

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO DE SANTA CATARINA – IFSC CÂMPUS
ARARANGUÁ LICENCIATURA EM CIÊNCIAS DA NATUREZA COM HABILITAÇÃO
EM FÍSICA

DIGIANE REIS DA SILVA

**APLICATIVOS DE CELULAR COMO ORGANIZADORES PRÉVIOS PARA
UNIDADES DE ENSINO POTECIALMENTE SIGNIFICATIVAS (UEPS) NA
EDUCAÇÃO BÁSICA**

ARARANGUÁ
2013

DIGIANE REIS DA SILVA

**APLICATIVOS DE CELULAR COMO ORGANIZADORES PRÉVIOS PARA
UNIDADES DE ENSINO POTECIALMENTE SIGNIFICATIVAS (UEPS) NA
EDUCAÇÃO BÁSICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza
com Habilitação em Física do Instituto Federal
de Santa Catarina, Câmpus Araranguá, como
parte das exigências para obtenção do título de
Licenciado em Ciências da Natureza / Física.

Professor Orientador: Felipe Damasio
Mestre em Ensino de Física.

ARARANGUÁ
2013

SUMÁRIO

RESUMO E ABSTRACT.....	4
1 INTRODUÇÃO.....	5
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	6
2.1 Aprendizagem Significativa de Ausubel.....	6
2.1.1 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS).....	8
2.2 Aprendizagem Significativa Crítica de Moreira.....	10
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
3.1 O Uso de Celulares no Ensino de Física.....	14
3.2 O Ensino de Física por Meio de UEPS.....	14
3.3 O Uso de Tecnologias no Ensino de Física.....	14
4 CONTEXTO DO PROJETO.....	15
4.1 Curso de Licenciatura em Física IFSC.....	16
4.1.1 Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID).....	16
4.2 E.E.B. M ^a Garcia Pessi.....	17
5 METODOLOGIA.....	18
5.1 Revisão Bibliográfica.....	18
5.2 Revisão dos Conceitos de Gravitação Universal.....	18
5.3 Planejamento das Aulas.....	20
5.4 Construção da UEPS.....	22
5.5 Implementação no Ensino Básico.....	23
5.6 Avaliação.....	24
6 ANÁLISE.....	25
6.1 Concepções Alternativas.....	25
6.1.1 Concepções Alternativas em Mecânica.....	27
6.2 Mudança Conceitual x Evolução Conceitual.....	27
6.3 Evidências de Evolução Conceitual.....	28
7 Considerações Finais.....	30
8 Referências.....	31

Aplicativos de celular como organizadores prévios para Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) na Educação Básica

Mobile applications as organizers prior to teaching Units Potentially Significant (PMTU) in Basic Education

Digiane Reis da Silva¹, Felipe Damasio²

¹ Programa Institucional de Iniciação à Docência do Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Araranguá (PIBID/IFSC) (digianereis@hotmail.com)

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Câmpus Araranguá, (felipedamasio@ifsc.edu.br)

Resumo

O uso no ensino de Física de algebrismo-muitas vezes inevitável, pode desinteressar quem não se sente adequadamente preparado. Sabe-se que, a educação científica é, normalmente, tradicional e, por isso, ignora o aprendizado que os alunos trazem para a sala de aula, como quando o professor pede aos seus alunos que guardem celulares e demais tecnologias quando estiverem em sala de aula. Por outro lado, acredita-se que, o ensino de Física que utilize tecnologias em sala de aula criaria uma das condições para a aprendizagem que Ausubel preconiza: a pré-disposição em aprender. O distanciamento entre a realidade vivida pelos alunos e aquilo que é ensinado nas escolas se constitui em um grande hiato, em particular, no ensino de Física. Delimitamos nossa atenção à Mecânica. Gradativamente, ela tem ocupado um lugar cada vez mais modesto no currículo de Física no Ensino Básico. Acredita-se que a desilusão de professores e alunos com a Mecânica dar-sea, pelo menos em parte, à forma como seus conceitos são tradicionalmente matematizados. O distanciamento da realidade e a algebrização tem prejudicado a imagem da Física, dando a entender que esta é um acúmulo de fórmulas a serem decoradas e aplicadas em situações artificiais. Neste trabalho propomos um estudo que utiliza celulares para aproximar o ensino de Mecânica dos alunos na Educação Básica. A pesquisa ocorreu por meio do desenvolvimento, utilização e avaliação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa procurando criar condições que permitam a evolução conceitual de conceitos de Mecânica no Ensino Médio utilizando aplicativos de celulares como organizadores prévios.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa, UEPS, celulares, tecnologias, ensino de Física.

Abstract

The use of algebrism in Physics teaching-often unavoidable, may disinterested whoever does not feel adequately prepared. It is known that the teaching of physics is usually traditional and therefore ignores the knowledge that students bring to the classroom, such as when the teacher asks his students to keep away cell phones and other technologies when they are in the classroom. Moreover, it is believed that the teaching of physics that uses technology in the classroom would create the conditions for learning that Ausubel advocates: a pre-disposition to learn. The gap between the reality experienced by the students and what is taught in schools constitutes a large hiatus, particularly in the teaching of physics. We focused our attention on mechanics. Gradually, it has occupied an increasingly modest place in the curriculum of formal education in Physics. It is believed that the disappointment of teachers and students with

mechanics is due, at least in part, to how its concepts are traditionally mathematized. The detachment from reality and algebrization has harmed the image of physics, implying that this is an accumulation of formulas to be decorated and applied in artificial situations. In this paper we propose a study that uses mobile phones to approach the teaching of mechanics to basic education students. The research took place through the development, use and evaluation of a Potentially Meaningful Education Unit seeking to create conditions enabling conceptual evolution of concepts of mechanics in high school.

Keywords: Learning significant, PMTU, phones, the use of technology in teaching physics.

1 Introdução

O século XX foi marcado pelo desenvolvimento de tecnologias capazes de revolucionar a vida da humanidade. Ao questionarmos o motivo pelo qual estas novidades tecnológicas tiveram seu aparecimento concentrado neste período histórico, deparamo-nos com certo número de construções teóricas inovadoras, gestadas no campo da Física teórica, que alavancaram o processo da engenharia de um modo sem precedentes (ZANOTTA et al, 2011).

O avanço da tecnologia tem sido extremamente importante para a sociedade, proporcionando agilidade na comunicação, otimização dos processos de produção, modernização de equipamentos, gerando grande facilidade na execução de procedimentos médicos, pesquisas nos mais variados campos de conhecimento, dentre outros (CARDOSO et al, 2012). Entre estes avanços tecnológicos, talvez o mais presente em sala de aula seja o celular. Então, um elemento que poderá contribuir para o ensino contextualizado seria o uso do celular em atividades realizadas em sala de aula.

Aprender Física provoca nos alunos, desde o início, uma reação desfavorável. O rigor necessário aos alunos, bem como o cuidado exigido nas observações e medidas, são desafios que nem todos eles entendem. A utilização, muitas vezes inevitável, do algebrismo, pode aborrecer quem não se sente adequadamente preparado (BETZ e TEIXEIRA, 2012).

Nesse norte, tentando alterar esta realidade, as tecnologias disponíveis atualmente em grande parte das escolas e na maioria dos lares podem contribuir para o objetivo de um ensino de Física mais próximo da realidade vivida pelos discente, tais como computadores e celulares. Os jovens usam o computador dedicando horas do seu dia em jogos e em comunicação através de *sites* de relacionamentos, reservando pouco tempo, ou até mesmo negligenciando, o estudo dos conceitos das disciplinas da escola. Por isto, neste estudo, acredita-se que, o uso de celulares está sendo maior que o uso de computadores, eis que os celulares mais modernos estão tomando o lugar dos computadores, de modo que poderão ser utilizados em sala de aula, bem como nas tarefas de aprendizagem que são realizadas fora dela.

Segundo Betz e Teixeira (2012), o principal obstáculo à disseminação dessas tecnologias como ferramenta de ensino talvez seja o próprio professor que muitas vezes não possui desembaraço no uso destas ferramentas. Com exceção, suponha-se, dos recém-formados. Assim, professores de Física e de Ciências, em geral, precisam de um complemento de sua formação, com o escopo de familiarizá-los com tais ferramentas e métodos tecnológicos que podem auxiliá-los nas suas atividades didáticas.

Nesse trabalho, relatamos uma proposta de estudo que utiliza tecnologias de informação, como celulares e computadores, para aproximar o ensino de Física dos alunos na Educação Básica. Isto, dar-se-á, por meio do desenvolvimento, utilização e avaliação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para uma escola de Ensino Básico da Educação Pública abordando as lei da Gravitação Universal de Newton.

2 Fundamentação teórica

2.1 Aprendizagem significativa de Ausubel

A aprendizagem significativa de David Ausubel foi desenvolvida durante a década de 60 quando a escola sofria influência comportamentalista. Esta teoria, posteriormente, teve contribuições de importantes educadores, como Novak, que associou os mapas conceituais à teoria de Ausubel; e Gowin, com a implementação dos diagramas V's epistemológicos.

Quando uma nova informação se relaciona de alguma maneira (não literal e não arbitrária) com informações pré-existentes na estrutura cognitiva de quem aprende, ocorre a aprendizagem significativa, de acordo com Ausubel. A informação já existente na estrutura cognitiva do sujeito serve como âncora para a nova informação. Desta forma, a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação se ancora na pré-existente. Este tipo de aprendizagem se caracteriza por uma interação entre a nova informação e a já existente (MOREIRA, 1999).

As duas condições necessárias para que haja aprendizagem significativa são preconizadas por Ausubel. A primeira é a relação que deve existir entre o material a ser aprendido e o que já existe na estrutura cognitiva do aluno. Se isto acontecer, este material é chamado *potencialmente significativo* e deve ser suficientemente não-arbitrário e não-aleatório. Além disto, o aluno deve dominar o conceitos necessários para que os novos conceitos do material sejam ancorados.

A segunda condição, conforme o autor, consiste no sujeito ter *pré-disposição para aprender* a fim de que a aprendizagem significativa ocorra. Logo se o estudante tiver a intenção de memorizar o que lhe é ensinado, nenhum material potencialmente significativo vai fazer com que a aprendizagem significativa ocorra.

Salienta-se que, a aprendizagem significativa contribui para que ocorra diferenciação na estrutura cognitiva do sujeito. Tanto a nova informação, como a já existente, serão modificadas na estrutura cognitiva do aluno se ocorrer a interação entre elas. Desta forma, as informações pré-existentes são modificadas pelas novas quando ocorre a aprendizagem significativa. Este processo pode ser percebido de acordo com o esquema a seguir:

$$\begin{aligned} &A \text{ (informação já existente)} + a \text{ (nova informação)} \rightarrow \\ &A'a' \text{ (duas informações modificadas: assimilação)} \rightarrow \\ &A' + a' \text{ (as informações sofrem assimilação obliteradora sendo dissociáveis)} \rightarrow \\ &A' \text{ (resíduo resultante do esquecimento de a')} \end{aligned}$$

A informação A' é o que sobrou na estrutura cognitiva após o esquecimento natural existente na assimilação obliteradora, e isto é chamado por Ausubel de resíduo. Assim, a informação pré-existente não volta a ser a mesma que existia antes da assimilação (A), pois se modifica através da aprendizagem significativa. Ausubel conjectura princípios aplicáveis na apresentação e na organização sequencial de um campo de conhecimento, independentemente de sua área. Estes princípios são chamados por ele de: *diferenciação progressiva, reconciliação integradora, organização sequencial e consolidação*. Ausubel também sugere uma estratégia instrucional para manipular a estrutura cognitiva do sujeito visando criar condições para que a aprendizagem significativa ocorra, os *organizadores prévios*.

Destarte, a *diferenciação progressiva* é o princípio de Ausubel que sugere que as ideias mais gerais devem ser apresentadas primeiro, e depois que estas ideias são de conhecimento do sujeito é que as mais específicas são apresentadas. As especificidades da ideia geral são progressivamente diferenciadas em seus pormenores. A sugestão de Ausubel se justifica a partir de duas premissas adotadas: (i) é mais fácil o ser humano aprender aspectos diferenciados de um todo que chegar no todo a partir de suas especificidades; (ii) a organização de um conteúdo na mente de um sujeito é feita de maneira hierárquica, de forma que as ideias mais gerais estão no topo desta estrutura e, progressivamente, as proposições mais específicas (diferenciadas) são incorporadas.

Ausubel introduz o princípio da *reconciliação integradora* chamando-a de antítese da prática usual de separar os materiais instrucionais em tópicos ou seções independentes. A programação de conteúdo deve explorar explicitamente relações entre proposições e conceitos de forma que as diferenças e similaridades importantes fiquem claras, além de reconciliar inconsistências. Novak sugere, para que a reconciliação integradora seja atingida, deve-se organizar o conteúdo “descendo e subindo” na estrutura hierárquica do campo conceitual a medida que cada nova informação é apresentada. Então, a abordagem ausubeliana de organização de conteúdo não é, de forma alguma, unidirecional. Quando se parte do mais geral para o específico (diferenciação progressiva) deve-se fazer constante referência ao geral.

Outrossim, a *organização sequencial* propõe que sejam utilizadas ideias-âncoras, ou seja, para assegurar a aprendizagem sequencial organizada, os novos materiais são introduzidos na *consolidação* das proposições. Notando-se que, a existência de condições facilita a aprendizagem de forma significativa. Logo, Ausubel sugere a manipulação da estrutura cognitiva do sujeito, chamando esta estratégia de *organizador prévio*.

A apresentação de materiais introdutórios antes do material instrucional pode ser uma estratégia de organizador prévio. O nível mais alto de generalização e abstração pode servir de ponte cognitiva entre o campo conceitual que se pretende ser aprendido significativamente e o conhecimento prévio. Ideias-âncoras relevantes no campo conceitual podem ser introduzidas por meio dos organizadores prévios. Estes são os pontos iniciais da ancoragem ocorrer significativamente. Eles têm a função de mostrar ao sujeito a relação entre os novos conhecimentos que serão apresentados e os que ele já possui. Assim, pode-se “resgatar o conhecimento esquecido através do processo que Ausubel chamou de assimilação obliteradora” (DAMASIO e TAVARES, 2011).

A *consolidação* é a última etapa do processo, que consiste, efetivamente, na concretização da aprendizagem de forma significativa pelo sujeito, quando os outros passos já foram cumpridos. É nesta fase que os conceitos são assimilados de forma organizada na mente do estudante.

Acredita-se, no presente estudo, que a inserção de aplicativos para o ensino de Mecânica no Ensino Básico se apresenta como uma importante contribuição frente aos avanços tecnológicos e, também, à construção e propagação de possíveis representações sociais que podem dificultar seu entendimento. Este é um problema que pode ser abordado de forma

atraente e que leve o aluno a se interessar pelas aulas, tendo em vista que a motivação do material instrucional planejado, desenvolvido, utilizado e avaliado neste estudo, tem como objetivo criar a pré-disposição em aprender com a utilização de celulares em sala de aula, construir um material potencialmente significativo por meio de UEPS acerca da Gravitação Universal, ao passo que cria condições necessárias para a aprendizagem significativa de conceitos de Mecânica.

2.1.1 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)

As UEPS são compostas por etapas que buscam criar condições para que a aprendizagem significativa ocorra. Segundo Moreira (2011), as UEPS têm entre seus princípios o conhecimento prévio como a variável que mais influência na aprendizagem significativa. Os organizadores prévios mostram a relação entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios. As situações problemas dão sentido aos novos conhecimentos e podem funcionar como organizadores prévios, elas devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade.

A diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino, de modo que a avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em busca de evidências, tendo o professor o papel de provedor de situações problema, cuidadosamente selecionados; de organizador do ensino, e mediador da captação de significados por parte do aluno.

O ensino envolve uma relação triádica entre aluno, professor e materiais potencialmente significativos, tendo como escopo levar o discente a captar e compartilhar significados que são aceitos na matéria de ensino. Esta relação, até poderá ser quádrlica na medida em que o celular não for usado apenas como material educativo, mas também como mediador.

A proposta para o ensino da lei da Gravitação Universal de Newton foi elaborada seguindo as recomendações das UEPS (MOREIRA, 2011) onde, em um primeiro momento, foi feito o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos e, em seguida, apresentado o conteúdo de forma geral para, a partir daí, apresentá-lo de forma específica, visando à diferenciação progressiva e à reconciliação integradora. As UEPS orientam a construção de material potencialmente significativo para satisfazer uma das condições que Ausubel preconiza

para que ocorra aprendizagem significativa. A UEPS para ensinar lei da Gravitação Universal desenvolvida neste estudo, encontra-se reproduzida no Anexo I.

2.2 Aprendizagem Significativa Crítica de Moreira

Postman e Weingartner (1969) enumeram uma série de conceitos fora de foco que a escola se ocupa de ensinar, tais como: o de verdade absoluta, fixa e imutável; o de certeza; o de entidade isolada; o de casualidade simples, única e mecânica bem como a forma que o conhecimento é transmitido. De acordo com estes autores, é difícil imaginar um tipo de educação menos confiável para preparar os alunos para um futuro em transformação que aquela que promove os conceitos fora de foco. Deste tipo de abordagem resultariam em pessoas: passivas, aquiescentes, dogmáticas, intolerantes, autoritárias, inflexíveis e conservadoras, de tal modo que, seriam resistentes a qualquer tipo de mudança.

As estratégias intelectuais de sobrevivência em nossa contemporaneidade dependeriam de conceitos como relatividade, probabilidade, incerteza, relações não-simétricas e incongruência. Tal educação objetivaria um novo tipo de pessoa: inquisitiva, flexível, criativa, inovadora, tolerante e liberal (ibid.).

Quarenta anos depois da publicação dessas ideias, elas podem parecer até pequenas nos dias atuais. Contudo, a educação continua a promover os conceitos batizados por Postman e Weingartner como fora de foco. O discurso educacional pode ser outro, mas a prática educativa continua a não fomentar o ‘aprender a aprender’, possibilitando aos alunos saber lidar de uma forma mais positiva com as mudanças rápidas e drásticas dos dias atuais. A escola ainda incorporou outros conceitos que também poderiam ser batizados fora de foco, tais como: o de idolatria tecnológica; o de informação, como algo necessário e bom; e, o de consumidor cômico de seus direitos. Além de transmitir a ilusão da certeza, a escola procura preparar o aluno para a sociedade de consumo, para o mercado de trabalho e para a globalização: tudo fora de foco (MOREIRA, 2005).

Uma sugestão para alterar esta situação é a de Marco Antônio Moreira (2005) em sua Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica, quando relata que os professores devem buscar promover a aprendizagem significativa como atividade crítica.

É preciso, no entanto, definir a aprendizagem significativa crítica. Ela pode ser entendida como aquela que permite ao sujeito fazer parte da sua cultura e estar fora dela no. É

por este meio que o aluno poderá fazer parte da cultura e, ao mesmo tempo, não ser subjugado por ela, seus ritos, mitos e ideologias. Também poderá lidar construtivamente com a mudança sem se deixar dominar por ela, manejar as informações sem se sentir impotente diante de sua grande disponibilidade e velocidade, usufruir e desenvolver a tecnologia sem se torna tecnófilo. Por fim, é por meio da aprendizagem significativa crítica que o aluno trabalha com a incerteza, a relatividade, a não casualidade, a probabilidade, a não-dicotomização da diferenças e com a ideia do conhecimento em construção por meio de representação, nunca por captação direta.

Tal qual a Teoria da Aprendizagem Significativa propõe princípios para facilitar a aprendizagem significativa, Moreira (2005) também propõe princípios, estratégias e ideias facilitadores da aprendizagem significativa crítica. Todas estas propostas foram pensadas como sendo viáveis sem sala de aula, eis que criticam o que ocorre tradicionalmente nos ambientes de ensino.

Nesse íterim, o princípio do *conhecimento prévio* é o primeiro passo para a aprendizagem significativa crítica. Pois, para ser crítico, primeiro o conhecimento deve ser aprendido de maneira significativa e, para isto, o conhecimento prévio é a variável mais importante. O ensino deve partir e ser construído daquilo que os alunos já sabem.

Posteriormente, vem o princípio da *interação social e do questionamento* por meio do ensinar/aprender perguntas ao invés de respostas. Este ensino se constrói por meio de respostas transmitidas pelo professor aos alunos e destes para com professor, a fim de evitar o que ocorre por diversas vezes, ou seja, uma aprendizagem a crítica e mecânica. O ensino, por meio de intercâmbio de perguntas, tende a ser crítico e suscitar a aprendizagem significativa crítica, pois quando o aluno formula uma pergunta relevante, o mesmo utiliza o conhecimento prévio de maneira não-arbitrária e não-literal, evidenciando a aprendizagem significativa crítica.

De outro norte, o princípio da *não centralidade do livro de texto*, traz que os professores e alunos se apoiam em demasia no livro de texto, como se dele emanasse todo o conhecimento que deve ser aprendido sem questionamentos. Deve-se levar em conta que existe uma diversidade de materiais acessíveis que representa também a produção de conhecimento humano, tais como artigos científicos, contos, poesias, crônicas, relatos, obras de artes, entre outras. Cabe ao professor buscar a aprendizagem significativa crítica por meio desta diversidade de material através de uma seleção rigorosa. Não se trata, no entanto, de banir o livro de texto, mas considerá-lo apenas mais um dentre vários materiais educativos. Muitas práticas escolares

consideram o aluno como receptor das matérias de ensino. Contudo aprender não implica passividade, haja vista se um processo dinâmico de interação, diferenciação e integração entre conhecimentos novos e pré-existentes, denominado de princípio do *aprendiz como preceptor/representador*.

Já no princípio do *conhecimento como linguagem*, esta representa uma maneira singular de perceber a realidade, praticamente tudo que se chama de conhecimento é linguagem. Logo, a chave para conhecer uma área de conhecimento é conhecer sua linguagem. Aprender significativamente de maneira crítica não se baseia somente em aprender sua linguagem, mas percebê-la como uma nova maneira de notar o mundo. Para ensinar deve-se levar em consideração que o significado está nas pessoas, não nas palavras; no entanto, as pessoas não podem dar significados que estejam além das suas experiências, nomeia-se de *consciência semântica*.

Quanto ao princípio da *aprendizagem pelo erro*, não se trata de aprendizagem por ensaio-e-erro, trata-se da natureza humana de aprender corrigindo seus erros. Não há problema, errado é pensar que a certeza existe e buscar uma verdade absoluta que seria o conhecimento permanente. A escola, no entanto, pune o erro, ignorando-o como mecanismo humano. Ensinar a aprendizagem significativa de maneira crítica seria ajudar os alunos a reduzirem seus erros em seus conhecimentos e habilidades.

Por quanto desaprender deve ser entendido como a habilidade de não usar o conhecimento prévio que impede o sujeito de compartilhar o novo conhecimento. Não se trata de ‘apagar’ algum conhecimento existente, mas o de não usá-lo para construir algumas formas de conhecimento, sendo visto que trata o *princípio da desaprendizagem*.

Nessa linha o princípio da *incerteza do conhecimento*, relata que a aprendizagem significativa só será crítica quando o aluno perceber que as definições que aprende são invenções/criações humanas, porquanto tudo que sabemos tem origem em perguntas e que todo o nosso conhecimento é metafórico. Já no princípio da *diversidade de estratégias de ensino*, o uso de diversas estratégias instrucionais deve implicar a participação ativa do estudante, para que o ensino seja centralizado no aluno e não que o professor utilize somente do quadro-de-giz (ou projetor multimídia mais recentemente) para repetir o que está no livro de texto. Para isto, algumas sugestões de estratégias deste tipo são seminários, projetos, pesquisas, discussões e painéis. Por fim, no princípio do *abandono da narrativa/deixar o aluno falar*, tem-se que o

ensino que vê o professor como mediador é quando o professor fala menos e usa estratégias em que permitam aos alunos discutirem, negociarem significados e fazer atividades colaborativas recebendo e fazendo críticas.

Enfim, na teoria da aprendizagem significativa crítica os autores tiveram como foco a aprendizagem e o ensino, deixando de lado o currículo, contexto e avaliação. Moreira ainda alerta que, mesmo sem dar ênfase a estes fatores, não há como ignorar que sem um currículo e um contexto que favoreçam a implementação dos princípios facilitadores e sem uma avaliação coerente com tais princípios a proposta da aprendizagem significativa crítica não poderá ser posta em prática. Assim, a aprendizagem escolar continuará a ser mecânica na maioria dos casos, significativa em poucos, mas nunca crítica.

3 Revisão bibliográfica

Esta revisão abordou os periódicos: *Revista Brasileira de Ensino de Física*, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, *Investigações em Ensino de Ciências*, *Física na Escola* e *Ciência & Educação*, e se limitou aos últimos dez anos. Todos estes periódicos tem qualis A ou B, os temas buscados nas revistas eram o uso de tecnologias no ensino de Física, o uso de celulares no ensino de Física e o ensino de Física por meio de UEPS.

Os trabalhos relacionados ao tema podem ser classificados em 3 grupos separados de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1: Classificação dos artigos

Periódicos	O uso de tecnologias no ensino de Física	O uso de celulares no ensino de Física	O ensino de Física por meio de UEPS
Revista Brasileira de Ensino de Física	2	0	0
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	3	0	0
Física na Escola	4	0	0
Ciência e Educação	2	0	0
Investigações em Ensino de Ciências	1	0	0
Total	12	0	0

3.1 O uso de celulares no ensino de Física e 3.2 O ensino de Física por meio de UEPS

A relevância da proposta desta pesquisa resta demonstrada pela escassez de trabalhos com esta abordagem em revistas especializadas. Sendo assim, este é de suma importância ao passo que contribuirá na utilização destes equipamentos em sala de aula, na ausência de trabalhos e pela própria contemporaneidade da construção de UEPS no ensino de Física. referida contemporaneidade pode ser identificada devido a apenas uma dissertação de mestrado, que tem por autoria Adriane Griebeler, publicada em 2012, abordando o tema em publicações na literatura.

3.3 O uso de tecnologias no ensino de Física

Dentre as possíveis justificativas para o ensino de Ciências Naturais no Ensino Básico, considera-se relevante as que apontam para a necessária alfabetização científica e tecnológica de toda a população. Isto significa promover um ensino de Ciências mais válido e útil para a maioria, ou seja, que contribua para a formação de cidadãos responsáveis que possam tomar decisões a respeito de questões da vida real que estão relacionadas com a Ciência e a Tecnologia (ACEVEDO, 2001). A cada momento em que a tecnologia se renova, é necessário que os seus construtores se informem mais. Assim, de acordo com Medeiros e Medeiros (2002), a educação brasileira tem tomado novos rumos que apontam em direção à busca da formação de um novo profissional, e um cidadão mais crítico e participativo na sociedade.

Desta forma, as escolas tentam se adequar incorporando meios tecnológicos que possibilitem a aprendizagem por meio de metodologias contextualizadas com a sociedade moderna, utilizando, por exemplo, a *internet* e o computador como ferramentas de ensino para buscar um rendimento cognitivo superior dos estudantes. Neste contexto, uma questão importante que surge é como utilizar essas tecnologias para promover o aprendizado. Em uma visão geral, a tendência no contexto escolar é diversificar o processo de ensino, o que leva ao surgimento de novas dificuldades e novos desafios para a educação. Sabe-se que a educação passa pela necessidade de modificar a estrutura de ensino, que surge em função de proporcionar ao aluno uma formação com conhecimento para o mundo contemporâneo, que esteja apto a viver socialmente e engajado no mercado de trabalho. Para isto, será necessário que o aprendiz desenvolva, até o Ensino Médio, uma grande quantidade de competências e habilidades (CARDOSO et al, 2012).

Utilizar tecnologias, em sala de aula, enriquece as aulas e deixa os temas tratados se tornam mais acessíveis e completos. O uso consciente das tecnologias em sala de aula pode

proporcionar resultados surpreendentes e as aulas se tornarem mais motivadoras, tanto para o aluno quanto para o professor. Segundo Kenski (2007), as tecnologias são indispensáveis para a educação, ou melhor, que a educação e tecnologias são indissociáveis. Utilizar as tecnologias de modo a favorecer e auxiliar os alunos no processo de ensino aprendizagem. Com o contexto atual, algo deve ser feito para auxiliar os professores de Física, de acordo com os PCN, a utilizar de forma adequada os diversos meios tecnológicos, tornando-os imprescindíveis para a educação.

Com o auxílio do celular, tecnologias presentes no dia a dia, também estarão presentes nas aulas de Física, deixando-as mais interativas e em sintonia com o cotidiano dos alunos. Logo, criando um maior interesse e estimulando os alunos para uma aprendizagem significativa, uma vez que dá condições para uma formação ampla e efetiva.

4 Contexto do projeto

4.1 Curso de Licenciatura em Física IFSC

O curso de Ciências da Natureza com Habilitação em Física oferecido pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IF-SC) está voltado, primordialmente, ao desenvolvimento do conceito científico, fundamentando suas práticas do aprender por pesquisa, dando ao licenciando os instrumentos necessários para conhecer os processos cognitivos e afetivos presentes nas interações escolares e sociais que se desenvolvem em seus alunos.

Segundo o Projeto Político do curso (PPC), que encontra-se disponível no link <http://www.ararangua.ifsc.edu.br/site/images/ppc%20licenciatura%20ararangua%20atual.pdf>, o curso tem como objetivo formar profissionais com ampla e sólida base teórico-metodológica para docência nas áreas de Ciências da Natureza e de Física no Ensino Fundamental, no Ensino Básico e na Educação Profissional de Nível Médio, assim como em espaços não formais. Este curso visa atender às necessidades sócio-educacionais em consonância com os preceitos legais e profissionais em vigor, com participação ativa no desenvolvimento de processos pedagógicos, principalmente relacionados com o conhecimento das ciências da natureza e da Física.

A infraestrutura conta com laboratório de informática, salas climatizadas com *kit* multimídia completo e laboratórios didáticos de ensino. O curso capacita para a docência em nível de Ensino Fundamental e Médio, continuidade de cursos acadêmicos, atuação na

modalidade de ensino não formal (museus, planetários, edição de revistas, laboratórios, etc.), divulgação de conhecimentos científicos (revistas especializadas, jornais, programas de televisão e rádio), dentre outros.

Composto inicialmente por disciplinas voltadas ao ensino, vem ressaltar a necessidade da formação pedagógica do professor simultaneamente à específica, valorizando o aspecto científico na pedagogia. A matriz curricular consolida a integração entre os conhecimentos específicos e os pedagógicos, através de cinco núcleos:

- Núcleo comum;
- Núcleo comum instrumental;
- Núcleo comum pedagógico;
- Núcleo específico;
- Núcleo profissional.

Certifica os licenciados em ciência da natureza com habilitação em Física. A duração mínima prevista para o curso é de 8 semestres letivos e a máxima é do dobro de semestres letivos previstos no plano de curso, contando com os prazos de trancamento quando houver.

4.1.1 Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID)

O Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência no IF-SC (PIBID/IF-SC), promovido com apoio da Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior do Ministério da Educação (CAPES/MEC), tem como escopo, incentivar a formação de professores para a educação básica, contribuindo para a elevação da qualidade da escola pública, valorizando o magistério e incentivando os estudantes que optam pela carreira docente. Elevar a qualidade das ações acadêmicas voltadas à formação inicial de professores nos cursos de licenciatura das instituições públicas de educação superior é visto pelo programa como um grande atributo.

O PIBID insere o licenciando no cotidiano de escolas da rede pública de educação, promovendo a integração entre Educação Superior e a Educação Básica, ele proporcionando aos futuros professores participação em experiências metodológicas, tecnológicas e práticas docentes de caráter inovador e interdisciplinar, buscando a superação de problemas identificados no processo de ensino-aprendizagem, levando em consideração o IDEB e o desempenho da escola em avaliações nacionais, como Provinha Brasil, Prova Brasil, SAEB, ENEM, entre outras.

Participar do programa incentiva as escolas públicas de Educação Básica, tornando-as protagonistas nos processos formativos dos estudantes das licenciaturas, mobilizando seus professores como conformadores dos futuros professores. Os alunos participantes do programa buscam, não só a reprodução, eis que contribuem de forma ativa para o ensino, não se satisfazendo com ensino dito tradicional, de modo que a pesquisa aqui inserida se enquadra com esse objetivo.

4.2 E.E.B. M^a Garcia Pessi

Segundo o Projeto Político Pedagógico (PPP), a escola teve sua origem em meados do ano de 1931 sob o título de escola Pública Mista Estadual, sendo as aulas ministradas pela professora Maria Batista Garcia. Em 1939 com a mesma professora, passou a se chamar de Escola Isolada Simples de Araranguá e, em 15/02/1940, foi fundada a Biblioteca da Escola, a qual levou o nome de José de Alencar, registrada no Instituto Nacional do livro.

Até 1950, a mesma professora ainda continuava, a escola alterou seu nome para Maria Garcia Pessi, juntamente com outra professora chamada Maria José Batista. Em 1951, a Escola estava sob orientação da substituta Maria José Batista. Em 1953, começou a funcionar em um prédio de propriedade do senhor Cesário Cibien, situado na rua Antônio Bertoncini. Em 1955, passou a se chamar de Escola Reunida Professora Maria Garcia Pessi, passando a funcionar em duas casas, uma próxima da outra, de propriedade do senhor João, sob a direção da professora Carmen Balthazar. Em 1959, mudou-se para outro prédio e terreno sendo autorizado seu funcionamento sob o nome de “Grupo Escolar Maria Garcia Pessi”. De acordo com o Decreto SEE/05.04.72 n° 130, transformou-se em Escola Básica Professora Maria Garcia Pessi. Bem como, em 1987, foi aprovado o parecer n° 95/87, o qual autorizou o funcionamento do ensino de 2° grau – Processo n° 778/86.

A partir de 28 de março de 2000, a Secretaria de Estado da Educação e do Desporto, resolve alterar a identificação dos estabelecimentos de ensino. Segundo a Portaria E/017 SED, de 28 de março de 2000, sua denominação passa de Colégio Estadual Professora Maria Garcia Pessi para Escola de Educação Básica Professora Maria Garcia Pessi, por atender alunos da Educação infantil, Ensino fundamental e Ensino Básico.

Atualmente, possui um corpo docente de 94 funcionários, sendo que destes, 45 são professores do Ensino Básico. Atende 1016 alunos no Ensino Fundamental e 900 alunos no Ensino Básico, tendo 11 turmas de primeiro ano, 10 de segundo ano e 10 de terceiro ano.

5 Metodologia

A metodologia desse estudo dividiu-se em 6 etapas:

- Revisão bibliográfica;
- Revisão dos conceitos;
- Planejamento das aulas;
- Construção da UEPS;
- Implementação no Ensino Básico;
- Avaliação;

5.1 Revisão bibliográfica

Artigos em periódicos com qualis A e B que envolvessem o uso de celulares no ensino de Física, mas que também englobam o uso de tecnologias, além da utilização de UEPS. Tal revisão está relatada na seção 3 deste trabalho.

5.2 Revisão dos conceitos de Gravitação Universal

Revisão e organização dos conceitos, por meio de mapas conceituais que procuram evidenciar a diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. O mapa serviu de organizador prévio para a proponente do projeto, além de evidenciar a reconciliação integrativa e diferenciação progressiva que orientou o material instrucional. Na Figura 1 é apresentado o mapa conceitual, segundo os autores deste artigo.

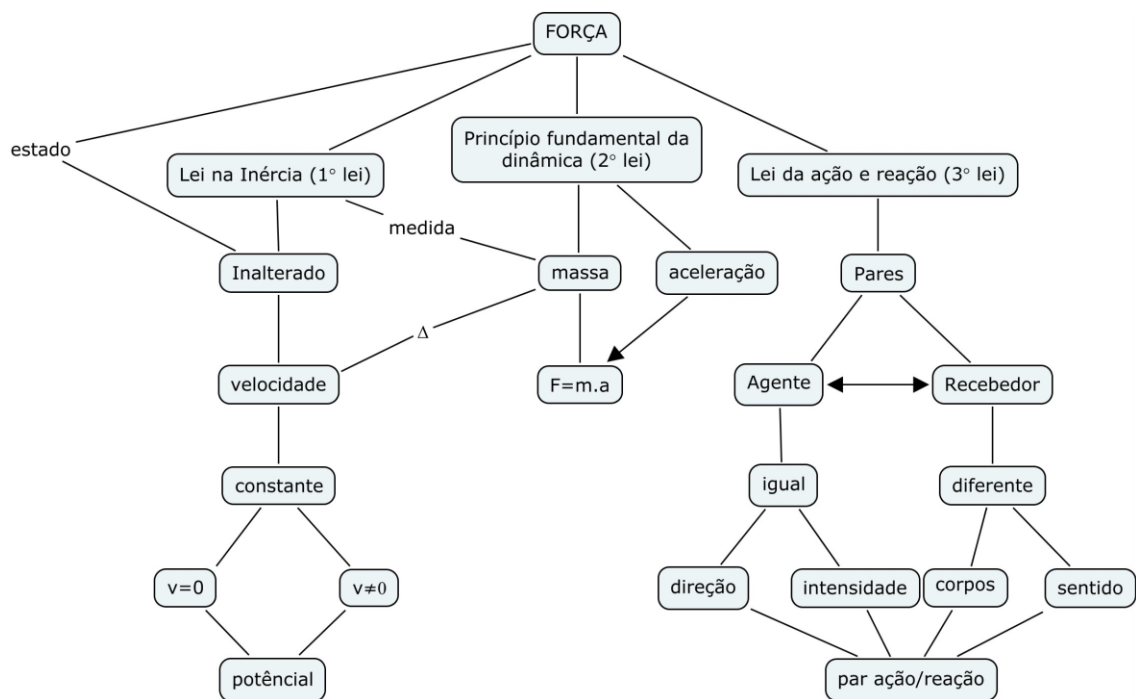


Figura 1–Mapa conceitual Leis de Newton (Os autores)

O mapa toma como princípio a diferenciação conceitual progressiva. Os conceitos mais gerais e inclusivos aparecem na parte superior do mapa. Prosseguindo, de cima para baixo no eixo vertical, outros conceitos aparecem em ordem descendente de generalidade e inclusividade até que, ao pé do mapa, chega-se aos conceitos mais específicos. É importante não confundir mapa conceitual com diagrama de fluxo. O mapa é estrutural, não sequencial.

De um modo geral, mapas conceituais podem ser usados como instrumentos de ensino e/ou de aprendizagem. Além disto, podem ser utilizados como auxiliares na análise e planejamento do currículo (Stewart et al., 1979), particularmente na análise do conteúdo curricular. Todavia, em cada um destes usos, mapas conceituais podem ser sempre interpretados como instrumentos para "negociar significados" (MOREIRA, 2011).

Para proporcionar a diferenciação progressiva, o grande tema foi posto logo de início: Força. Este tema será levantado logo no início para que o próprio aluno possa refletir sobre seus conhecimentos prévios e que tipo de informações ele tem a respeito, inclusive para incentivar o aluno a refletir sobre o que ele sabe sobre o tema antes de começar a introduzir os conceitos que a aula se propõe a discutir.

A diferenciação ocorre quando ao longo das aulas serão apresentados os conceitos mais específicos para entender a grande questão e somente na parte final das aulas é que as questões mais específicas serão levantadas.

Três grandes conceitos serão discutidos: princípio da inércia, princípio fundamental da dinâmica e lei da ação e reação. Tendo também outro grande conceito: Força, o conceito de força é discutido a partir das três leis de Newton, sendo abordada força gravitacional. Assim, após discutir o conceito de força e como ele está relacionado com os movimentos e com as três leis de Newton, abordar-se-á um conceito bem específico relativo a força gravitacional.

5.3 Planejamento das aulas

Optou-se pela utilização do Diagrama Vê que foi originalmente proposto por Gowin. O planejamento pode ser observado na Figura 2.

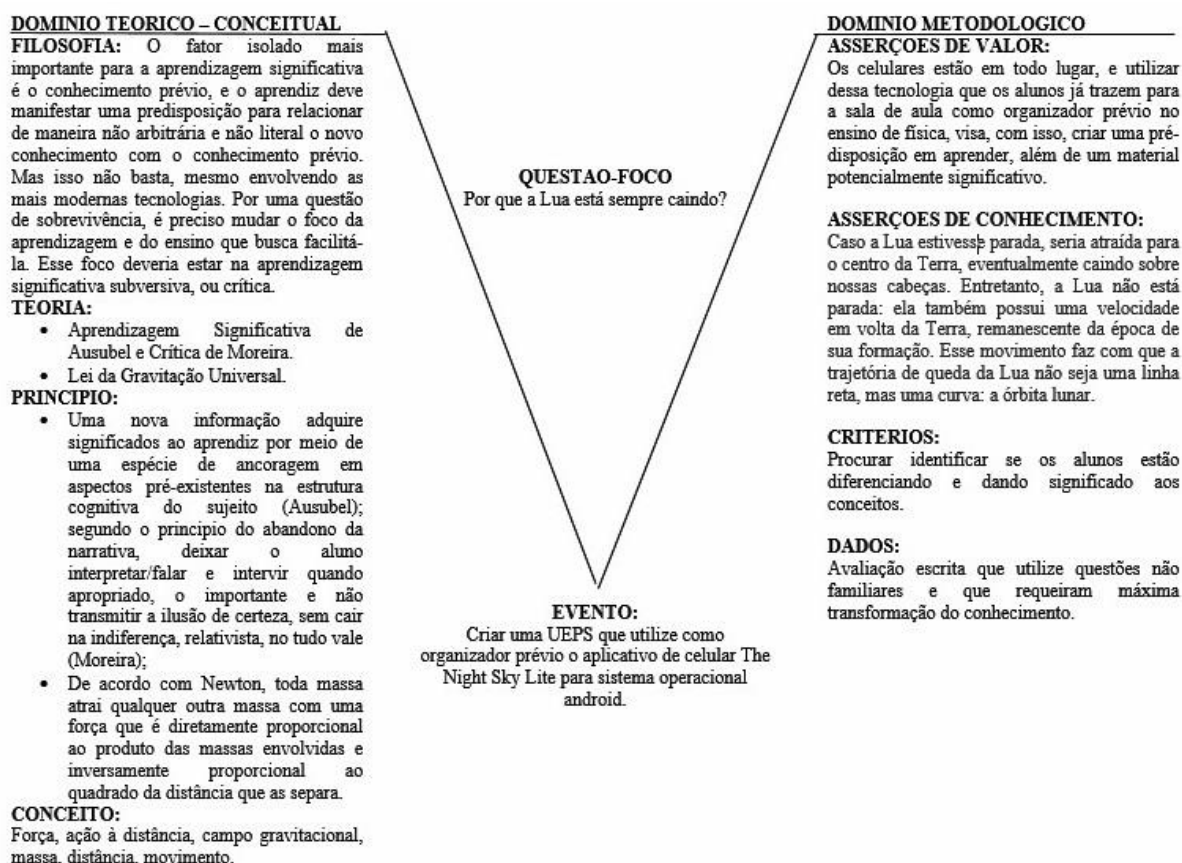


Figura 2- Plano de aula utilizando Diagrama Vê.

Este diagrama Vê corresponde ao plano de aula utilizado, porquanto a questão foco está no centro do V, sendo que a mesma foi apresentada da seguinte forma aos alunos: *Por que a*

Lua está sempre caindo? Sabe-se que, a questão foco de um estudo é aquela que, não somente pergunta alguma coisa, mas também diz algo. Esta questão identifica o fenômeno de interesse de tal forma que seja construído o conhecimento. É a pergunta que informa sobre o ponto central de um estudo/pesquisa, ela diz o que, em essência, foi estudado/pesquisado.

O lado esquerdo do V refere-se ao domínio teórico-conceitual do processo de produção do conhecimento: ali estão os conceitos, propriamente ditos, com os quais podem ser gerados princípios e leis que, por sua vez, podem ser organizados em teorias que têm sistemas de crenças ou filosofias, subjacentes.

O lado direito do V corresponde ao domínio metodológico na produção de conhecimento. A partir dos registros dos eventos chega-se a dados, através de transformações como atribuição de parâmetros, índices e coeficientes, os dados sofrem novas transformações metodológicas, como gráficos, correlações e categorizações, que servem de base para a formulação de asserções de conhecimento, ou seja, o conhecimento produzido em resposta à questão-foco. Observa-se, no entanto, que há uma permanente interação entre os dois lados, de modo que tudo o que é feito no lado metodológico é guiado por conceitos, princípios, teorias e filosofias do lado teórico-conceitual. Reciprocamente, novas asserções de conhecimento podem levar a novos conceitos, à reformulação de conceitos já existentes ou, ocasionalmente, a novos princípios, teorias e filosofias (MOREIRA, 2007).

Temos como visão de que o fator isolado mais importante para a aprendizagem significativa é o conhecimento prévio e o aprendiz deve manifestar uma predisposição para relacionar, de maneira não arbitrária e não literal, o novo conhecimento com o conhecimento prévio. Contudo, isso não basta, mesmo envolvendo as mais modernas tecnologias. Por uma questão de sobrevivência, é preciso mudar o foco da aprendizagem e do ensino que busca facilitá-la. Este foco deveria estar na aprendizagem significativa subversiva ou crítica. Como teoria tem-se um conjunto de princípios e conceitos que guiam a produção de conhecimento, que são a Aprendizagem Significativa de Ausubel e a Crítica de Moreira; e, em Física a Lei da Gravitação Universal.

Os princípios são as relações que guiam a ação que explicam como se pode esperar que eventos ocorram, uma nova informação adquire significados ao aprendiz por meio de uma espécie de ancoragem em aspectos pré-existentes na estrutura cognitiva do sujeito conforme Ausubel. De outra maneira relata que no princípio do abandono da narrativa, deve-se deixar o aluno interpretar/falar e intervir quando apropriado, pois o importante é não transmitir a ilusão

de certeza, sem cair na indiferença relativista, ou seja no tudo vale (Moreira). Neste contexto, Newton, entende que toda massa atrai qualquer outra massa com uma força que é diretamente proporcional ao produto das massas envolvidas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que as separa.

Assim os conceitos são regularidades percebidas em eventos, ressaltando-se a força, ação à distância, campo gravitacional, massa, distância e movimento. No evento descreve-se os objetos a serem usados para a resposta da questão foco, que era criar uma UEPS que utilizasse como organizador prévio o aplicativo de celular *The Night Sky Lite* para o sistema operacional *Android*. Nos dados foram colocados observações feitas ou dados brutos do estudo efetuado, de modo que a avaliação escrita que utilizava questões não familiares e que requeriam máxima transformação do conhecimento; já nos critérios, para organização dos dados e procurou-se identificar se os alunos sabiam diferenciar e dar significado aos conceitos. Na asserção de conhecimento, foi respondida a questão foco, chegando a interpretações razoáveis de dados e transformações metodológicas, logo questionou-se, a Lua estivesse parada, seria atraída para o centro da Terra, eventualmente caindo sobre nossas cabeças? Entretanto, a Lua não está parada: ela também possui uma velocidade em volta da Terra remanescente da época de sua formação. Este movimento faz com que a trajetória de queda da Lua não seja uma linha reta, mas uma curva: a órbita lunar. Na asserção de valor ressaltou-se a importância do conhecimento produzido, principalmente porque os celulares estão em todo lugar, motivo pelo qual pode-se utilizar esta tecnologia que os alunos trazem para a sala de aula, como organizador prévio no ensino de Física, visando criar uma pré-disposição em aprender, além de um material potencialmente significativo.

Como organizador prévio foram feitas duas atividades iniciais. Primeiramente, os experimentos: ‘Achatando a Terra nos polos’, ‘Foguetes de balões’, ‘Driblando o atrito (disco voador)’, ‘Ovo cru e ovo cozido’. Após, o aplicativo *The Night Sky Lite* foi instalado no celular e utilizado como atividade experimental.

5.4 Construção da UEPS

Foi proposta a construção de uma sequência didática fundamentada em teorias de aprendizagem, particularmente a da aprendizagem significativa. Partindo das premissas de que não há ensino sem aprendizagem, de que o ensino é o meio e a aprendizagem é o fim, esta sequência foi proposta como sendo uma *Unidade de Ensino Potencialmente Significativa*

(MOREIRA, 2011). A UEPS planejada, desenvolvida, utilizada e avaliada neste estudo encontra-se em Anexo I.

5.5 Implementação no Ensino Básico

A implementação do trabalho envolveu uma turma de 25 alunos da 1ª série, do período vespertino da Escola Estadual Maria Garcia Pessi, em Araranguá, Santa Catarina. Esta turma já fazia parte da carga horária do professor titular da escola estadual desde o início do ano letivo. O período da implementação foram os meses de setembro, outubro e novembro de 2013.

No primeiro dia das aulas foram realizados experimentos com materiais de baixo custo, segundo que o roteiro era composto por quatro experimentos. O primeiro procurava evidenciar se os alunos tinham consciência do achatamento dos polos; o segundo era sobre a força do ar; e o seguinte avaliava como eles entendiam o atrito, e o último experimento dizia a respeito à lei da inércia, segunda lei de Newton.

A primeira pergunta do roteiro fazia referência a primeira experiência na qual eles poderiam perceber o achatamento dos polos conforme roteiro em Anexo II. Pediu-se aos alunos que construíssem todos os experimentos, levando-os a explicar se a Terra era uma esfera perfeita e se a mesma estivesse parada. A segunda pergunta era referente ao segundo experimento no qual se questionou se ele funcionaria na Lua. A terceira indagação pedia para que eles explicassem se era possível parar um carro se não houvesse atrito, por fim a última pergunta fazia referência ao princípio da Inércia, na qual questionava-se qual a lei que obriga a usar o cinto de segurança. Todas estas questões foram elaboradas para averiguar os conhecimentos prévios dos alunos.

No segundo dia de aula tratou-se da instalação do aplicativo no celular dos discentes, de modo que o roteiro era composto com o passo a passo e três questões que, após o uso do aplicativo os alunos deveriam responder. A primeira questão procurava levantar se os alunos entendiam sobre os movimentos da Terra, Sol e das galáxias; a segunda e a terceira pergunta era sobre como as constelações se mantêm unidas e o que isto teria a ver com o aluno estar sentado na cadeira.

Nos próximos seis encontros foram apresentadas aulas expositivas dialogadas em *power point*, que estão de acordo com o mapa apresentado no item 5.2 e utilizam como organização

sequencial os experimentos de baixo custo e com o aplicativo de celular. Como objetivo, propôs-se responder, na aula expositiva, todos os questionamentos feitos nos roteiros. No final das aulas os discentes recebiam um pequeno texto para leitura individual, como uma nova situação problema, em nível mais alto de complexidade, depois de todo o exposto ao final da leitura do texto sendo questionado: É verdade que a lei da gravitação foi criada no momento em que a maçã caiu na cabeça de Newton? A discussão girara em torno da questão que o próprio Newton reconheceu que não, com a seguinte frase: “*Se eu vi mais longe, foi por estar de pé sobre ombros de gigantes*”, ou seja, ele se referiu, entre outros, a Kepler e Galileu. Todos os passos citados acima foram orientados pela UEPS construída e reproduzida no Anexo I.

5.6 Avaliação

Ausubel argumenta que os estudantes se acostumam a memorizar: proposições, fórmulas, causas, exemplos e suas explicações, além de maneiras de resolver problemas típicos. Deve-se evitar as simulações de aprendizagem significativa. Utilizou-se questões e problemas que foram novos e não familiares e que requeriam máxima transformação do conhecimento dos alunos. Foram, no mínimo, fraseadas de maneira diferente que no material instrucional. Solicitou-se ao aprendiz uma tarefa de aprendizagem sequencialmente dependente do material instrucional que, sem o perfeito domínio do conceito, não seria possível.

A avaliação, como pode ser depreendido do que foi relatado, esteve presente em todas as etapas do ensino do tema, ou seja, subsidiando o seu planejamento, as decisões da professora no desenvolvimento do tema e, ao final, como uma etapa para avaliar, além da aprendizagem dos alunos, os demais elementos da UEPS, inclusive os instrumentos de avaliação. O pressuposto que orientou as decisões inerentes ao que e como avaliar foi a capacidade de utilizar um conhecimento numa nova situação e de expressá-lo com uma linguagem pessoal são evidências de aprendizagem significativa.

Nesse momento comentou-se-á apenas a atividade final da disciplina que, pretendendo identificar evidências de aprendizagem significativa, demandava que os 25 alunos da turma falassem sobre o tema em uma situação diferente das avaliações padrões que caracterizaram o desenvolvimento da disciplina. A atividade solicitada está contida no Anexo III.

A avaliação da evolução foi feita de forma qualitativa. Por fim, procurou-se buscar indicativos de que os alunos estivessem diferenciando os conceitos-chave para alcançar a

aprendizagem de forma significativa. A avaliação foi vislumbrada pela composição uma prova escrita por dez questões.

6 Análise

6.1 Concepções alternativas

O impacto dos primeiros estudos sobre concepções alternativas não somente resultou em uma quantidade enorme de pesquisas da mesma natureza, mas também em pesquisas com outros objetivos. Como é a interação entre o conhecimento prévio e um novo conhecimento aparentemente incompatível? Por que persiste o conhecimento prévio? Através de quais processo(s) as pessoas mudam suas concepções alternativas por concepções aceitas no contexto científico? Como ocorre a mudança conceitual?

Tantas foram as tentativas de responder questões desse tipo, isto é, referente à mudança conceitual que não seria um exagero classificar a década dos oitenta, no que diz respeito à pesquisa em didática das ciências, como a “década da mudança conceitual” (MOREIRA, 2003).

As concepções alternativas são entendidas como produtos dos esforços cognitivos dos alunos para descrever e explicar o mundo físico que os rodeia. Estas são representações que cada indivíduo faz do mundo que o rodeia, consoante a sua própria maneira de ver o mundo e de ver a si próprio. As concepções devem ser encaradas como construções pessoais que o professor tem o dever de procurar conhecer, compreender e valorizar para decidir o que fazer e como fazer com o seu ensino ao longo do estudo de um tópico. Estas são construídas pelos alunos e a partir do nascimento o acompanham também em sala de aula, onde os conceitos científicos são inseridos sistematicamente no processo de ensino e aprendizagem (OLIVEIRA, 2005)

O conhecimento das concepções alternativas dos alunos é fato de grande importância para o planejamento das atividades pedagógicas e, também, no processo de ensino e aprendizagem das ciências estas concepções assumem o papel central porquanto todo o trabalho realizado em aula deve-se fazer de tal modo que os alunos sejam estimulados a apresentar, questionar testar as suas ideias para que as mesmas sejam desenvolvidas ao invés de constituírem barreira à aprendizagem (PAIVA, 2007).

As pesquisas em educação têm se preocupado com a análise das concepções alternativas dos alunos, uma vez que a aprendizagem escolar é influenciada pelo que o aluno já sabe. E, principalmente, pelo fato das concepções alternativas não coincidirem com o cientificamente aceito (OLIVEIRA, 2005).

A perspectiva, concepções ou significados não podem ser transferidos do professor para os estudantes, eis que devem ser construídos pelos próprios alunos de um jeito que faça sentido para eles. A aprendizagem significativa em Física dos alunos é, em parte, influenciada por ideias pessoais e pelo entendimento que constroem sobre o mundo.

Segundo o modelo de Posner (1982), apesar de que existem várias condições para a mudança conceitual, há quatro que parecem ser comuns na maioria dos casos: Primeiro deve existir uma insatisfação com as concepções existentes, pois é improvável que cientistas e alunos façam mudanças radicais em seus conceitos, a menos que percebam que pequenas mudanças não funcionam mais. Segundo, uma nova concepção deve ser inteligível, o aluno deve ser capaz de entender o novo conceito o suficiente para explorar suas possibilidades. Em terceiro, uma nova concepção deve parecer inicialmente plausível, qualquer novo conceito adotado deve, pelo menos, parecer que tem a capacidade de resolver os problemas gerados por seus predecessores. E quarto uma nova concepção deve sugerir a possibilidade de um programa de pesquisa proveitoso. O novo conceito deve ter o potencial de ser estendido a outras áreas, de abrir novas possibilidades.

Sintetizando, segundo o modelo de Posner, há condições para a mudança conceitual quando-se encontra insatisfação com a concepção que o aluno tem e quando o mesmo se encontra com uma nova concepção (cientificamente aceita) que é inteligível e lhe parece plausível.

Os dois primeiros modelos, do conflito cognitivo e de Posner, são compatíveis ou complementares e pareceram tão atrativos aos pesquisadores e docentes que geraram um grande número de estudos sobre mudança conceitual nas últimas décadas. Entretanto, parece que ainda estamos no mesmo ponto, eis que não progredimos muito com relação à mudança conceitual. É certo que mudanças conceituais foram relatadas em diferentes disciplinas e em diferentes níveis de ensino. Porém, a persistência de concepções "velhas", "errôneas" ou "alternativas", dependendo da situação, é perturbadora e desalentadora para muitos docentes e pesquisadores. (MOREIRA, 2005). A adversidade do modelo é que ele propõe a mudança conceitual como uma substituição de uma concepção por outra na estrutura cognitiva do aluno. Ou, ao menos, é desta forma interpretado por muitos pesquisadores e docentes.

Presumimos que esse tipo de mudança conceitual não existe. Estamos falando de mudar concepções alternativas aprendidas de modo significativo, isto é, por aprendizagem significativa. Estamos mencionando as concepções alternativas "resistentes à mudança" como, por exemplo, a "proporcionalidade entre força e velocidade" em vez de força e aceleração, calor

como "calórico" não como energia em trânsito ou as estações do ano como "resultado da variação da distância sol-terra" não de suas posições relativas. Sendo que estes significados são produtos de aprendizagens significativas, não "apagáveis". É uma ilusão pensar que um conflito cognitivo e/ou uma nova concepção plausível, inteligível e frutífera conduzirá à substituição de uma concepção alternativa significativa. (MOREIRA, 2005). Quando ocorre mudança conceitual, em termos de aprendizagem significativa, o que acontece é que os novos significados são adicionados às concepções já existentes, sem apagar ou substituir os significados que já tinham, desta forma, a concepção torna-se, mais apurada, ou evolui sem perder a personalidade.

6.1.1 Concepções alternativas em Mecânica

A pesquisa em ensino de Física, particularmente, os estudos sobre concepções alternativas conduzidas nos anos 80, mostrou, de maneira inequívoca, que o conhecimento prévio do aluno tem grande influência na aprendizagem de novos conhecimentos (SILVEIRA, 1992). Segundo Ausubel, aquilo que o aluno já sabe é o fator isolado mais importante que influencia na aprendizagem subsequente. O conhecimento prévio dos alunos, muitas vezes, está em desacordo com os significados aceitos cientificamente, o abandono destes significados para a construção de significados científicos é um processo chamado de mudança conceitual.

É preciso detectar qual o conhecimento prévio que o aluno traz para a sala de aula para adotarmos uma estratégia de evolução conceitual. A mecânica newtoniana é soberana na investigação sobre este assunto, trata-se de uma área cuja compreensão é essencial para a maioria das restantes áreas da Física. Além disto, permite uma fácil identificação das concepções alternativas errôneas mais enraizadas no pensamento dos alunos.

Sobre conceitos de Cinemática (posição, distância, movimento, tempo, velocidade e aceleração) e de Dinâmica (inércia, força, resistência, vácuo e gravidade), a maioria dos alunos tem concepções equivocadas, no sentido científico, sobre a força gravitacional, pois acreditam que ela é o resultado da pressão do ar. Existem também preconcepções associadas à segunda lei de Newton, muitas das concepções erradas dos alunos apoiam-se na ideia de que o movimento requer a ação de uma força, uma vez que em condições reais (com atrito) é preciso atuar permanentemente sobre um corpo para o manter em movimento. O atrito não é identificado pelo aluno como uma força, este tende a acreditar que o movimento do corpo requer atuação permanente de uma força impulsionada.

6.2 Mudança Conceitual x Evolução Conceitual

Para Toumin, o conhecimento cotidiano é resistente à mudança porque está protegido contra os efeitos da inovação e seleção crítica, ao mesmo tempo em que circula sem restrições já que sua função é não especializada. Ainda sobre mudança conceitual, também parece útil sua visão complexa dos conceitos científicos. Estes não seriam termos de cálculos formais ou nome de classes empíricas de objetos, mas sim representações explicativas cujo conteúdo intelectual se mediria por seu âmbito, alcance e exatidão de seus modelos e técnicas. A mudança conceitual, portanto, presta atenção aos fatos empíricos não com a intenção de generalização, e sim com a meta de construir uma representação melhor, nomenclaturas melhores e explicação do mundo tal como o encontramos.

Além disso, as mudanças conceituais podem ser muito complexas, uma vez que os descobrimentos empíricos concernem a fatos relacionados com a aplicabilidade dos procedimentos explicativos e não a fatos enunciáveis em termos dos conceitos científicos aludidos. Às vezes, as mudanças supõem a explicação mais exata de certos fenômenos e outras a primeira explicação de fenômenos novos. Em qualquer caso, exigem normalmente modificações em três níveis: terminológico, representacional e nos critérios empíricos de aplicação. (ARIZA, 2002).

Para Toulmin (ARIZA, 2002) a evolução conceitual ocorre de forma “gradualista”, em contraposição as ideias “agregacionistas” dos absolutistas e radicais dos revolucionários (mudanças a margem do racionalismo). As mudanças ocorrem de forma gradual; sendo que a transformação, lenta ou rápida, sempre está submetida a seleção crítica da comunidade. Logo, para entender como os alunos constroem seus conceitos, é necessário entender como se forma a “população conceitual” de onde estes alunos fazem parte.

A população conceitual que conforma o acervo cultural da humanidade não é estática, contudo se encontra em constante evolução e tem um único padrão de desenvolvimento”, segundo Toulmin (1977). As ideias de Toulmin podem contribuir, então, para a superação de uma resistência constante dos modelos de mudança conceitual popularmente propostos. Isto consiste em uma analogia entre concepções de mudança científica como realizações coletivas para orientar o ensino de Física com o propósito de promover mudança nas concepções dos alunos.

6.3 Evidências de Evolução Conceitual

A aplicação da UEPS permitiu evidenciar e classificar a evolução dos conceitos relacionados à Lei da Gravitação Universal durante a disciplina, e em geral, os resultados foram satisfatórios, ao passo que se identificou, na maior parte dos casos, que os alunos conseguiram expressar conhecimentos em ação condizentes ou próximas ao que era esperado após a UEPS. Sendo isto constatado pela análise das atividades iniciais e pela comparação com a avaliação. Na avaliação não houve reprodução exata do que foi discutido durante o processo de ensino. Se houvesse reprodução exata seria uma aprendizagem literal, ou seja, uma aprendizagem mecânica que não resulta na aquisição de significados para o aluno, pois ele só conseguirá simplesmente reproduzir o conteúdo e isso não foi buscado pelos autores, somente será significativo se o novo conteúdo se incorporar de forma substantiva com as concepções já existentes.

Houve indícios de mudanças nas concepções dos alunos de modo a promover uma evolução conceitual, conforme Tabela 2 a abaixo:

Tabela 2: Dados obtidos na avaliação

Concepção alternativa	Concepção cientificamente aceita	Concepção mista identificada na avaliação dos alunos
Força gravitacional, acreditam que ela é o resultado da pressão do ar.	Força Gravitacional é uma ação a distância entre dois corpos que é diretamente proporcional ao produto de sua massa e inversamente proporcional ao quadrado da distância.	• Presença de conceito de força gravitacional, existe outra força além da gravidade; • Gravidade como único exemplo gravitacional.
Movimento requer a ação de uma força.	Quando uma força resultante é aplicada sobre um corpo altera o seu momentum linear.	• Força relacionada com a aceleração da gravidade.
O atrito não é identificado pelo aluno como uma força.	O atrito e a resistência do ar são forças de natureza eletromagnética normalmente contrárias ao sentido da velocidade.	• Força atrito como uma força de contato que é exercida entre dois corpos.

Evidenciamos algumas concepções mistas que para Toumin são indicativos ou indícios de evolução conceitual; já para Nussbaum (1989), muitos estudos reportam a presença de vários tipos de concepções mistas, representando um paralelo com a descrição histórica de Toulmin. Em seus estudos sobre mudança conceitual, este autor identificou um padrão

evolucionista de mudança, isto é, os estudantes mantêm elementos substanciais da antiga concepção enquanto gradualmente incorporam elementos da nova concepção. Cada aluno deu um significado novo as concepções preexistentes, mostrando que evoluíram conceitualmente rumo a aprendizagem significativa.

7 Considerações finais

Procurou-se usar um método diferente para o ensino da Lei da Gravitação Universal, uma abordagem não matematizada que aproxima a Física do cotidiano dos alunos. Preconizou-se as duas condições que Ausubel considera essencial para que a aprendizagem significativa ocorra, a pré disposição em aprender, que foi utilizada com a inserção do celular no ensino; e, um aluno, porém não substitui os experimentos.

O estudo foi baseado na aprendizagem significativa crítica de Moreira que evidenciou o princípio de diversidade de estratégias de ensino, eis que normalmente utiliza-se, somente, o quadro-de-giz (ou projetor multimídia mais recentemente) para repetir o que está no livro de texto. O uso de diversas estratégias instrucionais deve implicar a participação ativa do estudante, para que o ensino seja centrado no aluno. Usamos outros métodos, experimentos usuais mas não tradicionais, e o celular para dar condições que isso ocorra.

Teve evidências de evolução conceitual rumo à aprendizagem significativa em Mecânica. Outro princípio *da não centralização do livro de texto*, professores e alunos apoiam-se em excesso no livro de texto, como se dele emanasse todo o conhecimento que deve ser aprendido sem questionamentos. Existe uma diversidade de materiais acessíveis que representam também a produção de conhecimento humano, tais como: artigos científicos, contos, poesias, crônicas, relatos e obras de artes. Cabe ao professor incorporar novas estratégias e não substituir os métodos, que busque a aprendizagem significativa crítica nos alunos, utilizando estes materiais diversos e fazendo uma seleção rigorosa deles. Não se trata, no entanto, de banir o livro de texto, mas considerá-lo apenas mais um dentre vários materiais educativos, de modo que nossa pesquisa também se fundamenta neste princípio

Por fim as evidências de evolução conceitual são necessárias, mas não suficientes nos dias atuais, por isto fundamentamos este estudo de acordo com os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica. Mesmo sabendo que proporcionar um ambiente em que

permite formar um indivíduo capaz de fazer parte de uma cultura e ao mesmo tempo ser capaz de criticá-la não é algo menos complexo que a mudança conceitual sugerida durante a década de 1980. Traçando um paralelo, poderíamos dizer que a contribuição deste estudo é o de dar início ao processo de aprendizagem significativa crítica em Física que formará cidadãos ativos, críticos e não-dogmáticos.

8 Referências

ACEVO, J.A. (2001a). **Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. Sala de Lecturas CTS+I de la OEI.** Disponível: <<http://www.oei.es/oeivirt/a.htm>> Acesso em 01 dez., 2013.

ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A; MOREIRA M. A. Modelos Computacionais no Ensino-aprendizagem de Física: Um Referencial de Trabalho. **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 2, pp.341-366, 2012.

BETZ, M. E. M.; TEIXEIRA, R. M. R. Material Instrucional Apresentando Conteúdos de Métodos Computacionais Para o Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29 n. Especial 2: p.787-811, 2012.

BROCK, C.; DA ROCHA FILHO, J. B. Algumas Origens da Rejeição pela Carreira Profissional no Magistério em Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28 n. 2: p.356-372, 2011.

CARDOSO, S. O. O.; DICKMAN, A.G. Simulação Computacional Aliada à Teoria da Aprendizagem Significativa: Uma Ferramenta Para Ensino e Aprendizagem do Efeito Fotoelétrico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29 n. Especial 2: p.891-934, 2012.

DAMASIO, F.; TAVARES, A. A Divulgação Científica Fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel: Uma Proposta com o tema da Radioatividade e Sua Implementação. Manaus, **XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2011.

DONAGELO, R.; SOUZA, P. V. S. Velocidades Média e Instantânea no Ensino Médio: Uma Possível Abordagem. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 3, 2012.

FERRACIOLI, L.; GOMES, T.; CAMILETTI, G. G.; SILVA, R. M. A.; MULINARI, M. H.; OLIVEIRA, R. R.; MARIN, F. C. M.; FEHSENFELD, K. M.; VERBENO, C.H. Ambientes de Modelagem Computacional no Aprendizado Exploratório de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29 n. Especial 2: p.679-707, 2012.

HEWITT, P. G.. **Física Conceitual** – 9º edição. Porto Alegre; Bookman, 2002.

KENSKI, V.M. **Educação e tecnologias: O Novo Ritmo da Informação**- Papyrus, São Paulo, 2007.

MAGALHÃES, M. G. M.; SCHIEL, D.; GUERRINI, I. M.; JUNIOR, E. M. Utilizando Tecnologia Computacional Quantitativa de Movimentos: Uma Atividade Para Alunos do Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 3, 2002.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, 2002.

MOREIRA, M. A.; GRECA, I. M. **Mudança conceitual: análise crítica e propostas à luz da teoria da aprendizagem significativa**. Ciência e Educação, Bauru, v. 9, n. 2, p. 301-315, 2003.

MOREIRA, M. A. **Diagrama V e Aprendizagem Significativa**. Revista Chilena de Educación Científica, 2007, vol. 6, N. 2, pp. 3-12

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa Crítica**. Porto Alegre: Ed. do autor, 2005.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro Editora, 2006.

MOREIRA, M.A. **Teoria de Aprendizagem**. São Paulo; EDU, 1999.

MOREIRA, M. A. Unidades de enseñanza potencialmente significativas – UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011.

OLIVEIRA, S. S. **Concepções alternativas e ensino de biologia: como utilizar estratégias diferenciadas na formação inicial de licenciados**. Curitiba: UFPR. Educar, n. 26, p. 233-250, 2005.

PAIVA, A.L.B.; MARTINS, C. M. C. **Concepções prévias de alunos de terceiro ano do Ensino Médio a respeito de temas na área de Genética**. Disponível: < <http://www.fae.ufmg.br/ensaio/vol7especial/artigopaivaemartins.pdf> > Acesso em : 20 mai. 2007.

PIETROCOLA, M. A Matemática como Estruturante do Conhecimento Físico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 1, p89-109, ago, 2002.

POSTMANM, N.; WEINGARTNER, C. **Teaching as a subversive activity**. New York: Dell Publishig Co. 1969.

SCHAFF, A. **A Sociedade Informática (as consequências sociais da segunda Revolução Industrial)**. 4. ed. São Paulo: Universidade Estadual Paulista - Brasiliense, 1990.

TALIM, S. L. A Atitude no Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 21 n. 3: p.313-324, 2004.

ZANOTTA, D. C.; CAPPELLETTO, E.; MATSUOKA, M. T. O GPS: Unindo Ciência e Tecnologia em Aulas de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 2, 2011.

ANEXO I

PROPOSTA DE UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA ENSINAR LEI DA GRAVITAÇÃO UNIVERSAL

Digiane Reis

Contexto: Esta unidade de ensino foi planejada e desenvolvida para um projeto de TCC do curso de licenciatura em ciências da natureza com habilitação em Física do Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC, campus Araranguá, com previsão de duração de 9 horas (9 encontros), oferecidos aos alunos da Escola Estadual Maria Garcia Pessi.

Objetivo: Propor uma unidade de ensino que aborde a Lei da Gravitação Universal, utilizando como organizador prévio o aplicativo de celular *The Night Sky Lite* para o sistema operacional *Android*.

1. Atividades iniciais (2 encontros): Propor situações de ensino que favoreçam um amplo levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos. Sugere-se que, antes da apresentação do tema, sejam realizadas duas atividades iniciais. Primeiramente, os experimentos, que consistem em **Achatando a Terra nos pólos, Foguetes de balões, Driblando o atrito (disco voador), Ovo cru e ovo cozido**. Após, o aplicativo *The Night Sky Lite* será inserido no celular e utilizado como organizador prévio. Assim, os alunos serão questionados sobre alguns conceitos e/ou termos relacionados com a Lei da Gravitação Universal e responderão individualmente sem recorrer a fontes de consulta, de modo que ficará assegurado aos mesmos que não tem problema errar, pois o erro não é algo ruim. Tal medida gerará discussão oral e coletiva, orientada por perguntas e respostas das questões previamente respondidas.

2. Situação-problema: **a)** Por que a Lua está sempre caindo? **b)** Por que a velocidade de um corpo aumenta quando ele cai? **c)** Por que sobe com movimento retardado? **d)** Por que um corpo se move? Recomenda-se que todas as questões (situações-problemas) e atividades sejam discutidas em grupo com mediação docente.

3. Revisão1: Revisar os conceitos de Gravitação Universal por meio de mapa conceitual que explicita a diferenciação progressiva dos conceitos. Propor uma diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, como proporcionar essa diferenciação progressiva? O grande tema foi posto, logo de início, com o uso do aplicativo *The Night Sky Lite* para o sistema *Android* e experimentos didáticos com material de baixo custo e fácil acesso, a diferenciação ocorre quando ao longo da aula são apresentados os conceitos mais específicos para entender a grande questão. Coloca-se o problema das concepções alternativas e só então se discute como poderão ser corrigidas tais informações. A Figura 1 mostra como foram abordadas as Leis de Newton.

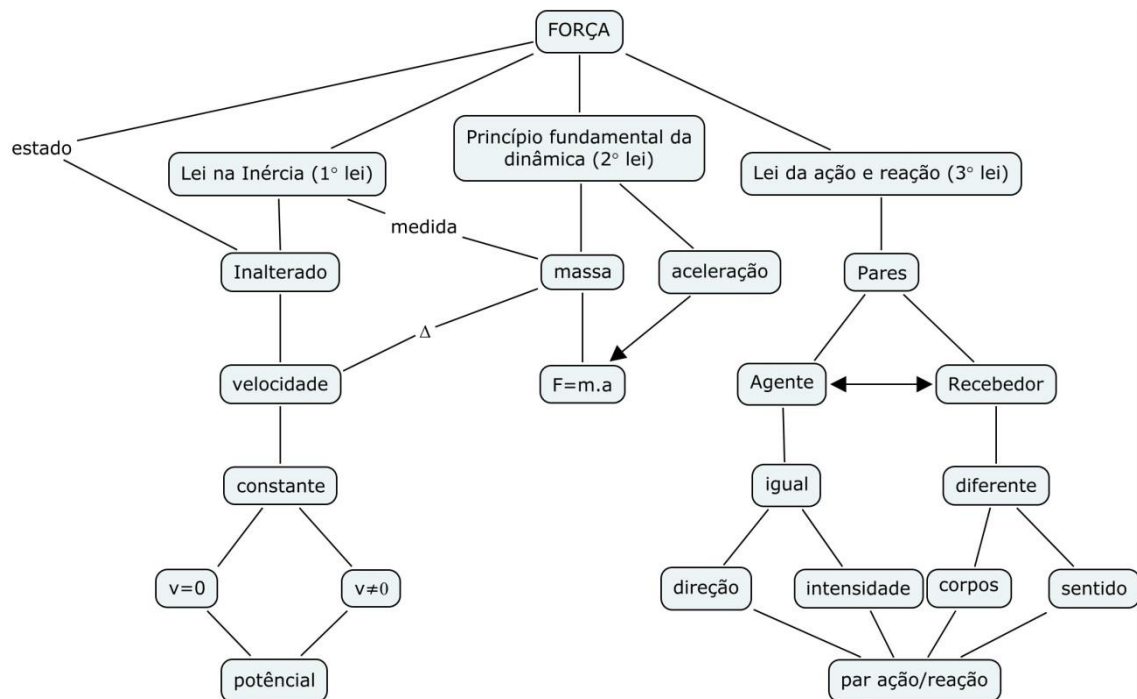


Figura 1 –Mapa conceitual Leis de Newton

4. O processo de ensino (6 encontros): Dois grandes conceitos são discutidos: Ação à distância e força. A ação à distância é apresentada seguida pela discussão de o porquê a Lua está sempre caindo. O conceito de força é discutido pela natureza das quatro forças que existem (gravitacional, eletromagnética, nuclear forte e fraca), neste contexto será abordada a força gravitacional. Posteriormente, define-se a Lei da Gravitação Universal; por último, conceitos como ação à distância, campo gravitacional, massa, distância e movimento; bem como, propõe-se responder, na aula expositiva, todos os questionamentos feitos na etapa 1. O planejamento foi feito utilizando a ferramenta proposta por Gowin, o diagrama “V” (Moreira, 1997; 2003), a questão foco está no centro, como mostra a Figura 2.

DOMINIO TEORICO – CONCEITUAL

FILOSOFIA: O fator isolado mais importante para a aprendizagem significativa é o conhecimento prévio, e o aprendiz deve manifestar uma predisposição para relacionar de maneira não arbitrária e não literal o novo conhecimento com o conhecimento prévio. Mas isso não basta, mesmo envolvendo as mais modernas tecnologias. Por uma questão de sobrevivência, é preciso mudar o foco da aprendizagem e do ensino que busca facilitá-la. Esse foco deveria estar na aprendizagem significativa subversiva, ou crítica.

TEORIA:

- Aprendizagem Significativa de Ausubel e Crítica de Moreira.
- Lei da Gravitação Universal.

PRINCIPIO:

- Uma nova informação adquire significados ao aprender por meio de uma espécie de ancoragem em aspectos pré-existentes na estrutura cognitiva do sujeito (Ausubel); segundo o princípio do abandono da narrativa, deixar o aluno interpretar/falar e intervir quando apropriado, o importante e não transmitir a ilusão de certeza, sem cair na indiferença, relativista, no tudo vale (Moreira);
- De acordo com Newton, toda massa atrai qualquer outra massa com uma força que é diretamente proporcional ao produto das massas envolvidas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que as separa.

CONCEITO:

Força, ação à distância, campo gravitacional, massa, distância, movimento.

QUESTAO-FOCO
Por que a Lua está sempre caindo?

EVENTO:
Criar uma UEPS que utilize como organizador prévio o aplicativo de celular The Night Sky Lite para sistema operacional android.

DOMINIO METODOLOGICO

ASSERÇÕES DE VALOR:

Os celulares estão em todo lugar, e utilizar dessa tecnologia que os alunos já trazem para a sala de aula como organizador prévio no ensino de física, visa, com isso, criar uma pré-disposição em aprender, além de um material potencialmente significativo.

ASSERÇÕES DE CONHECIMENTO:

Caso a Lua estivesse parada, seria atraída para o centro da Terra, eventualmente caindo sobre nossas cabeças. Entretanto, a Lua não está parada: ela também possui uma velocidade em volta da Terra, remanescente da época de sua formação. Esse movimento faz com que a trajetória de queda da Lua não seja uma linha reta, mas uma curva: a órbita lunar.

CRITERIOS:

Procurar identificar se os alunos estão diferenciando e dando significado aos conceitos.

DADOS:

Avaliação escrita que utilize questões não familiares e que requeiram máxima transformação do conhecimento.

Figura 2 –Diagrama V com a questão foco da aula

5. Nova situação problema, em nível mais alto de complexidade (1 encontro): Os alunos receberam um pequeno texto para leitura individual: “Um belo dia, estava Newton sentado embaixo de uma macieira quando, eis que uma maçã lhe cai sobre a cabeça. No susto, disse o físico: ‘Eis aqui a Teoria da Gravidade!’”. É mais ou menos assim que a fábula da maçã newtoniana encontra-se gravada no imaginário das pessoas, mas qualquer um, com um mínimo de senso, irá dizer que isso é uma fábula inventada para alegrar os turistas. A história não é bem esta. Newton nunca escreveu sobre o incidente com a maçã e pode ser que ele nunca tenha ocorrido de fato. Mais de 20 anos após a morte de Newton, William Stukeley, em 1752, escreveu um livro, chamado de Memoirs of Sr. Isaac Newton. Stukeley foi arqueólogo e o biógrafo de Newton. A página onde ele reconta o incidente com a maçã está aqui representada:

“Após o jantar, o clima estava quente, nós fomos para o jardim e bebemos chá embaixo da sombra de algumas árvores; somente eu e ele. Entre outras discussões, ele me disse, que estava na mesma situação, como a noção de gravidade veio até sua mente. Por que deve uma maçã sempre cair para baixo em linha reta em direção ao solo, pensou ele, que sempre observava maçãs caírem do seu local de contemplação. Por que ela nunca vai para o lado ou para cima? Mas sempre em direção ao centro da Terra? Com certeza, a razão, é por que a Terra a atrai...”

O trabalho de Stunkeley não foi publicado até 1752, 25 anos depois da morte de Newton, quando Stunkeley estava com 84 anos, o que leva a acreditar na possibilidade de que algumas coisas contadas sejam diferentes da realidade. Contudo, a lendária história da maçã também aparece em outros contos da mesma época; então, se esta história é um conto verdadeiro, ela é tão antiga quanto à própria teoria de Newton, o que faz crer que seja improvável que a história

da maçã tenha de fato ocorrido. Depois de todo o exposto, questiona-se: É verdade que a lei da gravitação foi criada no momento que a maçã caiu na cabeça de Newton? A discussão girara em torno da questão que o próprio Newton reconheceu que não, com a seguinte frase: “*Se eu vi mais longe, foi por estar de pé sobre ombros de gigantes*”, ou seja, ele se referiu, entre outros, a Kepler e Galileu.

6. Avaliação (1 encontro): Ausubel argumenta que os estudantes se acostumam a memorizar: proposições, fórmulas, causas, exemplos e suas explicações, além de maneiras de resolver problemas típicos. Deve-se evitar as simulações de aprendizagem significativa. Utilizar questões e problemas que sejam novos e não familiares e que requeiram máximas transformações do conhecimento. Deve ser, no mínimo, fraseados de maneira diferente que no material instrucional. O ideal seria solicitar ao aprendiz uma tarefa de aprendizagem sequencialmente dependente do material instrucional que, sem o perfeito domínio do conceito, não é possível.

A avaliação escrita é composta por dez questões que estão no Anexo III.

7. Encontro final integrador (1 encontro): Apresentar o mapa conceitual aos alunos, depois que os mesmos já estejam familiarizados com os conceitos, sendo isto o ideal, segundo Moreira (2011). Utilizar o mapa como recurso instrucional, vez que o mesmo pode ser usado para mostrar as relações hierárquicas entre os conceitos que estão sendo ensinados em uma única aula, unidade de estudo ou no curso inteiro. Os mapas auxiliam na medida que mostram relações de subordinação e superordenação que possivelmente afetarão a aprendizagem de conceitos. Os mesmos são representações concisas das estruturas conceituais que estão sendo ensinadas e, como tais, provavelmente facilitarão a aprendizagem destas estruturas, também conforme entendimento de Moreira. Com isto, retomar todo o conteúdo da UEPS, rever os casos, atividades e estratégias de jogadas trabalhadas nos encontros anteriores. Ressaltar a relação da ideia central com todos os tópicos abordados e com outros tópicos já estudados pelos alunos. Destacar as dificuldades do estudo e da pesquisa do tema, a importância deste conhecimento para a compreensão da lei da gravitação universal.

8. Avaliação da UEPS: a partir das evidências de aprendizagem significativas obtidas, ou não, ao longo do desenvolvimento das atividades e da avaliação escrita.

Referências

- Marco Antonio Moreira (2011), *Unidades de ensino potencialmente significativa* – UEPS
- Marco Antonio Moreira (2005), *Aprendizagem significativa e crítica*
- Marco Antonio Moreira, *Pesquisa em Ensino: o vê epistemológico de Gowin*. E.P.U. (1990).
- Marco Antonio Moreira e Elcie F. SalzanoMasini, *Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel*. Centauro (2001).

ANEXO II

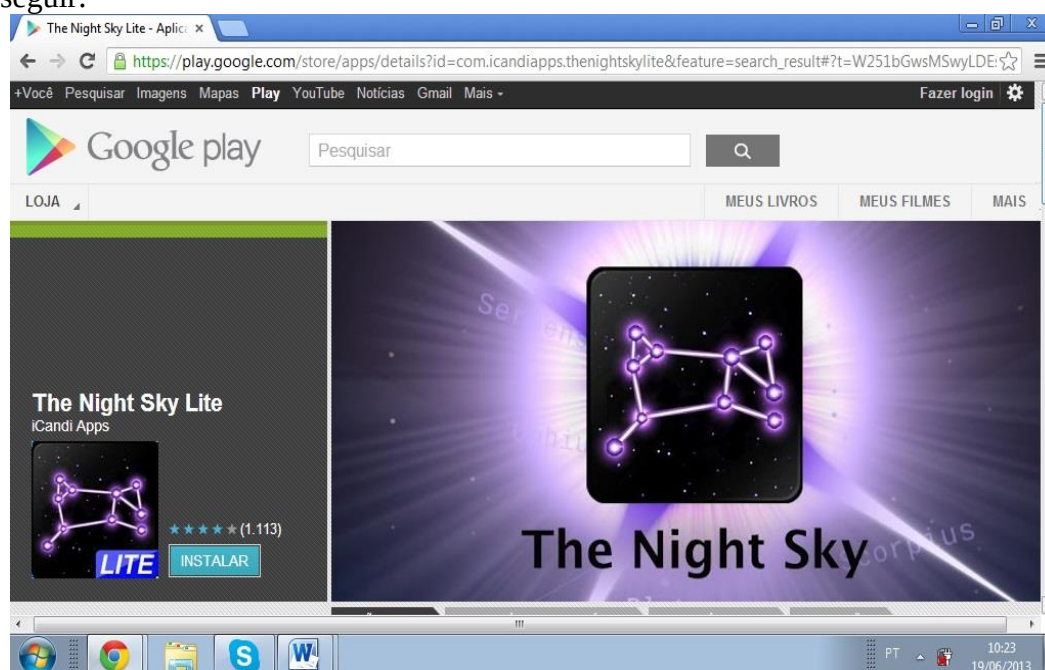
Ensinando a Lei da Gravitação Universal de Newton com um aplicativo para Android

Sugestão de Atividade

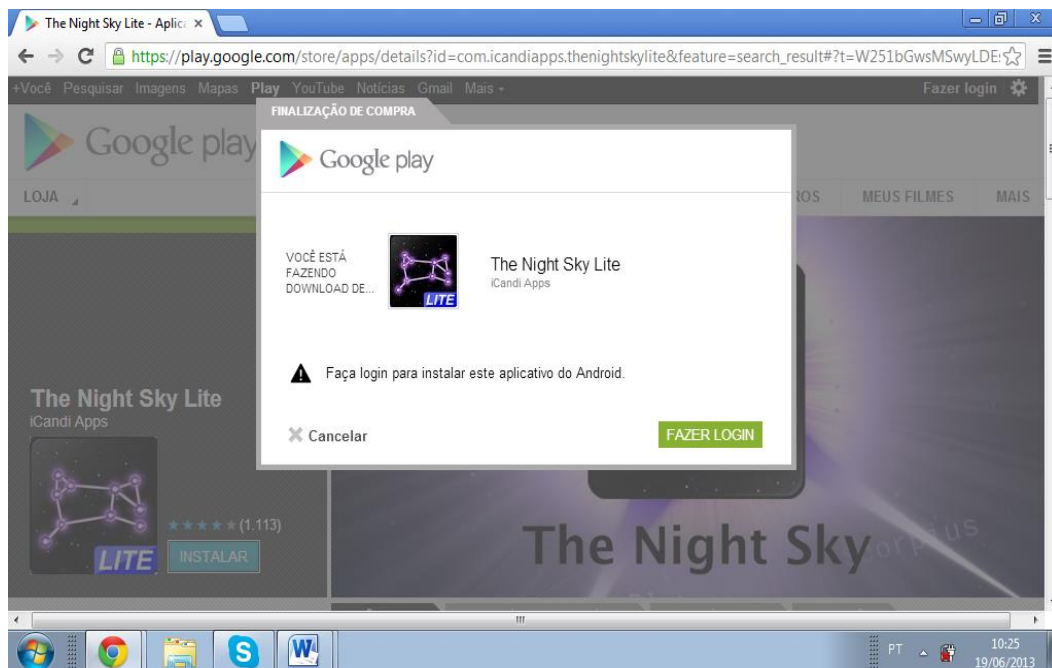
Vamos aprender sobre Lei da Gravitação Universal usando o aplicativo *The Night Sky Lite* como ferramenta e, para isto, você deve seguir os passos indicados aqui. É importante responder, na folha, as perguntas feitas nesta atividade. Todas as perguntas só podem ser respondidas após a interação com o material da rede.

Atividade 1: Aplicativo The Night Sky Lite

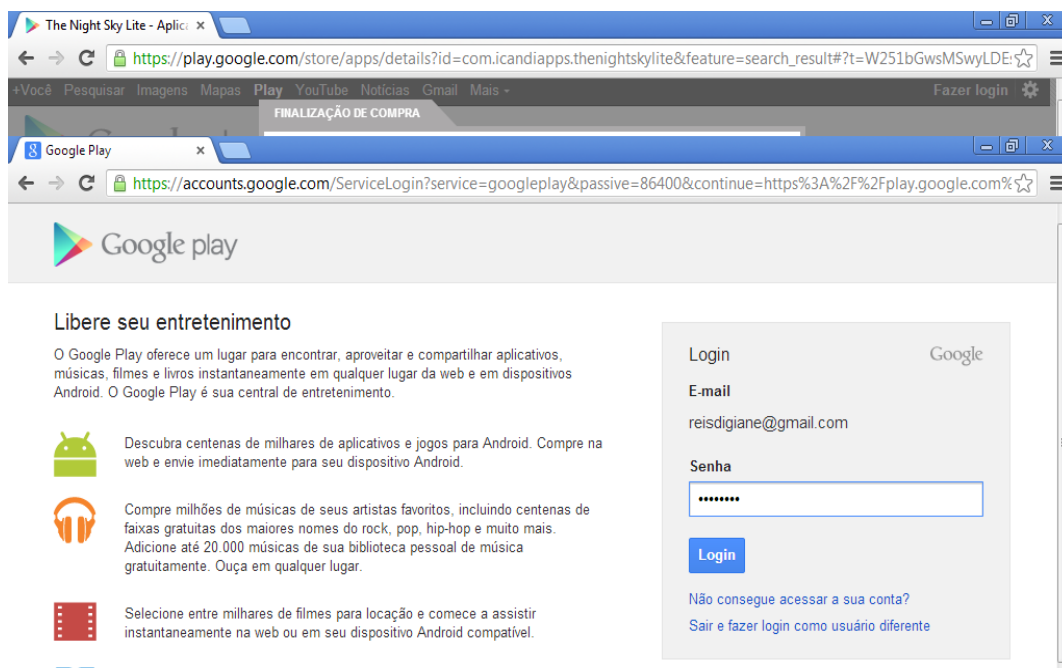
1. Você deverá acessar o endereço <https://play.google.com/store> . Após entrar, você deverá escrever *The Night Sky Lite* no campo e apertar em pesquisar. Aparecerá uma lista de aplicativos. Você deverá apertar no primeiro ícone da lista. Se não abrir o aplicativo, provavelmente o bloqueador de pop-up está ativado. Para desbloqueá-lo clique no menu do navegador em Ferramentas, após em Bloqueador de Pop-ups e Desativar Bloqueador de Pop-ups. Feito isto, deverá aparecer uma tela como a mostrada a seguir:



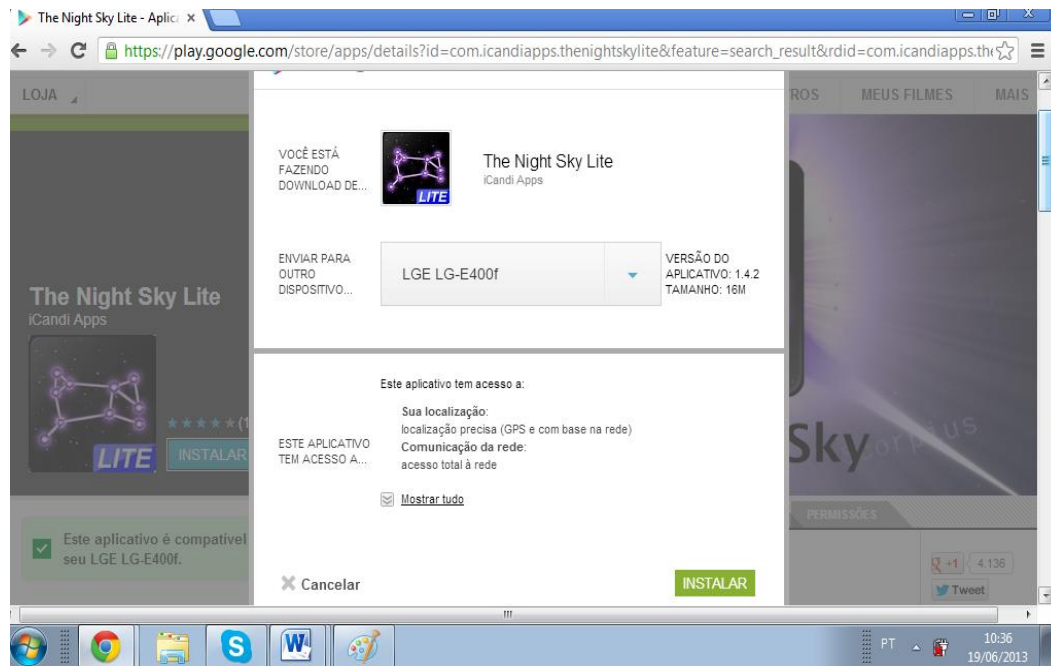
2. Clique em instalar. Deverá abrir outra janela como a mostrada a seguir:



3. Clique em fazer login para instalar este aplicativo no seu *Android*, aparecerá uma tela como mostrada a seguir:



4. Logo após efetuar o login, aparecerá a tela de *download*, onde você escolherá o modelo do seu celular para iniciar o *download*, escolha o modelo e clique em instalar, como mostra a tela a seguir:



Após isso iniciara o *download* no seu celular, feito isso, divirta-se com o aplicativo.

Questões:

- Por que a Terra gira em torno do Sol e o Sol em torno da Galáxia?
- Como as constelações se mantêm unidas?
- O que isso tem a ver com você estar sentado na cadeira?

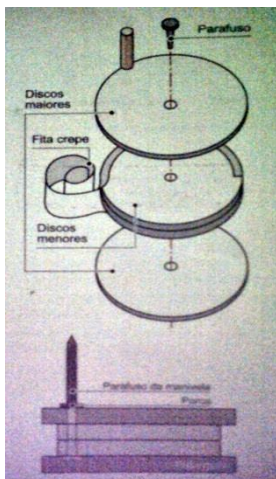
Atividade 2: Achatando a Terra nos Polos

Material necessário

- Papelão;
- Placa de madeira (30x60cm);
- Pedaco de arame (25cm);
- 2 parafusos (um deles com ruela para o eixo do disco maior e outro comprido para a “manivela”);
- Fita crepe;
- Cartolina grossa (papel cartão);
- Tira de elástico (de roupa) ou barbante;
- Tubo de caneta;
- Supercola (adesivo instantâneo);
- Cola branca;

Passo a passo

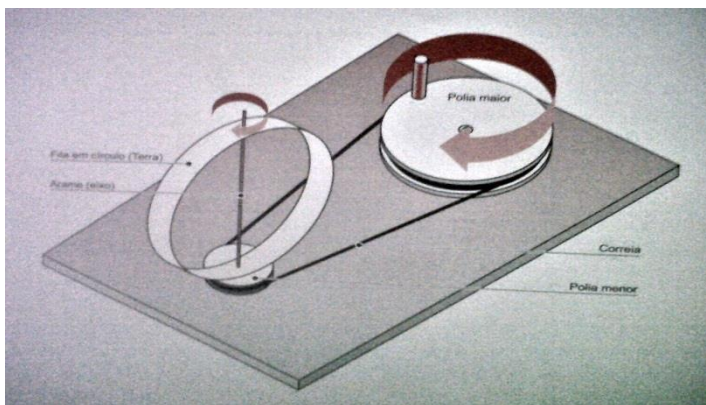
- Polias (uma grande e uma pequena)



Para obter a polia *maior*, recorte no papelão quatro discos, dois de 10cm de raio, e dois de 9,5cm de raio, marcando o centro deles. Cole os dois discos menores com supercola (disco duplo). Passe a fita crepe em torno desse disco, como indicado. Fure o disco duplo e o disco superior polia para encaixe no parafuso com porca de manivela (veja figura ao lado). Coloque o disco duplo entre os discos maiores, centrando-os com um parafuso ou prego (eixo da polia) e use supercola para fixar o conjunto. Fure o centro da polia para encaixe do eixo (parafuso). Para obter a polia *menor* recorte discos de 3 e 2,5cm de raio em vez de 10 e 9,5cm.

Montagem Final

Recorte duas tiras de papel cartão com 2,5cm de largura e 60cm de comprimento e cole-as para obter uma tira reforçada. Faça um círculo com essas tiras, representando a Terra, e fixe-o com supercola no centro desta polia menor, como indicado. Faça um furo no centro desta polia atravessando a tira do círculo (“polo sul da Terra”) e o ponto diametralmente oposto (“polo norte”). Fixe o arame na placa de madeira, na posição indicada, e encaixe nos furos da polia menor e da tira circular. Faça uma correia para acoplar as duas polias com barbante ou use uma tira de elástico (neste caso use supercola para fixar as pontas). Encaixe no parafuso comprido um tubo de caneta. Assim você poderá girar a polia com maior comodidade.



Fixe na placa de madeira o eixo da polia maior, mantendo a correria esticada. Observe o que acontece com a tira circular quando você põe as duas polias para girar, simulando o movimento da Terra em torno do eixo.

Questão

- A Terra é uma esfera perfeita? E se ela estivesse parada?

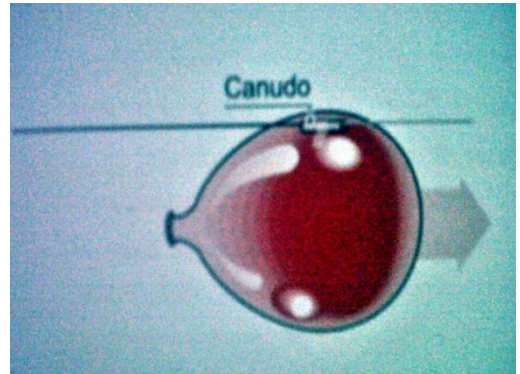
Atividade 3: Foguetes de balões

Material necessário

- Balão de festas
- Fio de náilon ou de barbante (de 5 a 7m)
- Canudinho
- Fita crepe

Passo a passo

- Use o fio de náilon ou de barbante como guia. Amarre uma das pontas do fio em algum lugar mais alto. Corte um pedaço de canudinho de 5 a 10cm e passe por ele a ponta livre do fio. Encha o balão e prenda o seu pescoço com os dedos, para que o ar não escape. Peça a alguém para fixar o canudinho no balão com fita crepe, como indicado. Para ver o foguete em ação, estique o fio e solte o balão.



Questão

- Na Lua funcionaria esse experimento?

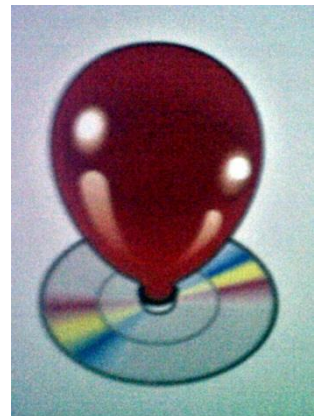
Atividade 4: Driblando o atrito (disco voador)

Material necessário

- CD;
- Balão de festas;
- Tampa de garrafa pet;
- Supercola (adesivo instantâneo universal)

Passo a passo

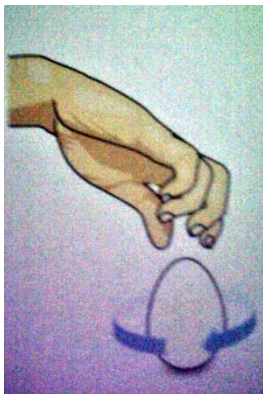
- Faça um furo no centro da tampa e fixe-a com supercola no centro do CD ou do disco, como indicado. Encha o balão, torça o seu pescoço para o ar não escapar e encaixe a sua boca na tampa. Coloque o disco sobre uma superfície lisa e solte o balão.



Questões:

- Se não houvesse o atrito como parariamos um carro?

Atividade 5: Ovo cru e ovo cozido



Material necessário

- 1 ovo cozido,
- 1 ovo cru,

Passo a passo

- Com os dedos ponha o ovo cozido e depois o ovo cru para girar em pé, como se fossem piões. Qual é diferença entre o movimento dos dois ovos?

Questões:

- Qual a lei que nos obriga a usar o cinto de segurança?

ANEXO III

 INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SANTA CATARINA Campus Araranguá	Licenciatura em Ciências da Natureza com habilitação em Física Física – TCC Professor: Rodrigo Ramos Orientador: Felipe Damasio Acadêmica: Digiane Reis Série:
	Avaliação Lei da Gravitação Universal Aluno (a):

1. O que Newton descobriu sobre a gravidade? Enuncie a Lei da gravitação universal de Newton.
2. Em que sentido a Lua “cai”?
3. Avalie se esta advertência num produto de consumo geral deveria causar preocupação: *ATENÇÃO: a massa deste produto atrai cada outra massa no universo, com uma força que é proporcional ao produto das massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas.*
4. Se existe uma força atrativa entre todos os objetos, por que não somos atraídos pelos edifícios massivos em nossa vizinhança?
5. Suponha que você caísse em pé dentro de um buraco perfurado através do centro da Terra, sem tentar agarrar-se nas duas extremidades. Desprezando o arraste aerodinâmico, que tipo de movimento você experimentaria?
6. De acordo com a equação da força gravitacional, o que acontece à força entre dois corpos se a massa de um deles for dobrada? E se ambas as massas forem dobradas?

7. A força gravitacional é mais intensa sobre um pedaço de ferro do que sobre um pedaço de madeira, ambos possuindo a mesma massa? Justifique sua resposta.
8. Um avião a jato voa com a mesma rapidez numa rota horizontal e retilínea. Em outras palavras, o avião em vôo se encontra em equilíbrio. Duas forças horizontais agem sobre ele. Uma é o empuxo dos motores a jato que empurram o avião para frente. A outra é a força da resistência do ar, que atua na direção oposta. Qual delas é maior?
9. No vácuo, uma moeda e uma pena caem igualmente, lado a lado. Seria correto dizer que iguais forças da gravidade atuam sobre a moeda e a pena quando estão no vácuo?