas o que provocou a perda de habilidade dos cegos na escritas e na leitura assim que perdiam o apoio do ensino (BARBOSA-LIMA et al, 2015, p. 5).

Após Haüy, surge Charles de La Serre (1767-1841), capitão de artilharia francês que, por volta de 1811, desenvolveu um método de escrita noturna cuja ideia principal era a comunicação com outras tropas e entre os soldados em campanha. Seu sistema se baseava em um tabuleiro de 36 quadrados que relacionavam cada um com um som. Cada som estava representado no tabuleiro por um paralelogramo de pontos. Esse sistema destinava-se, basicamente, à emissão de sons, pois, segundo Barbier, soletrar era supérfluo para as massas.

No ano de 1815 Barbier publicou uma obra sobre escrita rápida que se podia classificar em três categorias: escrita fácil, de combinação e escrita acelerada. A escrita fácil de caráter filantrópico, baseava-se nas combinações de sinais simples que representavam letras e sons que o aluno deveria previamente conhecer (BARBOSA-LIMA et al, 2015). Seu código era composto de 12 pontos que podiam ser perceptíveis ao tato como eram aos olhos, distribuídos em duas colunas de seis pontos. Dessa forma, ele realizava as combinações, totalizando os 36 pontos. Embora sua proposta tenha sido de começo, bem aceita pelo público alvo, ela foi se mostrando inadequada, uma vez que não se podia realizar cálculos, por exemplo.

Em 1821, Barbier visitou a escola de Haüy e apresentou seu sistema, com a intenção de que viesse a ser utilizado pelos alunos cegos. Seu código era considerado extremamente difícil de ser decodificado pelos militares em situações reais de guerra. Durante a noite, na escuridão, a comunicação não acontecia e seu código não foi aprovado pelos militares franceses. Porém, seu código foi mostrado ao Instituto Real de Jovens Cegos, onde foi bem recebido.

Foi Louis Braille (1809-1852), contemporâneo de Barbier, quem enfim, conseguiu criar o método mais eficaz de leitura e escrita para pessoas cegas. Na época, Louis Braille então jovem de aproximadamente quinze anos, frequentava o Instituto e se mostrava atento à novidade apresentada. Braille fez sugestões interessantes e para o espanto e desaprovação de Barbier, modificou seu sistema. Ele adaptou a quantidade de pontos reduzindo de doze para

seis pontos, com combinações de três pontos, o que facilitou a percepção por meio do tato. Adaptou ao sistema alfanumérico fazendo a combinação de pontos em alto relevo, em aproximadamente 63 combinações. O sistema de Braille, que carrega seu nome como homenagem, foi aceito mundialmente como um método oficial de escrita e leitura para pessoas cegas, e é usado até hoje.

3. MOTIVAÇÃO

Uma pessoa ser portadora de alguma deficiência seja ela física, sensorial ou intelectual, não significa que esta tenha uma capacidade cognitiva menor de aprender ou de desenvolver uma habilidade do que outra pessoa qualquer. Ao longo da história e chegando aos dias hoje, é possível encontrar relatos de pessoas tidas como *gênios*, que superaram suas deficiências e deixaram suas marcas na história.

Na área artística, pode-se citar Ludwig van Beethoven (1770-1827), um dos maiores compositores da história, atormentado em toda sua vida por uma surdez progressiva sem diagnóstico definitivo. Em carta, Beethoven escreve suas angústias ao amigo Franz Gerhard Wegeler em 21 de junho de 1801, quando tinha 31 anos de idade, de acordo com Bento (2009, p. 318):

Você tem tido notícia da a minha situação? Os meus ouvidos nos últimos três anos estão cada vez mais fracos. Frank o diretor do Hospital de Viena procurou retonificar o meu organismo com tônicos e meus ouvidos com óleo de Mandorle. Não houve nenhum efeito, a surdez ficou ainda pior. Depois um asno de um médico me aconselhou banhos frios o que me levou a ter dores fortes. Outro médico me aconselhou banhos rápidos no Danúbio, todavia a surdez persiste, as orelhas continuam a rosar e estalar dia e noite. Te confesso que estou vivendo uma vida bem miserável. Há quase 2 anos me afastei de todas as atividades sociais, principalmente porque me é impossível dizer às pessoas: Sou surdo!... Se minha profissão fosse outra, talvez poderia me adaptar à minha doença, mas no meu caso a surdez representa um terrível obstáculo [...].

Beethoven como é de conhecimento universal, foi um gênio em sua área musical, e suas composições seguem atemporais. Sua perda auditiva fez com que ele abandonasse sua carreira de concertista e diretor musical, mas não influenciou em suas obras sendo inclusive sua maior criação, a nona sinfonia, criada entre 1822 e 1824, já na sua fase completamente surda.

Na área das ciências exatas, a história mostra que Johannes Kepler (1571-1630) mesmo com visão múltipla (poliopia) e dificuldade de enxergar de longe por conta dos efeitos da varíola, foi capaz de se tornar astrônomo teórico, descrevendo as órbitas planetárias e enunciando suas três leis fundamentais à mecânica celeste. De acordo com relatos do próprio cientista, ele não podia fazer observações, assim, seus cálculos se baseavam nas observações de terceiros, mas especificamente Tycho Brahe, de quem herdou seu legado científico (BARBOSA-LIMA et al, 2015).

Na Universidade de Cambridge, Reino Unido, o cientista inglês Nicholas Saunderson (1682-1739) que curiosamente morreu com a mesma idade de Beethoven, criou uma aritmética palpável, através de uma tabela com alfinetes cravados nela, designando números. De acordo com Barbosa-Lima (op. cit.), Saunderson não se limitou à aritmética apenas. Em Cambridge: *“lecionou óptica, falando da natureza da luz e das cores, explicou a teoria da visão, tratou dos efeitos das lentes, dos fenômenos do arco-íris e de várias outras matérias relativas à vista e a seu órgão”*. Nicholas Saunderson perdeu sua visão quando ainda era criança.

Todos estes exemplos são ótimos em corroborar a ideia de que todas as pessoas têm capacidades diferentes de aprendizado, e que não é porque elas possam ter algum tipo de deficiência que elas são incapazes de aprender algo até considerado complexo, como escrever uma sinfonia completa como Beethoven fez brilhantemente ao escrever sua *Nona Sinfonia*, que dura em média longos 80 minutos. O caso de Kepler é um bom exemplo que ilustra o fato de que mesmo pessoas com necessidades especiais visuais, podem não apenas aprender ciência, como compô-la, contribuindo de maneira bastante forte aos estudos da Natureza (BARBOSA-LIMA et al, 2015).

3.1 A formação dos professores

Por outro lado, existe ainda no meio acadêmico uma grande preocupação no que se refere a formar professores capazes de contornarem algumas situações conflituosas em sala de aula. Estas que vão desde desentendimentos entre alunos e professores, a como usar uma metodologia adequada para ensinar certos conteúdos para alunos com algum tipo de deficiência, seja ela intelectual ou física. Muitos educadores ainda não sabem como lidar com alunos necessitados de educação especial, não tiveram a devida instrumentação em suas formações e isso se torna hoje em dia um peso considerável para esses alunos, que se encontram cada vez em maior número, matriculados em turmas regulares.

É sabido que um bom profissional deve carregar consigo as competências necessárias para analisar uma situação de risco, propor soluções aos problemas que possam se apresentar, se possível, gastando o menor tempo, recurso e esforço para solucionar o problema.

Na linguagem popular, o termo competência é usado como “ser capaz de fazer algo de modo bem feito”. Em outra acepção, competência designa a faculdade concedida por lei a um funcionário, juiz ou tribunal, para apreciar e julgar certos pleitos e questões, a qualidade de quem é capaz de apreciar e resolver determinado problema, de fazer alguma coisa com capacidade, aptidão e idoneidade (DEPRESBITERIS, 2016). Perrenoud (2002) refere-se a essas competências como uma orquestração de diversos recursos cognitivos e afetivos para enfrentar um conjunto de situações complexa.

Tais habilidades podem nascer e se desenvolver no decorrer da vida social do indivíduo, mas também podem ser aprendidas e desenvolvidas por meio de conhecimentos adquiridos em um espaço de tempo relativamente curto, através de cursos, graduações, etc.

Uma preocupação paralela, agora no que diz respeito a cursos de licenciatura como o da física, o da química e o da biologia, é de que ainda se formam professores com pouco poder de estratégias quando o que se necessita é uma aula totalmente experimental em laboratório. O que se vê nas turmas de ensino médio até mesmo em escolas particulares, são laboratórios em parte - ou totalmente - abandonados, professores que não tiveram os ensinamentos necessários para o comando e gerência de um laboratório técnico, ou tiveram, porém não pretendem ceder uma parte de seu tempo para esse tipo de prática se ela não se faz obrigatória no instituto onde trabalham. Por essa linha, pode-se pensar em uma má vontade da parte do professor, que, quando muito, delega essa competência a um possível monitor (estagiário) de sua matéria, ou mesmo um técnico local que, dependendo do instituto, é um técnico geral que tem que ser capaz de dar conta de assuntos que não são de seu total domínio. Na maioria das vezes, esse véu de descaso cai em cima apenas do aluno, que terá sua formação, infelizmente, incompleta.

Durante o ano de 2014, eu tive a oportunidade de trabalhar em uma escola particular como monitor da disciplina de física auxiliando os alunos com a matéria, tirando suas dúvidas que os professores não tinham tempo para sanar. Esta prática que serviu como estágio externo obrigatório do curso de graduação, me fez pensar bastante sobre o ensino das ciências naturais e a utilização da experimentação como meio relevante para esse fim. Na escola em questão, todos os aparelhos de experimentação do curso de física estavam lacrados, os alunos não tinham a parte laboratorial como uma parte da disciplina, materiais para os experimentos de química eram escassos. Perguntados, os professores diziam que não tinham o costume de

aplicar as práticas necessárias às ciências naturais, porque já era um costume da escola e, mesmo que quisessem, os alunos não tinham o interesse, porque assim já foram acostumados. Não há o que se mudar: diziam eles.

O Instituto de Física Armando Dias Tavares da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, tem ao longo dos últimos anos a preocupação em formar professores de física capazes de serem reflexivos, inclusivistas através de seus estágios contidos no currículo obrigatório da licenciatura, e através de algumas disciplinas eletivas voltadas para a inclusão de alunos com deficiências.

Uma dessas disciplinas eletivas, chama-se *Ensino de Física e Inclusão Social*, criada em 2007 e tendo sua primeira turma iniciada no segundo semestre deste mesmo ano. Esta disciplina tem por objetivo a preparação adequada de seus futuros professores para o mercado de trabalho real (por hora gostaria de me limitar aqui às salas de aula do ensino médio), onde fatalmente haverá alunos com deficiências em suas mais variadas modalidades.

No começo de sua história, a proposta da disciplina em ementa, era abranger as dificuldades em se ensinar alunos com deficiência tanto visual quanto auditiva (BARBOSA-LIMA, 2014). Porém, com o tempo, essa ótica teve que ser remodelada, como cita a professora da disciplina do segundo semestre de 2013, Prof^a Maria da Conceição Barbosa e Lima, em um artigo feito com o auxílio dos alunos da turma naquele semestre, o que gerou um CD¹ de nome “ Experimentos de física para deficientes visuais” reunindo os trabalhos dos alunos. Diz a autora:

Com o fluir do tempo vimos que estávamos, provavelmente pela proximidade pessoal e profissional com o professor Eder Pires de Camargo², dedicando-nos com maior intensidade aos problemas, e conseqüente busca de soluções, para o ensino de Física para deficientes visuais, não que houvesse ou haja uma grande facilidade de encontrarmos farta bibliografia a respeito. (BARBOSA-LIMA, 2014, p.12).

¹ **Experimentos de física para deficientes visuais.** Publicado pela Biblioteca Prof. Francisco Alcântara Gomes Filho – Instituto de Física Armando Dias Tavares -UERJ

² Doutor em Educação pela Universidade Estadual de Campinas (2005), possui graduação em Licenciatura em Física (1995), mestrado em Educação para a Ciência (2000) e Pós-doutorado (2006) pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Campus de Bauru. É sócio efetivo da Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC) e da Sociedade Brasileira de Física (SBF). Tem experiência no campo da Educação, com ênfase em Ensino de Ciências, atuando principalmente no tema: ensino de física para alunos com deficiência visual. No cenário brasileiro e em atividade, Eder Pires de Camargo, entre dezenas de artigos e livros publicados a respeito de ensino e inclusão tendo como foco principalmente a inclusão do aluno deficiente visual, ajuda a compor o pouco acervo que trata do tema em citação.

Desta maneira, o enfoque da disciplina passou a ser dado em cima dos estudos das dificuldades que os portadores de deficiência visual encontram nos meios sociais e principalmente educacionais onde, por meio destes, ela tenta propor soluções que visam a inclusão destes alunos.

Assim, o trabalho que se apresenta aqui, foi iniciado nesta mesma turma de 2013, como trabalho final para a obtenção da nota necessária para concluir a disciplina. À época, falava-se de experimentos de baixo custo (feito com materiais de fácil acesso e baratos), fáceis de se manusear e lúdicos, de modo a serem aplicados em uma turma real e inclusiva, onde se encontram tanto alunos videntes, como alunos com deficiência visual (não necessariamente cegos, mas também os de baixa visão). A proposta visava a elaboração de experimentos que, se aceitos como parte das tarefas de laboratório, fariam com que o Instituto gastasse o mínimo possível com os materiais utilizados na confecção da prática

4. SITUAÇÃO PROBLEMA

Na Pesquisa em Educação em Ciências são praticamente inexistentes os registros sobre o ensino dirigido aos portadores de necessidades especiais. As poucas informações existentes dizem respeito a ensaios ou observações isoladas, mas nada que represente uma base de dados bem estruturada; e isso ocorre tanto com as questões psicológicas, como com as metodológicas ou epistemológicas.

Na literatura especializada, ainda é pequena a quantidade de trabalhos sobre esse tema. Entre esses poucos, a maioria refere-se à instrumentação adaptada a cegos ou simplesmente divulga os poucos projetos em desenvolvimento na área.

Autores também que como Morrone (2009, p.3), defendam a prática laboratorial inclusiva, preservados os cuidados necessários, pois talvez em nenhuma outra forma de educação os recursos didáticos e a experimentação assumam tanta importância como na educação especial de pessoas com deficiências visuais.

Levando em conta uma aula de física do ensino médio, parte-se da seguinte situação problema: como seria ensinar os conceitos de atrito estático, atrito dinâmico e coeficiente de atrito entre duas superfícies, para uma turma do ensino médio, onde pelo menos um dos alunos, é um sujeito com deficiência visual? Existe uma metodologia eficaz, de modo que contemple ao mesmo tempo os alunos videntes quanto os alunos não videntes? Que tipo de instrumentação pode e é possível usar em uma aula onde o objetivo é a compreensão do fenômeno citado? É possível também estruturar um meio justo de avaliação da aprendizagem

do tema, sem que as desvantagens da falta da visão dos alunos deficientes signifiquem alguma coisa?

4.1 Objetivos do trabalho

No contexto da situação problema citada acima, com este trabalho, pretende-se observar quais são as dificuldades específicas que os alunos têm em uma aula de física onde se aborda o tema “atrito”, mais especificamente força de atrito e seus efeitos, tomando como referencial o ensino inclusivo de alunos com deficiências visuais.

Os experimentos que serão propostos têm que ser de fácil acesso, barato para a instituição e de fácil manuseio para os alunos, o que significa dizer que eles mesmos podem montar e manusear os experimentos, e através destes, pretende-se burlar todas essas dificuldades que possam se apresentar, na medida em que for possível fazer. Em resumo, pretende-se que os alunos tenham uma visão geral do fenômeno força de atrito.

Tão importante é citar, esse trabalho busca também levantar duas bandeiras:

- Incentivar os professores das ciências naturais a se dedicarem mais às atividades em laboratórios, como peça fundamental para um ensino de melhor qualidade, e melhor entendimento dos fenômenos naturais por parte do aluno;
- Somar esforços aos projetos e ideias, já publicados, que visam a inclusão dos alunos portadores de deficiência visual. Seja ela total ou parcial.

Haja vista o crescimento do número de alunos com necessidades especiais nas turmas de ensino regular, não se pode fazer vista grossa sobre como a educação destes alunos está sendo dada. É preciso que se tenha um amplo acompanhamento por parte das escolas, dos governantes e da sociedade. O aluno com deficiência tem que estar incluso, e além disso se sentir incluso.

4.2 Os experimentos propostos

Experimento 1 - Plano com atrito.

- Pedaco quadrangular de espuma vinílica acetinada (E.V.A.) com duas texturas diferentes de “lixa”, coladas. Preço estimado de R\$ 8,00. Seu objetivo é proporcionar a sensação tátil de rugosidade, aspereza entre a superfície da mão do aluno e a do plano contendo as lixas.

Experimento 2 - Desenhos em alto relevo, adaptado.

- Folha A4 com desenhos feitos à mão, em tinta expansível, colorida, com o objetivo de mostrar como as forças normal, peso e de atrito se comportam, quando um bloco desliza em um plano normal, e inclinado, também quando se encontra em repouso. Preço estimado em aproximadamente R\$ 10,00 gastos apenas com as tintas.

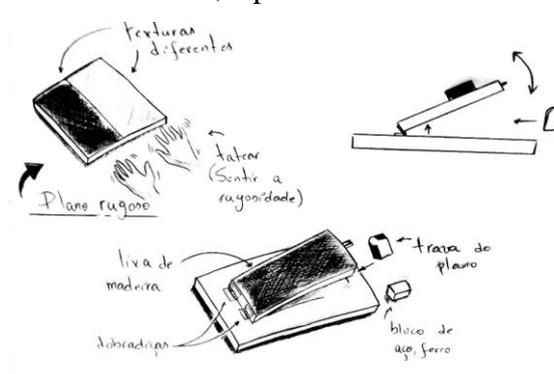
Experimento 3 - Plano inclinado com atrito

- Plano móvel capaz de ser inclinado até 90°, sobre uma tábua quadrangular, onde um pequeno bloco de aço, ou de outro material, pode ser colocado para deslizar. Aqui a intenção é verificar o coeficiente de atrito entre o bloco e a superfície. Preço estimado, R\$ 15,00 gastos em todas as peças juntas. Acrescenta-se aqui um transferidor não mais caro que 3 reais.

Uma observação aqui se faz necessária; os preços citados são uma estimativa grosseira, baseados no que foi gasto à época em que esse mesmo projeto foi feito como trabalho final da disciplina “Ensino de Física e Inclusão Social”, o terceiro experimento não foi feito, entrando neste trabalho como um complemento. Além disso, já foram acrescentados os preços dos materiais não citados, como pregos e cola de madeira por exemplo. Todos os componentes e suas montagens, entrarão como um apêndice ao final.

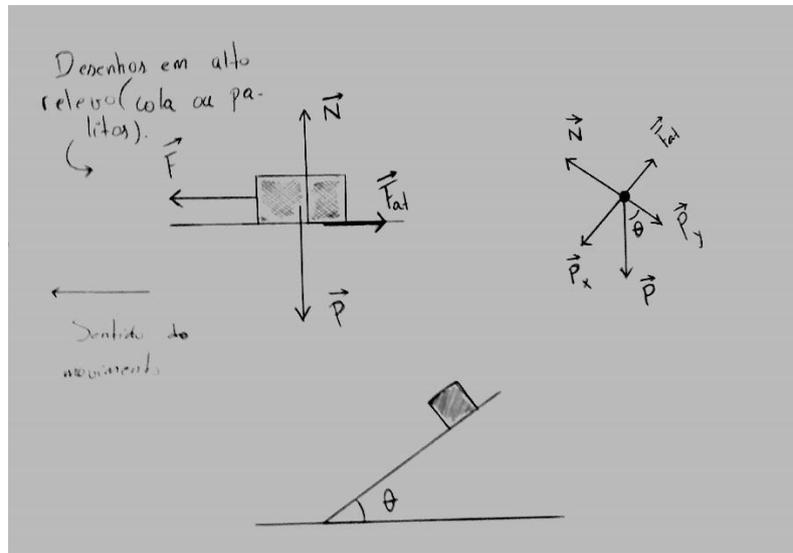
As imagens abaixo feitas à mão, tentam dar uma ideia de como os experimentos deverão ser apresentados. O original destas imagens assim como os materiais específicos dos experimentos, as imagens em alto relevo estarão como apêndices ao final deste trabalho.

Figuras 1 - Ilustrações feitas à mão dos experimentos 1 e 3; plano de atrito, e plano inclinado.



Fonte: O autor.

Figura 2 - Desenho à mão do que será o experimento 2, das forças existentes no bloco em plano inclinado, e em plano normal.



Fonte: O autor

5. FORÇA DE ATRITO DINÂMICO

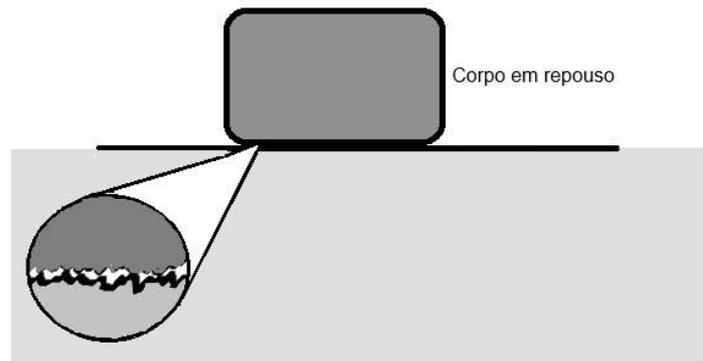
A Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro elaborou em 2012, o Currículo Mínimo de sua rede de ensino. Um documento que serve como referência a todas as escolas estaduais, apresentando as competências e habilidades que devem estar nos planos de curso e nas aulas. Sua finalidade é orientar, de forma clara e objetiva, os itens que não podem faltar no processo de ensino aprendizagem, em cada disciplina, ano de escolaridade e bimestre (RIO DE JANEIRO, 2012, p. 2).

No que diz respeito ao ensino de física, o campo “Forças”, está contemplado no segundo bimestre da primeira série do ensino médio, tendo como uma de suas habilidades e competências a serem buscadas, “*compreender o conhecimento científico como resultado de uma construção humana, inserido em um processo histórico e social*”, desta maneira pretende-se com este trabalho, continuar o que se entende como conhecimento *através* do resultado de uma construção humana, usando como quadro de fundo os experimentos sobre força de atrito, citados anteriormente.

A força de atrito aparece no momento em que há rugosidades entre as superfícies não polidas de dois corpos que se tocam. Estas superfícies podem ou não ser de um mesmo material. Quando dois corpos se tocam, suas rugosidades se interpenetram e as forças de adesão entre os pontos de contato formam “microsoldas”, dificultando o movimento de um

corpo em relação ao outro. A figura abaixo, mostra uma ideia de como são as rugosidades nas superfícies dos corpos.

Figura 3 - Rugosidades entre corpos em contato. Aqui, entre um bloco e o solo.



Fonte: O autor.

Uma vez que existe movimento de uma superfície em relação a outra, a experiência diz que para uma boa aproximação, a força de atrito é proporcional à intensidade da força normal F_N :

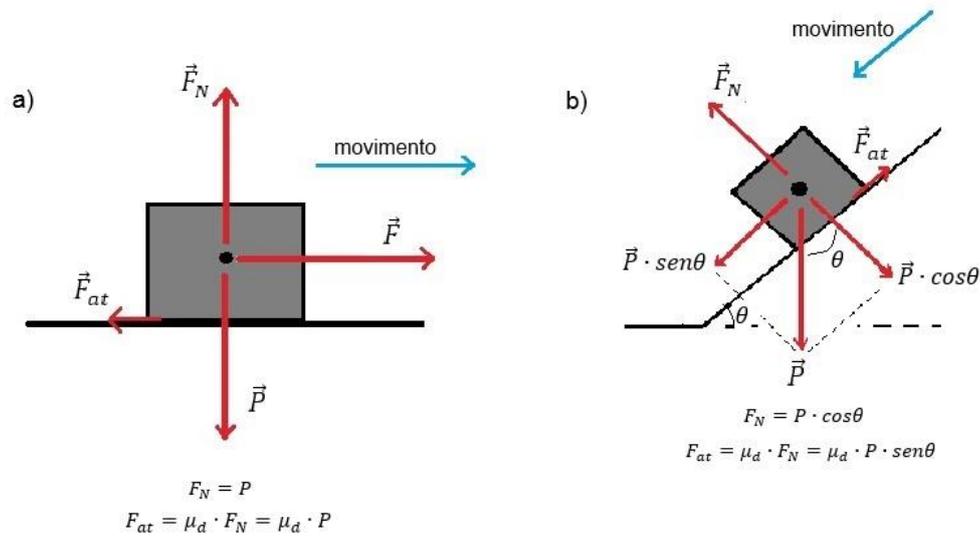
$$F_{at} = \mu_d \cdot F_N \quad \text{eq. 01}$$

Na equação 1, μ_d é uma constante de proporcionalidade conhecida como **coeficiente de atrito dinâmico** que pode ser obtida pela relação entre duas forças ($\mu_d = \frac{F_{at}}{F_N}$), sendo assim adimensional.

O coeficiente de atrito, depende da natureza dos sólidos em contato (aço sobre aço, madeira sobre aço, etc.) (RAMALHO, NICOLAU e TOLEDO, 2007), e do estado de polimento das superfícies variando desde valores baixos (0,02) até valores bastantes elevados (1,20).

A força normal \vec{F}_N entre as superfícies tem intensidade igual ao próprio peso do corpo ou, é proporcional à sua componente $P_N = P \cdot \cos\theta$, nos casos onde as superfícies de contato estão inclinadas de um ângulo θ em relação a um plano horizontal. A figura abaixo mostra ambos os casos:

Figura 4 - Força normal igual ao peso do corpo (figura 4.a), e igual à componente do peso paralela ao plano inclinado (figura 4.b).

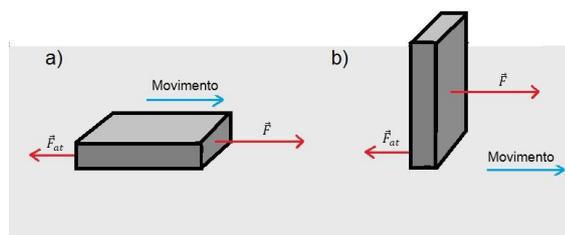


Fonte: O autor.

Aqui vale lembrar que no caso b, o corpo está deslizando apenas por causa da projeção de seu peso paralela ao plano inclinado, enquanto que no primeiro caso, foi necessário aplicar uma força \vec{F} para tirar o bloco da condição de repouso.

A força de atrito dinâmico é uma força de *resistência*, sempre tentando fazer com que a energia cinética do sistema seja dissipada em forma de calor e por vezes, som, assim; tenta fazer com que o movimento de um corpo cesse, quando esta for a única resultante. Ela sempre se opõe ao movimento relativo do corpo, ou seja, admitindo que um corpo está em movimento no sentido da esquerda para a direita sob o efeito de uma força resultante, em uma horizontal, a força de atrito terá sentido da direita para a esquerda. Além disso, esta força independe da velocidade com que um corpo desliza sobre o outro, e também independe da área de contato entre os corpos, como pode ser visto na imagem abaixo:

Figura 5 - Força de atrito dinâmico, oposta e de menor intensidade que a força aplicada ao corpo.

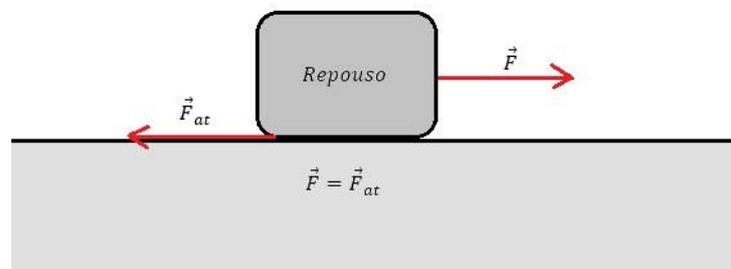


Fonte: O autor.

5.1. Força de atrito estático

Em alguns modelos de problemas envolvendo atrito, um corpo pode estar sob o efeito de uma força \vec{F} e ainda assim, estar em repouso em relação ao solo. Nestes casos, enquanto o corpo estiver em repouso ($\vec{v} = \vec{0}$), à medida em que a intensidade da força \vec{F} aplicada cresce, a intensidade da força de atrito \vec{F}_{at} também cresce proporcionalmente, de modo que \vec{F} e \vec{F}_{at} se equilibram (RAMALHO, NICOLAU e TOLEDO, 2007), como pode ser visto na figura abaixo.

Figura 6 - Força de atrito se equilibra com a força aplicada ao corpo.



Fonte: O autor.

Se, por exemplo, a força aplicada ao corpo tiver intensidade F igual a 2 N, e o corpo não se mover, a força de atrito no corpo será também de intensidade F igual a 2 N, e pela condição de equilíbrio (resultante nula), as duas se equilibrarão, o que significa dizer que uma deverá ter, necessariamente, o sentido contrário ao da outra. Se F crescer para 4 N, e o corpo ainda assim não se mover, decorre que $\vec{F}_{at} = 4N$.

Desta maneira, a força de atrito \vec{F}_{at} tem intensidade sempre igual à força aplicada \vec{F} no corpo, enquanto este não se movimentar.

A máxima intensidade da força de atrito estático, e que corresponde à **iminência de movimento**, é dada por:

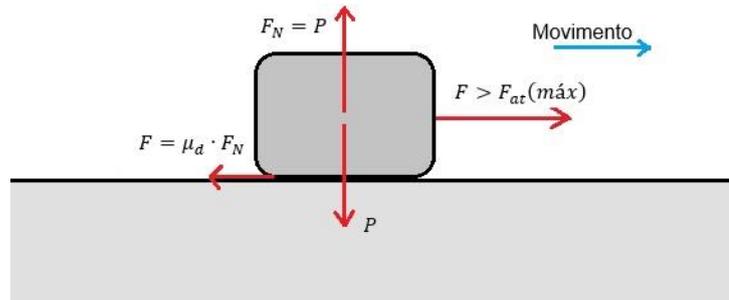
$$F_{at(máx)} = \mu_e \cdot F_N \quad \text{eq. 2}$$

Nesta releitura da força de atrito, μ_e é o **coeficiente de atrito estático**, também adimensional por se tratar da relação de razão entre duas grandezas iguais.

A partir do momento em que a força de atrito estático se torna a máxima possível, se F continuar a crescer, o corpo entra em movimento, significando que as forças F e F_{at} não estão mais em equilíbrio, com F sendo maior em intensidade. Neste momento a força de atrito

estático passa a ser a *força de atrito dinâmico*, com a forma da equação 1, o que pode ser observado na figura a seguir:

Figura 7 - Quando F supera a máxima força de atrito estático, o bloco entra em movimento, e a força de resistência passa a ser a de atrito dinâmico.



Fonte: O autor.

Se admitirmos que o corpo da figura anterior tenha massa igual a 10 kg ($P = 100\text{ N}$ e normal $F_N = P = 100\text{ N}$), e supondo que o coeficiente de atrito estático entre o corpo e o apoio seja $\mu_e = 0,4$, o máximo valor da força de atrito estático será:

$$F_{at(máx)} = \mu_e \cdot F_N = 0,4 \cdot 100 \rightarrow F_{at(máx)} = 40\text{ N}$$

Este resultado nos mostra que o corpo só entrará em movimento, quando a força aplicada \vec{F} tiver intensidade superior à 40 N. Se aplicarmos por exemplo, uma força de 30 N de intensidade, a força de atrito estático terá a mesma intensidade de 30 N, se equilibrando com a força aplicada e que, pela condição de equilíbrio, fará o bloco permanecer em repouso.

Pode-se verificar experimentalmente que, a força de atrito dinâmico ($F_{at} = \mu_d \cdot F_N$), é menor que a força de atrito estático máxima ($F_{at(máx)} = \mu_e \cdot F_N$), o que nos possibilita dizer que $\mu_d < \mu_e$. No quadro que se segue, são apresentados alguns valores de coeficientes de atrito estático e dinâmico para alguns materiais.

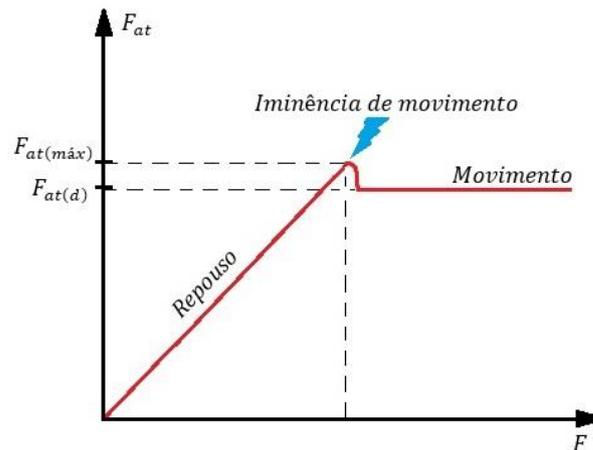
Quadro1: Comparação entre os coeficientes de atrito estático e dinâmico entre alguns materiais.

Materiais	Coeficientes de atrito	
	Estático μ_e	Dinâmico μ_d
Aço e aço	0,74	0,57
Alumínio e aço	0,61	0,47
Borracha e asfalto seco	1,0	0,80
Borracha e asfalto molhado	0,30	0,25

Fonte: Ramalho, Nicolau e Toledo, 2007

Graficamente, a figura 8 mostra a intensidade da força de atrito (F_{at}) em função da força aplicada (F), para o bloco em repouso (força de atrito estático) e em seguida para o bloco em movimento (força de atrito dinâmico).

Figura 8 - Gráfico $F_{at} \times F$



Fonte: O autor.

Da noção de iminência de movimento, pode-se estabelecer um método experimental simples para a determinação do coeficiente de atrito estático. Inclina-se o plano de apoio aos poucos, até o instante em que o corpo se encontra na iminência de escorregar (Figura 9). Quando o corpo está na iminência de escorregar, a força de atrito estático é máxima, daí:

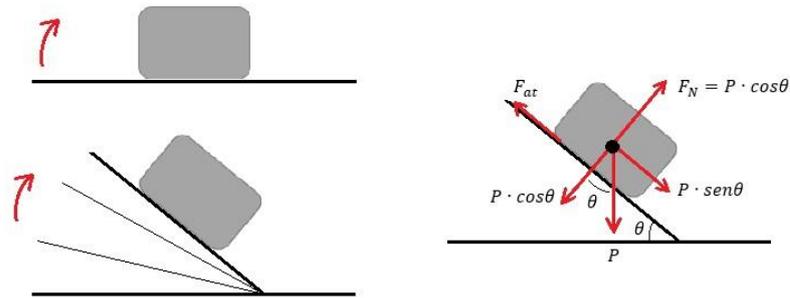
$$F_{at(máx)} = \mu_e \cdot P \cdot \cos\theta$$

Estando o corpo ainda em repouso, a força de atrito estático se equilibra com a projeção de peso do corpo, paralela à superfície do plano:

$$F_{at(máx)} = \mu_e \cdot P \cdot \cos\theta = P \cdot \operatorname{sen}\theta \rightarrow \mu_e = \frac{\operatorname{sen}\theta}{\cos\theta}$$

$$\mu_e = \operatorname{tg}\theta \quad \text{eq.3}$$

Figura 9 - Inclina-se o plano até que este fique na iminência de escorregar.



Fonte: O autor.

Conhecendo então o ângulo de inclinação do plano com a horizontal, quando o corpo se encontra na iminência de deslizar, tem-se determinado o coeficiente de atrito estático, dado pela equação 3.

É a força de atrito estático que possibilita que um carro seja estacionado em um local inclinado, como a subida de um morro por exemplo. É também a força de atrito (dinâmico) que proporciona a um carro, frear e assim, diminuir sua velocidade. Quando os freios de um automóvel são acionados e travam suas rodas, a força resultante passa a ser a força de atrito dinâmico, que dissipa a energia cinética do automóvel, transformando-a em calor e som.

6. PROPOSTA DE EXPERIMENTO

Em um primeiro momento, é necessário que os alunos já tenham tido contato com o conceito de força, formalmente ou informalmente, e de projeção de vetores nos eixos cartesianos.

Em uma aula de 100 minutos, que faça uso destes experimentos, se dividiria em duas etapas, a primeira etapa é teórica/expositiva e segunda etapa seria experimental, onde se poderia comprovar a teoria através dos experimentos.

Na parte teórica, antes de levantar a ideia do que é atrito e como ele se apresenta na natureza, o professor poderia começar com duas questões. Questão 1: *Porque uma pessoa tem dificuldades em caminhar em um chão totalmente liso, como em uma pista de gelo, por exemplo?* Questão 2: *Quais princípios estão envolvidos no nosso caminhar no dia a dia?*

Após essas implicações a primeira etapa da aula segue normalmente com a explicação do fenômeno, o que é a força de atrito, quais as consequências observadas quando presente em corpos em movimento. Diferença entre atrito estático e dinâmico. Nessa parte da aula,

uma ideia válida seria não usar os conceitos matemáticos por trás do fenômeno, deixando o “formulismo” apenas para a parte experimental. Nesta primeira parte pode-se usar os desenhos em alto relevo, e mostrar aos alunos o comportamento dos vetores presentes no fenômeno em estudo, tanto em solo plano, como em solo inclinado, como também pedir para os alunos mostrar qual dos desenhos feitos à tinta, representa a situação em que um corpo está em movimento ou parado.

A parte experimental, seria dividida em dois outros momentos.

- os alunos deverão perceber em um plano de E.V.A., diferentes rugosidades usando o experimento 1. Pretende-se com isso, identificar em qual das duas partes da tábua com lixas, a sensação de resistência ao movimento das mãos, é maior. Confrontando com a teoria, os alunos poderão responder o porque da resistência ao movimento ser maior em uma das partes.
- No segundo momento o tema será abordado levando em conta um plano inclinado (experimento 3), onde um pequeno bloco de metal será posto a deslizar.

6.1. Utilização do experimento 3

- A) Com o plano na horizontal, colocar o bloquinho em cima dele em repouso.
- B) Com bastante calma, levantar a parte inclinável aos poucos até que o bloco deslize.
- C) No momento em que o bloco deslizar, diminuir aos poucos a inclinação do plano, até que o bloco pare.
- D) Voltar a inclinar o plano até que o bloco volte a deslizar, comprovando o mesmo ângulo anterior.
- E) Os procedimentos C e D devem ser feitos até que, o bloquinho fique na iminência de deslizar, ou seja, qualquer inclinação a mais, o bloco irá se mover.
- F) Com um transferidor que pode ser acoplado ao plano fixo, calcular qual é o ângulo citado no procedimento anterior.
- G) Inferir o coeficiente de atrito estático entre as superfícies do plano e do bloco, utilizando a equação 3, tomando cuidado para o ponto demarcado em vermelho no transferidor, coincidir com o centro de giro do plano.

Algumas observações a respeito do experimento 3 devem ser levadas em conta. Primeiro; é preciso que um aluno vidente leia o ângulo para o aluno com deficiência visual, pois este não será capaz de lê-lo com precisão, por mais que se possa fazer adaptações no transferidor. Segundo; para sucessivas medidas, é importante que as lixas que compõem o plano inclinável sejam trocadas por lixas novas de mesma textura, pois com o tempo elas vão se gastando o que faz com que o atrito entre as superfícies aumente, assim, aumentando também o coeficiente de atrito estático. Em terceiro lugar e mais importante, este experimento e o experimento 2 servem para confrontar a parte teórica com a parte experimental, onde se espera que, para boas tomadas de dados, a teoria seja comprovada, sem que isso se torne o foco principal da aula, ficando este por conta da compreensão do fenômeno por parte dos alunos.

É de suma importância que todos esses referenciais sejam trabalhados de modo a propor ao aluno deficiente uma boa análise do que está acontecendo em sala de aula. É evidente que a audição e o tato nunca farão um indivíduo cego enxergar (VIGOTSKY, 1997), porém em uma aula como essa, é importante que tudo o que o professor diga seja mostrado, em maquetes, desenhos em alto relevo, programas de computador, ou outro modo que se possa pôr ao sentido do tato. A mera conduta de escrever uma fórmula ou uma informação no quadro, se não for bem explicada e em bom som, pode significar uma corrente de desânimo para o aluno com deficiência visual, aumentando suas dificuldades em relação a matéria.

Como método de análise geral da situação, pretende-se observar a participação dos alunos e tomar notas sobre o que de experiências se pode tirar da situação, tomando um cuidado especial em registrar quais foram as maiores dificuldades que os alunos com deficiência encontraram, para que através disso, se busque melhorar cada vez mais a metodologia utilizada. A esta altura, os alunos deverão estar aptos a responderem as questões 1 e 2 propostas no início da aula o que pode servir também como avaliação da aprendizagem.

7. DISCUÇÕES FINAIS

Embora por um lado este trabalho tenha um cunho experimental, ele está totalmente no campo da teoria quando se trata de resultados, por se tratar de uma proposta de experimentação. Não se pode dizer quais impressões sairão deste trabalho, se ele será de uma boa valia em um contexto onde não se tem muito com o que se trabalhar, ou não.

Se será bem recebido pelos alunos ou não, se será importante para uma boa compreensão do fenômeno discutido, isso só será possível saber quando posto à prova,

futuramente. É importante dizer que esforços não devem ser medidos quando se trata de inclusão social no contexto escolar, que hoje em dia não se deve admitir mas que alunos com deficiência não tenha uma boa qualidade de educação, ou que essa educação seja inferior à do aluno sem deficiência.

Este trabalho não busca apresentar uma solução definitiva ao problema da inclusão do aluno em uma sala de aula de física (ele não conseguiria isso), mas sim acrescentar esforços e ideias aos trabalhos já publicados, além de incentivar a prática laboratorial no ensino de física, coisa que vem se mostrando cada vez mais incomum no Brasil.

Os futuros educadores já entrarão em campo reféns de uma educação inclusiva que, embora já se fale a respeito a um bom tempo, ela ainda se encontra engatinhando para fora de seu berço, porém, com os devidos empurrões das políticas públicas de educação inclusiva do governo e a vontade dos educadores de fazer o diferente, ela fatalmente irá caminhar para um futuro que se espera, próspero.

Em meio a incertezas quanto ao alcance deste trabalho, uma coisa parece bastante certa, não há em se medir esforços quando se trata de uma educação de qualidade, muito menos quando essa educação passa primeiramente por um trabalho de inclusão. Toda vontade de ensinar, e os meios para isso, devem ser exteriorizados.

BIBLIOGRAFIA

AMARILIAN, M. L. T. M. Compreendendo o Cego: Uma visão psicanalítica da segueira por meio de desenhos-estórias. São Paulo - SP: Casa do Psicólogo Livraria e Editora Ltda, 1997.

ARAÚJO, I. S. D. et al. Ensino de física para deficientes visuais: a importância do uso de experimentos em sala de aula. Revista brasileira de ensino de ciências naturais, Belém-PA, v. 1, n. 1, p. 78-86, 2015.

AZEVEDO, A. C.; SANTOS, A. Ensino de gráficos para que alunos cegos possam fazer interpretações de fenômenos físicos. In: III Fórum Distrital de Educação Profissional e Tecnológica Inclusiva, jul 2014.

BARBOSA LIMA, M. C. A.; CASTRO, G. F. .; HALLAIS, S. C. Os obstáculos em ensinar óptica e eletromagnetismo para alunos deficientes visuais, 2015. p. 1-14.

BARBOSA-LIMA, M. C. Ensinar Física para deficientes visuais. Congresso Iberoamericano de Educación METAS 2021, Buenos Aires, República Argentina, 13, 14 e 15 set 2010. p. 1-10.

BARBOSA-LIMA, M. C. Experimentos de física para deficientes visuais. UERJ/Instituto de Física Armando Dias Tavares. Biblioteca Prof. francisco Alcântara G. Filho, Rio de Janeiro-RJ, 2014.

BARBOSA-LIMA, M. C.; CASTRO, G. F. Formação inicial de professores de física: a questão da inclusão de alunos com deficiências visuais no ensino regular. *Ciência e Educação*, v. 18, n. 1, p. 81-98, 2012.

BENTO, R. F. A surdez de Beethoven, o desafio de um gênio. *Arq. Int. Otorrinolaringol./ Intl. Arch. Otorhinolaryngol*, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 317-321, 2009.

BRASIL. Constituição Federal, 1988.

BRASIL. Lei nº 9.394 LDBEN, 20 dez 1996.

BRASIL. Lei nº 5296 , 2 dez 2004.

CAMARGO, E. P. Saberes docente para a inclusão do aluno com deficiência em aulas de física. São Paulo: unesp, 2012.

CAMARGO, E. P. ; SILVA, D. D.; FILHO, J. D. B. Ensino de Física e Deficiência Visual: atividades que abordam o conceito de aceleração da gravidade. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 11(3), p. 343-364, 2006.

CAMARGO, E. P.; SILVA, D. Atividade e material didático para o ensino de física à alunos com deficiência visual: queda dos objetos. *iv encontro nacional de pesquisa em educação em ciências*, 2003. p. 1-13.

COSTA, L. G.; NEVES, M. C. D.; BARONE, D. A. C. O ensino de física para deficientes visuais a partir de uma perspectiva fenomenológica. *Ciência e Educação*, v. 12, n. 2, p. 143-153, 2006.

DEPRESBITERIS, L. Competências na Educação Profissional - é possível avaliá-las? *Boletim Técnico do Senac*, v. 31, n. 2, p. 1-11, ago 2016.

FERRASA, C.; ALINE, I.; MICHELE, T. B. O ensino de física e as políticas da educação inclusiva: o que se tem feito? *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, Bogotá, p. 1673-1682, 2006.

GONZÁLEZ, E. Necessidades educacionais específicas: intervenção psicoeducacional. *Artmed*, Porto Alegre, 2007.

IBGE. Deficiência. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas, 2015. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/08052002tabulacao.shtm>>. Acesso em: 1 ago 2017.

IPVISAO. Instituto Panamericano da Visão, 2017. Disponível em: <http://www.ipvisao.com.br/site/especialidades-degeneracao_macular>. Acesso em: 1 ago 2017.

MACIEL, M. R. C. Portadores de deficiência: a questão da inclusão social. São Paulo em Perspectiva, São Paulo, v. 14, n. 2, jun 2000.

MIRANDA, M. D. J. C. Inclusão Escolar e Deficiência Visual: Trajetória e Processo. Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, 2008.

MORRONE, W.; ARAÚJO, M. S. T.; AMARAL, L. H. Analogias e experimentação em eletrodinâmica baseadas no conhecimento sensível: um experimento para aprendizagem significativa de alunos deficientes visuais. VII Enpec, Florianópolis, 8 nov 2009.

OMS, O. M. D. S. Causes of blindness and visual impairment. World Health Organization, 2017. Disponível em: <<http://www.who.int/blindness/causes/en/>>. Acesso em: 1 ago 2017.

PERRENOUD, P.; THURLER, M. G.. As competências para ensinar no século XXI: a formação dos professores e o desafio da avaliação. São Paulo: Artmed Editora S. A., 2009.

PROCIANOY, E.; PROCIANOY, L.; PROCIANOY, F. Resultados do tratamento da ambliopia com levodopa combinada à oclusão. Arq. Bras. Oftamol., Campinas-SP, v. 64, n. 5, p. 717-720, Jun 2004.

RAMALHO, F. J.; NICOLAU, G. F.; TOLEDO, P. A. S. Os Fundamentos da Física 1: Mecânica. 9ª. ed. [S.l.]: Moderna, 2007.

RIO DE JANEIRO. Currículo Mínimo. Secretaria do estado do Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://www.conexaoescola.rj.gov.br/curriculo-basico/fisica>>. Acesso em: 15 ago 2017.

SOUSA, L. Dados Sobre a Deficiência Visual no Brasil. Facilitando a Acessibilidade, 2015. Disponível em: <<https://facilitandoacessibilidade.wordpress.com/2015/04/02/dados-sobre-deficiencia-visual-no-brasil/>>. Acesso em: 1 ago 2017.

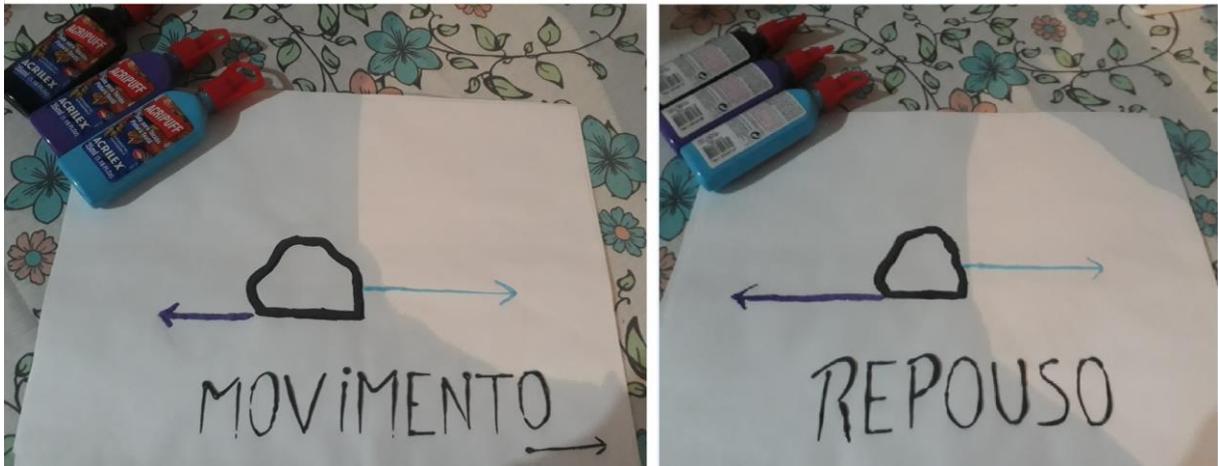
VIGOTSKI, L. S. (1997). Fundamentos de defectologia: El niño ciego. In: Problemas especiales da defectologia. Havana: Editorial Pueblo Y Educacion, p. 74-87.

APÊNDICE A – Desenhos feitos à mão com tinta expansível Acrilex.

Materiais:

- Folha de papel A4
- Tinta expansível
- Ferro de passar roupa ou secador de cabelo

Figura 10 - Desenho adaptado feito com tinta expansível. Bloco em repouso e em movimento.

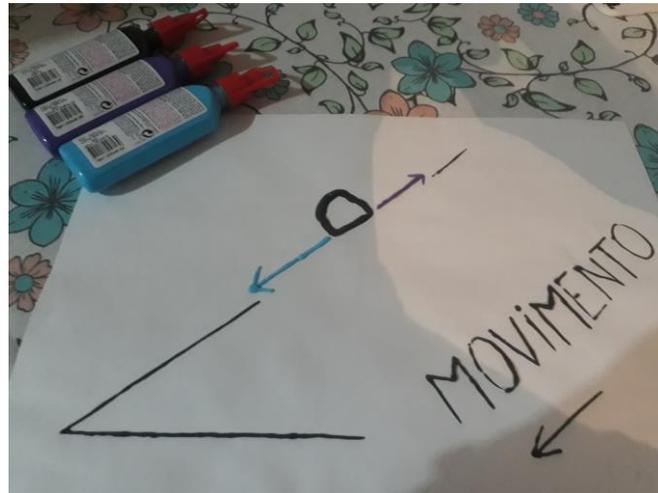


Fonte: O autor.

Representação em desenho à tinta, das forças aplicadas a um bloco em repouso, e em movimento. Ao aquecer a parte de trás da folha com o desenho já seco utilizando um ferro de passar ou um secador de cabelo, a tinta se expande e o volume do desenho pode ser sentido facilmente com o toque das mãos. É necessário que o desenho seque ao ar livre por volta de 48 horas. Embora a tinta seja para tecido de algodão, ela se expande bem mesmo em superfícies de papel.

Pode-se usar um pincel, ou no o próprio bico do recipiente da tinta para fazer os desenhos. Recomenda-se a segunda opção, pois o traço já sai mais volumoso mesmo antes de ser esquentado.

Figura 11 - Desenho adaptado. Bloco deslizando em um plano inclinado.

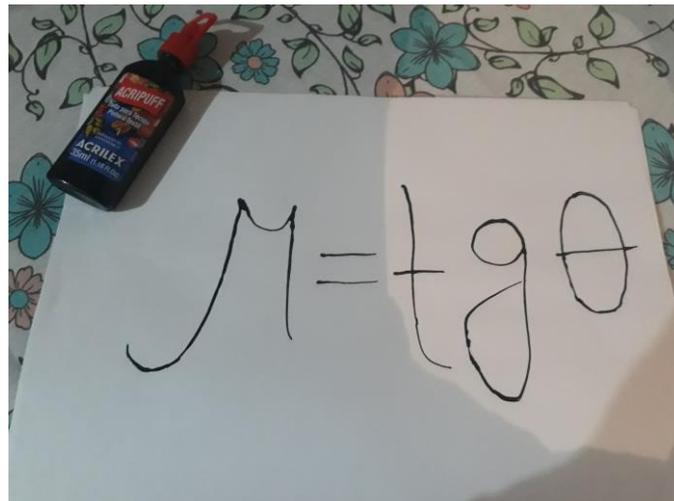


Fonte: O autor.

Mesma técnica usada nos desenhos anteriores. Tinta com capacidade de se expandir quando aquecida. A figura 11 ilustra um corpo que desliza em um plano inclinado com atrito, pelo efeito da gravidade apenas.

Para que o desenho não ficasse muito poluído visualmente, foi desenhado apenas a componente do peso na direção do movimento, e a força de atrito no sentido oposto ao movimento.

Figura 12 - Desenho adaptado da equação 3.



Fonte: O autor.

APÊNDICE B – Experimento do plano inclinado e plano com atrito

Materiais:

- Pedacos retangulares de madeira.
- Lixas de madeira com texturas diferentes.
- Uma folha de E.V.A. de qualquer cor.
- Transferidor.
- Cola de papel ou cola quente.
- Dobradiças de porta de armário.
- Caixas de fósforo preenchidas com areia.
- Folha de papel alumínio.

Para o experimento do plano de atrito basta colar dois tipos diferentes de lixa de madeira em um local não totalmente rígido. Aqui escolheu-se colar em uma folha de E.V.A. Não é pesado de se transportar e o custo da folha de E.V.A. é bem baixo.

Figura 13 - Lixas de madeira coladas em E.V.A., simulando três tipos diferente de texturas.



Fonte: O autor.

Com este experimento, os alunos poderão sentir vários tipos diferentes de texturas ao deslizar as mãos sobre o plano, sentindo assim, uma pequena resistência ao movimento, característica da força de atrito.

Para o plano inclinado, esse sim precisaria de madeira rígida. Um pedaço retangular é encaixado em cima de outro pedaço maior, através de uma dobradiça. Deste jeito, o pedaço

menor tem a competência de se inclinar sobre o pedaço maior, criando assim um plano inclinado.

Figura 14 - Tábuas de madeira e dobradiças.



Fonte: O autor.

Figura 15 - Plano inclinado.



Fonte: O autor.

Neste plano, coloca-se para deslizar um bloquinho qualquer, de madeira, aço, ferro, etc. O importante é que seja de um material o mais homogêneo possível. Neste trabalho proposto, foi utilizado duas caixas de fósforo cheias de areia e envoltas a folha de papel alumínio. Com o ângulo para o qual o bloco fica na iminência de deslizar, pode-se inferir o coeficiente de atrito estático entre as superfícies do bloco e do plano. As superfícies podem ser trocadas, bastando colocar tipos diferentes de lixa no plano inclinado, ou mesmo trocar o material do bloquinho que irá deslizar. Isso tudo fica por conta da criatividade do professor que aplicará esta aula, assim como também ficaria por conta de sua criatividade, os modelos dos outros experimentos.

Para a leitura do ângulo, pode-se usar um transferidor comum, já que o ideal é que um aluno vidente, será o leitor dos ângulos para os alunos deficientes visuais. O transferidor pensado aqui, foi adaptado para que as marcações angulares fossem sentidas ao tato. Os ângulos múltiplos de dez foram marcados com duas gotas de tintas expansível, e os ângulos múltiplos de cinco, exceto aqueles múltiplos também de dez, foram marcados com uma gota apenas da tinta. As medidas poderão não ficar tão confiáveis se este instrumentos for usado apenas pelo aluno deficiente. Mas é possível que se tenha uma média aproximação do valor exato do coeficiente de atrito entre as superfícies. Recomenda-se aqui, acoplar o transferidor no plano fixo em uma tentativa de evitar erros na hora das medidas. A marcação em vermelho feita no transferidor, deve coincidir com o ponto de giro do plano também na tentativa de evitar os erros de paralaxe.

Figura 16 - Transferidor adaptado.



Fonte: O autor

Figura 17: Plano inclinado, em sua versão final.



Fonte: O autor.

