



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS DE REALEZA
CURSO DE FÍSICA - LICENCIATURA**

ROSELI DALLA CORTE PETTER STRASSER

**ENSINO DO CONCEITO DE REFERENCIAL SEGUNDO A FÍSICA
CLÁSSICA E MODERNA A PARTIR DE UMA UNIDADE DE ENSINO
POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA – UEPS.**

**REALEZA
2016**

ROSELI DALLA CORTE PETTER STRASSER

**ENSINO DO CONCEITO DE REFERENCIAL SEGUNDO A FÍSICA
CLÁSSICA E MODERNA A PARTIR DE UMA UNIDADE DE ENSINO
POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA – UEPS.**

**Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado ao Curso de Física Licenciatura da
Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus*
Realeza, como requisito para obtenção do título
de Licencianda em Física.**

**Orientadora: Prof. Ms. Danielle Nicolodelli Tenfen
Co-orientadora: Prof. Dr. Mara Fernanda Parizoto**

**REALEZA
2016**

ROSELI DALLA CORTE PETTER STRASSER

**ENSINO DO CONCEITO DE REFERENCIAL SEGUNDO A FÍSICA
CLÁSSICA E MODERNA A PARTIR DE UMA UNIDADE DE ENSINO
POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA – UEPS.**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado ao Curso de Física Licenciatura da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção do título de Licencianda em Física.

Orientadora: Prof. Ms. Danielle Nicolodelli Tenfen

Co-orientadora: Prof. Dra. Mara Fernanda Parizoto

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Ms. Danielle Nicolodelli Tenfen - Presidente

Prof. Dr. Tobias Heimfarth – Examinador Titular

Prof. Dra Viviane Scheibel de Almeida – Examinadora Titular

Prof. Dra Silvia Carla Conceição Massagli – Examinadora Suplente

DGI/DGCI - Divisão de Gestão de Conhecimento e Inovação

Strasser, Roseli Dalla Corte Petter
ENSINO DO CONCEITO DE REFERENCIAL SEGUNDO A FÍSICA
CLÁSSICA E MODERNA A PARTIR DE UMA UNIDADE DE ENSINO
POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA - UEPS/ Roseli Dalla Corte
Petter Strasser. -- 2016.
f.

Orientador: Danielle Nicolodelli Tenfen.
Co-orientador: Mara Fernanda Parisoto.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Física -
Licenciatura , Realeza, PR, 2016.

1. Ensino de Física. 2. Referenciais. 3. Aprendizagem
Significativa. 4. Unidades de Ensino Potencialmente
Significativas. I. Tenfen, Danielle Nicolodelli, orient.
II. Parisoto, Mara Fernanda, co-orient. III.
Universidade Federal da Fronteira Sul. IV. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Resumo:

Com a inserção da Física Moderna na Educação Básica estamos proporcionando ao estudante o estudo teórico de um conteúdo que está muito presente no dia a dia dos alunos, principalmente com as novas tecnologias e mídias. Porém é necessário que o estudante adquira conhecimento de maneira significativa, percebendo a relação dos conhecimentos estudados em sala de aula com seu cotidiano e não de maneira desvinculada. É neste sentido que tratam os documentos oficiais que subsidiam a Educação Básica no Brasil, no que se refere ao Ensino da Física, colocando o trabalho interdisciplinar como uma maneira de tornar possível essa relação Física – cotidiano. No presente trabalho buscou-se produzir uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa e, junto a ela, um material didático sobre o conceito de Referencial. A UEPS foi planejada para alunos no final do Ensino Fundamental, 9º ano, e teve como fundamentação teórica a teoria de David Ausubel sobre Aprendizagem Significativa. No material, o tema é tratado a partir da Física Clássica e da Física Moderna. Para elaborar a Unidade e o material foi realizada uma revisão em alguns periódicos relevantes da literatura da área de Ensino de Física. Espera-se que este trabalho possa ser uma opção de material potencialmente significativo que relacione os conceitos com o cotidiano do aluno.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa. Referencial. Ensino de Física.

Resumen:

Con la inclusión de Física Moderna de la Educación Básica estamos proporcionando al estudiante con el estudio teórico de contenido que está muy presente en la vida cotidiana de los estudiantes, sobre todo con las nuevas tecnologías y medios de comunicación. Pero es necesario que el alumno adquiera los conocimientos de manera significativa, al darse cuenta de la relación de los conocimientos estudiados en el aula con su vida cotidiana y no de manera no enlazados. Es en este sentido que el tratamiento de los documentos oficiales que apoyan la enseñanza básica en Brasil, en lo que respecta a la enseñanza de la física, poniendo el trabajo interdisciplinario como una manera de hacer esto posible relación física - todos los días. En el presente estudio hemos tratado de producir una unidad didáctica potencialmente significativo (UEPS) y, con ella, el material didáctico sobre el concepto de referencial. La UEPS está diseñado para los estudiantes al final de la educación Fundamenta, 9 ° grado, y tuvo como base teórica la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel David. En el material, el sujeto se trata de la física clásica y la física moderna. Para preparar la unidad y el material se lleva a cabo una revisión de algunas revistas relevantes de la literatura área de enseñanza de la física. Se espera que este trabajo puede ser una opción de material potencialmente significativo que relaciona los conceptos con los estudiantes todos los días.

Palabras clave: aprendizaje significativo. Unidad de Educación potencialmente significativo. Referencial. Enseñanza de la Física.

Sumário

INTRODUÇÃO	8
1 METODOLOGIA	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	12
2.1 INTERDISCIPLINARIDADE	13
2.2 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA - TAS.....	16
2.3 UEPS E SITUAÇÕES-PROBLEMA	20
2.4 RELATIVIDADE RESTRITA	23
3 DESCRIÇÃO DA UEPS E POSSIBILIDADES DE UTILIZAÇÃO	26
3.1 PROPOSTA DE UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA	26
3.2 DESCRIÇÃO DA UEPS.....	28
3.2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	28
3.2.2 PLANEJAMENTO	29
5 ANÁLISE	34
5.1 ANÁLISE DA UEPS	34
5.2 ANÁLISE DO MATERIAL DIDÁTICO.....	36
CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
Referências.....	42
ANEXO 1.....	47
Material para o aluno	47

INTRODUÇÃO

Foi possível perceber durante os estágios realizados que ter conhecimento científico dos conceitos físicos se faz muito importante em sala de aula, mas não é o suficiente para que estejamos prontos para sermos bons professores. Para além da compreensão conceitual, é preciso ter conhecimento sobre como ensinar e como acontece o processo de aprendizagem, para que se possa estar preparado, buscando envolver o maior número de alunos, no ideal, todos.

Professores não podem se tornar reféns de um único material para embasar as suas aulas. Os livros didáticos são de fundamental importância no contexto escolar, mas não podem ser considerados como fonte única de consulta para estruturar uma aula. É importante analisar bem as coleções de Livro Didáticos no momento de sua escolha, bem como estar preparado para complementar suas práticas com outras referências e também, eventualmente, partir para a produção de materiais didáticos para os alunos.

Faz-se necessário aos professores entender a realidade em que o aluno está inserido, como está caracterizada a comunidade em geral, a fim de conhecer e usar fatos desse contexto que possam chamar a atenção dos estudantes. Segundo Sasseron (2010) há uma grande diferença entre o que a escola ensina aos alunos e o mundo deles. Na disciplina de Física, o que se ensina na escola geralmente não passa da Física Clássica.

Com relação ao uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação no Ensino de Física/Ciências “apresentam uma aguda contradição: de um lado, os níveis espetaculares de desenvolvimento científico-tecnológico em quase todas as áreas de conhecimento (...) do outro, o baixo interesse da juventude pela ciência e por seu ensino”. (RANGEL, SANTOS, RIBEIRO, 2012, p.657). Percebemos que embora os alunos estejam crescendo paralelamente ao desenvolvimento tecnológico e tenham acesso a aparelhos eletrônicos, onde está aplicado muito do conhecimento científico desenvolvido nos últimos tempos, eles não conseguem, muitas vezes, compreender seu funcionamento.

Pode-se dizer que não é suficiente

incorporar no ensino elementos da ciência contemporânea simplesmente por motivo de sua importância instrumental ou utilitária, e sim, de fazer com que os alunos desenvolvam uma visão de mundo atualizada, compreendendo

técnicas e princípios científicos e a implicação que o desenvolvimento científico pode trazer para suas vidas (HILGER, GRIEBELER, 2013, p.200).

É importante trazer estes aspectos para o ensino, mas sem cair no extremo de um ensino justificado apenas pelo utilitarismo, há que se reconhecer que mudanças nos métodos de ensino são necessárias, e que é importante que o currículo venha a considerar o progresso da Ciência e como ela está presente na vida dos estudantes, na cultura e na sociedade (SASSERON, 2010). Pois bem sabemos que a construção histórica da Ciência não se deu de maneira linear, e que esta não é algo inalcançável para o aluno.

A pedagogia tradicional, não habilita o desenvolvimento do pensamento crítico e a capacidade necessária para resolução de problemas reais, que usualmente são bastante complexos, e que abrem espaço para questionamentos com relação à Ciência produzida e aceita até o momento (CONRADO; NUNES-NETO; EL-HANI, 2014). É necessário oportunizar ao estudante durante sua formação essa reflexão e aplicação dos conceitos estudados.

Atualmente alunos do Ensino Médio no Brasil participam de um sistema que é organizado de forma disciplinar, que pauta-se em uma fragmentação do conhecimento. No Estado do Paraná, são ofertadas concomitantemente doze disciplinas. E por mais que seja indicado pelos documentos educacionais brasileiros, em sala de aula está faltando a integração entre essas disciplinas, e o que se percebe é que “a integração fica a cargo do professor, que como nossas pesquisas mostram, não está preparado para uma ação interdisciplinar e acaba não avançando além do senso comum” (MOZENA E OSTERMANN, 2016, p.104).

Temos que pensar quais são os objetivos da escola. Segundo Sasseron (2010, p.2) é necessário que formemos “cidadãos para o mundo atual, para trabalharem, viverem e intervirem na sociedade, de maneira crítica e responsável, em decisões que estarão atreladas a seu futuro, da sociedade e do planeta”. E para isso a perspectiva interdisciplinar pode auxiliar o aluno a se posicionar, já que poderia ser utilizada para “esclarecer uma situação, resolver um problema ou compreender algo em seu contexto o mais próximo possível do real ou cotidiano” (MOZENA; OSTERMANN, 2016, p.96).

O conceito de interdisciplinaridade foi acrescentado aos documentos sem que os professores tivessem formação adequada para conseguir concretizá-lo,

ocasionando em muitos profissionais um desinteresse (AUGUSTO, CALDEIRA, 2007). Agora é solicitado que além dos conteúdos básicos de Física Clássica o professor trabalhe com conceitos mais complexos e abstratos tendo ainda que enfrentar as mesmas dificuldades, tais como, pouco tempo na preparação das aulas, indiferença dos alunos com relação à aprendizagem, falta de materiais e aparatos tecnológicos e de laboratório.

Neste sentido pensamos que “para ser crítico, antes o sujeito tem que aprender significativamente o tema específico” (FERREIRO, DAMASIO, RODRIGUES; 2014, p.30) é necessário que o professor trabalhe contextualizado com o cotidiano do aluno, mas que também perceba a importância dos conceitos específicos para enriquecer suas ideias e seus argumentos. Os conhecimentos adquiridos na escola, principalmente aqueles referentes à Física Moderna são relevantes para o entendimento da maioria dos aparatos tecnológicos (lasers, GPS, raios-x, e etc.).

Diante disso, buscou-se apresentar uma possibilidade de inserção da Física Moderna em sala de aula através de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS). Esta é apresentada com detalhes no trabalho para que o leitor tenha possibilidade de compreender sua estrutura e, eventualmente, aplicá-la em sala de aula juntamente com o material didático que foi produzido pensando no estudante.

No âmbito desse Trabalho de Conclusão de Curso, sabendo da importância de um trabalho contextualizado e da relação entre as disciplinas, procurou-se entender, inicialmente o conceito de interdisciplinaridade, bem como da aprendizagem significativa. A partir disso criou-se a UEPS e o material buscando abrir espaço para explorar situações-problema e para um trabalho interdisciplinar.

No primeiro capítulo, apresentamos a metodologia de pesquisa e no segundo capítulo uma revisão de literatura, que ajudou a entender os rumos das pesquisas em desenvolvimento nos últimos anos sobre aprendizagem significativa, interdisciplinaridade, ensino da Física Moderna e Contemporânea e construção de UEPS. No terceiro capítulo se apresenta a UEPS e métodos de utilização, bem como uma descrição mais detalhada dela.

O quarto capítulo traz uma discussão sobre materiais de ensino potencialmente significativos e quais são suas características. Além disso, realizou-

se uma análise do material produzido, e se este pode ser entendido como potencialmente significativo.

1 METODOLOGIA

Inicialmente se realizou uma revisão de literatura onde foram investigados os seguintes temas: Física Moderna, Aprendizagem Significativa, Interdisciplinaridade e Unidades de Ensino Potencialmente Significativas - UEPS. Para isso, foram analisados artigos científicos publicados entre os anos de 2005 a 2015 em um conjunto de revistas escolhidas por questões de afinidade e conhecimento de suas publicações, são elas: Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Ciência & Educação, Ensaio, Alexandria, Investigações em Ensino de Ciências, Experiências em Ensino de Ciências, Aprendizagem Significativa em Revista, Revista Brasileira de Ensino de Física e Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.

A pesquisa foi realizada verificando-se as edições uma a uma, procurando inicialmente pelo título dos artigos, e identificando se estes continham alguma das palavras-chave, quais sejam interdisciplinaridade, aprendizagem significativa, Física Moderna ou Relatividade. Na sequência foi feita uma leitura do material para filtrar as publicações que mais se aproximavam do assunto desejado. Esses artigos selecionados foram utilizados na fundamentação teórica do trabalho.

Além das revistas foram utilizados livros como “Aquisição e retenção do conhecimento” de Ausubel (2003), “Aprender a aprender” de Nowak e Gowin (1984), a dissertação de mestrado intitulada “A Noção de Referencial: Uma Interação Cognitiva entre a Mecânica Newtoniana e Relativística” de Lisete Funari Dias (2010), e outros documentos oficiais da educação brasileira, como Parâmetros Curriculares Nacionais e Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica e Estaduais da disciplina de Física.

Para a construção da UEPS e Material didático teve-se como base o estudo realizado durante a fundamentação teórica e experiências adquiridas durante a realização dos Estágios Curriculares Supervisionados.

A análise do material didático foi realizada após o mesmo estar pronto, utilizando alguns critérios de análise de materiais em geral, mas adaptados para o objetivo deste que foi desenvolvido.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Realizou-se uma pesquisa literária onde buscamos estudar alguns tópicos mais específicos, apresentados em tópicos neste capítulo. Estes que auxiliaram a construir o material didático e também para avaliar ao final o trabalho produzido.

Inicialmente discute-se sobre o que se entende por Interdisciplinaridade, o conceito e como se espera que seja desenvolvida no âmbito do Ensino. O segundo tópico trata do que seria a Teoria da Aprendizagem Significativa. Em um terceiro momento o que seriam as UEPS e situações-problema. E finaliza-se com o estudo de aspectos básicos da Relatividade Restrita.

2.1 INTERDISCIPLINARIDADE

São poucos os materiais disponíveis sobre o assunto nas revistas pesquisadas que tratam de interdisciplinaridade no contexto escolar e que faziam relação com a Física Moderna. Elencamos aqui os onze trabalhos encontrados (SODRÉ, MATTOS, 2013; FEISTEL, MAESTRELLI, 2012; COELHO, MACHADO, 2015; HARTMANN, ZIMMERMANN, 2007; BATISTA, LAVAQUI, SALVI, 2008; RUI, STEFFANI, 2006; SILVA, ALMEIDA, 2015; ROEHRIG, CAMARGO, 2014; WEIGERT, VILLANI, FREITAS, 2005; MOZENA, OSTERMANN, 2014).

Percebemos que na literatura não se tem uma definição única, mas sabe-se que “a pratica interdisciplinar é contrária a qualquer homogeneização e/ou enquadramento conceitual”, (LEIS, 2005, p. 3) que entendemos como um encontro de lógicas diferentes sobre uma mesma atividade. Não é uma determinação de uma maneira de chegar ao conhecimento, mas a integração de alternativas que se complementam (LEIS, 2005).

Independente da maneira que se apresenta o conceito de interdisciplinaridade devemos considerar que esta busca interação entre diferentes áreas de conhecimento. Essa relação pode acontecer de diferentes maneiras, sendo necessário que consideremos a diversidade de ideias, pontos de vista, mantendo a complexidade inerente sobre os assuntos a serem estudados (BATISTA, LAVAQUI, SALVI; 2008).

Berti e Fernandes (2015) diferenciam dois sentidos dados pelos professores e por documentos educacionais oficiais brasileiros à interdisciplinaridade; quando é

feita pelo professor e entre professores. Em alguns materiais o trabalho interdisciplinar é tido como uma ação em conjunto entre os professores, cada um em sua disciplina trabalhando em um tópico em comum. Outros consideram interdisciplinar o trabalho de um professor que além de sua disciplina em específico, explora componentes de outras quando presentes.

Os “elaboradores dos PCNEM e PCN+ defendem que interdisciplinaridade não pode ser entendida como um retorno a uma totalidade dos saberes” (BERTI, FERNANDEZ; 2015 p.155). Contra a junção das disciplinas, mas considerado importante que se mantenha as especificidades de cada uma e se visualize competências e habilidades que são construídas com a interação destes conhecimentos e não de se opor as disciplinas específicas.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio PCN+ considera-se que:

A organização do aprendizado não seria conduzida de forma solitária pelo professor de cada disciplina, pois as escolhas pedagógicas feitas numa disciplina não seriam independentes do tratamento dado às demais, uma vez que é uma ação de cunho interdisciplinar que articula o trabalho das disciplinas, no sentido de promover competências (BRASIL, 2002, P.13).

Percebemos como o caráter interdisciplinar no PCN+ está associado a um trabalho coletivo, sugerindo também que “a forma mais direta e natural de se convocarem temáticas interdisciplinares é simplesmente examinar o objeto de estudo disciplinar em seu contexto real, não fora dele” (BRASIL, 2002, p.14). Desta forma o documento destaca a relação da interdisciplinaridade com a realidade.

A importância do estudo interdisciplinar, segundo afirmam Santos e Infante-Malachias (2008) igualmente que o estudante, quando observa a natureza e dialoga sobre ela, se defronta com problemas em um cenário real, que por essência é interdisciplinar, ou seja, não pode ser explicado utilizando os conhecimentos específicos de somente uma disciplina. A interdisciplinaridade vai se sobrepor à fragmentação disciplinar.

Nas Diretrizes Curriculares Estaduais do Paraná da área de Física, encontramos também um discurso favorável à interdisciplinaridade, onde se considera que o professor parta do específico de sua disciplina e faça relações interdisciplinares, sem perder a qualidade do conteúdo (ROEHRIG, CAMARGO;

2014). Com relação às disciplinas, as DCEs de Física classificam as relações interdisciplinares em dois tópicos:

- conceitos, teorias ou práticas de uma disciplina são chamados à discussão e auxiliam a compreensão de um recorte de conteúdo qualquer de outra disciplina;
- ao tratar do objeto de estudo de uma disciplina, buscam-se nos quadros conceituais de outras disciplinas referenciais teóricos que possibilitem uma abordagem mais abrangente desse objeto (PARANÁ, 2008, p.27).

Ou seja, o trabalho interdisciplinar é categorizado como um avanço além da disciplina, que possibilita uma abordagem mais abrangente do estudo de um objeto, contando com práticas e referenciais teóricos de outras disciplinas, agregando nos estudos.

Quando o conteúdo específico envolver outras áreas, com situações problemas e tecnologias, o professor pode abranger, fazendo assim uma relação interdisciplinar. Além disso, ainda conforme as diretrizes, existe a possibilidade de um trabalho a partir de conteúdos integradores, conceitos que são utilizados tanto na disciplina de Química, quanto na de Física e Biologia, tais como átomos e moléculas, que são conceitos abordados e conceituados em Química e Física.

Além da interdisciplinaridade podemos citar a Transdisciplinaridade e Multidisciplinaridade. Para diferenciá-las usamos o nível de integração entre as disciplinas:

1. Multidisciplinaridade. O nível inferior de integração. Ocorre quando, para solucionar um problema, busca-se informação e ajuda em várias disciplinas, sem que tal interação contribua para modificá-las ou enriquecê-las. Esta costuma ser a primeira fase da constituição de equipes de trabalho interdisciplinar, porém não implica que necessariamente seja preciso passar a níveis de maior cooperação.
2. Interdisciplinaridade. Segundo nível de associação entre disciplinas, em que a cooperação entre várias disciplinas provoca intercâmbios e, conseqüentemente, enriquecimentos mútuos.
3. Transdisciplinaridade. É a etapa superior de integração. Trata-se da construção de um sistema total, sem fronteiras sólidas entre as disciplinas, ou seja, de “uma teoria geral de sistemas” ou de estruturas, que inclua estruturas operacionais, estruturas de regulamentação e sistemas probabilísticos, e que una estas diversas possibilidades por meio de transformações reguladas e definidas (SANTOMÉ, 1998, p. 70 *apud* MOZENA, OSTERMANN, 2012, p.95).

A partir da disciplina, que é o estudo mais especializado em alguma área, vamos agregando informações e interagindo com outras disciplinas, quanto maior o nível de relação entre disciplinas é sua caracterização. O trabalho com outros professores e o nível de aprofundamento no conteúdo, mostra o nível de relação em

que está se trabalhando as disciplinas podendo ser classificados em um trabalho multidisciplinar, interdisciplinar ou transdisciplinar. De modo que, com o envolvimento maior da comunidade escolar em um trabalho, mais enriquecedora seria a aprendizagem e mais a proposta de ensino se aproximaria da Transdisciplinaridade. Porém, também mais difícil de ser aplicada.

Existem alguns modelos de trabalhos com projetos, como o “O caminho da Energia” citado por (BATISTA, LAVAQUI, SALVI, 2008), que envolvem varias disciplinas para discutir um assunto em comum. Com projetos cada disciplina pode trabalhar um aspecto, de modo que somando-se as partes possa se compreender o todo. Podendo construir materiais e socializar os conhecimentos adquiridos com a comunidade escolar.

Neste sentido dizemos que o trabalho mais transdisciplinar seria interessante, porém é necessário o apoio da escola e dos professores. Um trabalho multidisciplinar e interdisciplinar pode, mais facilmente, ser feito por um professor em sala de aula, sendo igualmente importante quando se objetiva a aprendizagem significativa.

2.2 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA - TAS

Na busca por artigos que fizessem relação entre Aprendizagem Significativa e ensino de Física encontramos vinte e seis trabalhos, dos quais dezesseis estavam disponíveis no periódico “Aprendizagem Significativa em Revista” que teve sua primeira edição em 2011. Além disso, foi feita a leitura de algumas partes do livro “Aprender a Aprender” de Novak e Gowin (1984), visando a compreensão da teoria assim como de aplicações possíveis em sala de aula, metodologias de trabalho e uso de materiais potencialmente significativos.

A TAS “acontece quando uma nova informação interage com conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do educando. (FERREIRO; DAMASIO; RODRIGUES, 2014, p. 31).” Porém, essa interação não se da de qualquer forma, sendo o novo conteúdo irá interagir apenas com algum conhecimento relevante e modifica-lo, sendo assim, na estrutura cognitiva do

estudante não ficará mais apenas o conhecimento prévio que possuía, mas sim esse conhecimento modificado, foi agregado a ele novos conhecimentos.

Buscando diferenciar a aprendizagem significativa da aprendizagem mecânica, ou memorística, vemos que:

na aprendizagem por memorização ocorre uma ligação simples, arbitrária e não integradora com a estrutura cognitiva preexistente. Na aprendizagem significativa, o mesmo processo de aquisição de informações resulta numa alteração quer das informações recentemente adquiridas, quer do aspecto especificamente relevante da estrutura cognitiva, à qual estão ligadas as novas informações (AUSUBEL, 2003, p.3).

Ou seja, os conhecimentos adquiridos de maneira mecânica ficam retidos em geral, por pouco tempo e são vulneráveis. Diferentemente daqueles aprendidos significativamente, que vão se relacionar com conhecimentos específicos que o estudante já possui. Ou seja, “os novos significados são o produto de uma interacção activa e integradora entre novos materiais de instrução e ideias relevantes da estrutura de conhecimentos existente do aprendiz” (AUSUBEL, 2003, p.43).

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) que tratamos não está relacionada com importância ou veracidade científica do conhecimento adquirido. O aluno relaciona o novo conhecimento com significados que já possui em sua estrutura cognitiva, sendo possível que o estudante faça relações “não científicas”, ou seja, que o conhecimento adquirido fortaleça as concepções alternativas (LEMOS, 2011). É importante, portanto, o acompanhamento do professor em um trabalho contínuo para que se supere e evite obstáculos na aprendizagem.

Alguns autores inclusive defendem que a TAS teria uma abordagem construtivista, pelo fato de propiciar que o conhecimento seja construído, reconstruído, sendo necessário que o estudante seja participativo no processo de aprendizagem a fim de desenvolver ligações e associações entre o novo conhecimento e aqueles já presentes em sua estrutura cognitiva (VALADARES, 2011). Jorge Valadares caracteriza que a

TAS é claramente construtivista, pois nela se defende que o sujeito é o elemento estruturante do seu próprio conhecimento e que o processo de aprendizagem significativa é um processo construtivo e reconstrutivo em que pelo menos a mente do sujeito tem de estar ativa de modo a desenvolver o processo por vezes penoso de associar bem o novo conhecimento a ideias subsunçoras da sua estrutura cognitiva (2011, p.40)

Na TAS, o conhecimento adquirido, ao ligar-se aos conhecimentos prévios, denominados como subsunçores, obterá significado para o estudante. Se os conceitos adquiridos não são relacionáveis a princípio com outros conhecimentos, serão mais frágeis e de mais fácil esquecimento. Pode acontecer que uma informação adquirida de maneira mecânica, venha ganhar sentido posteriormente com outro conhecimento que com ela vá se relacionar.

Dois processos fundamentais à aprendizagem significativa, como descreve Ausubel, são a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. No princípio da diferenciação progressiva, Ausubel define que “a aprendizagem significativa é um processo contínuo, no qual novos conceitos adquirem maior significado à medida que são alcançadas novas relações (ligações preposicionais)” (NOVAK; GOWIN, 1984, p. 115). Assim, a aprendizagem inicia-se pela compreensão de conceitos mais gerais e, progressivamente, de conceitos mais específicos. Quanto mais o estudante vai utilizando um subsunçor, mais vai agregando informações.

Já no princípio reconciliação integrativa “é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações. (MOREIRA, 2010)”. Neste caso, relacionando os conteúdos que estão se tornando cada vez mais específicos com o processo de diferenciação progressiva.

Para que a aprendizagem significativa seja possível, o professor deve se comprometer a organizar o conteúdo de maneira que ele tenha lógica, que seja potencialmente significativo (VALADARES, 2011). Ao estudante, cabe estar disposto para aprender de maneira significativa, já que se este estiver acostumado com o ensino tradicional e resistir em aceitar a mudança, também não conseguirá aprender significativamente.

Durante as aulas podemos acompanhar o desenvolvimento do aluno e verificar se este está compreendendo os conceitos e fazendo as relações corretas entre eles a partir da construção de um mapa conceitual, por exemplo. O uso de mapas conceituais seria um exercício que visa estimular as relações significativas entre os conceitos, diminuindo a probabilidade de ocorrer à aprendizagem mecânica

(CORREIA, SILVA, ROMANO JUNIOR; 2010). O aluno construindo o seu mapa tende a descrever graficamente as relações que faz mentalmente.

Outra ferramenta possível seriam os diagramas em “Vê” que assim como os Mapas conceituais, são baseados na TAS e assim, o estudante pode utilizá-la para organizar seus conhecimentos, estudar para avaliações, para debates no intuito de um melhor aproveitamento. Este recurso de diagramas em “Vê”

ajudanos a entender que, embora o significado de todo o conhecimento provenha, em última instância, dos acontecimentos e/ou objectos que observamos, não há nada nos registos destes acontecimentos ou objectos que nos indique o seu significado. Este deve ser construído, e somos nós que devemos manifestar como interagem todos os elementos quando construímos novos significados. ”.(NOVAK, GOWIN, 1984, p.72)

Podemos a partir dos diagramas em “Vê” apresentar os conceitos e seus significados, nossa compreensão sobre o assunto. Porém como coloca Novak e Gowin é interessante que antes já se tenha trabalhado com mapas conceituais pois assim os estudantes já estariam” familiarizados com dois dos elementos do “Vê”: os conceitos e os acontecimentos e/ou objectos correspondentes. (1984, p.76)”

A figura 1 é um exemplo básico que Novak e Gowin (1984, p.77) trazem em seu livro para apresentar um diagrama em “Vê” para o processo de construção do conhecimento relativo aos efeitos que se observam ao aquecer uma mistura de água líquida e gelo.

O “Vê” heurístico para a compreensão do conhecimento

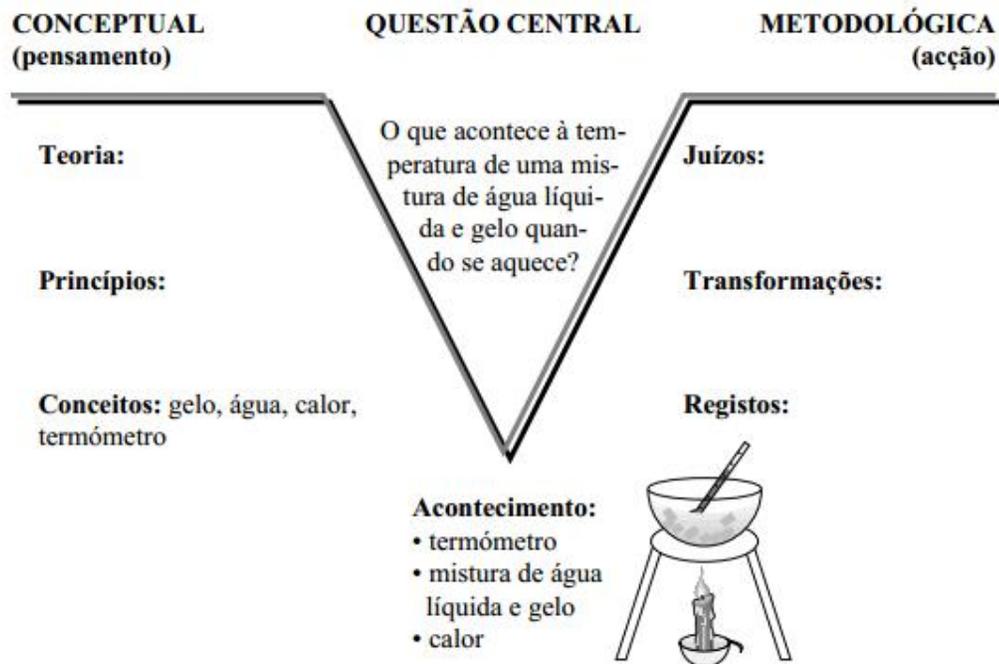


Figura 1: Exemplo simples de um diagrama em “Vê”

2.3 UEPS E SITUAÇÕES-PROBLEMA

UEPS “São sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula.(MOREIRA, 2011, P.44)”. Onde o objetivo principal é a aprendizagem do aluno, e agregando as situações-problemas que são meios de trazer o cotidiano do estudante para sala de aula, problematizando e fazendo-o pensar sobre, se questionar. É desta maneira que o currículo escolar que de forma geral, segundo BorochoVICIUS e Toretella (2014), deve ser, afirmando que o

currículo que melhor prepara o futuro cidadão e profissional do mercado não é aquele somente baseado em teoria, mas o que, além dos conhecimentos teóricos, mostra como aprender por conta própria e como usar as informações que são adquiridas (BOROCHOVICIUS, TORTELLA; p.273, 2014).

Desta maneira, além dos conceitos científicos, é necessário que os estudantes percebam a relevância de seu estudo como conteúdos que se

relacionam com situações do dia-a-dia e podem auxiliá-los a resolver ou se posicionar sobre situações-problemas cotidianas.

Uma maneira de inserir em sala de aula situações-problemas, seria através de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas UEPS, que foram inicialmente propostas por Moreira (2011). Nelas, o conhecimento prévio do estudante é considerado importante pois pode permitir a ancoragem de conhecimentos científicos que forem sendo discutidos nas aulas.

Em seu trabalho, Moreira (2011) descreve como orientação no processo de construção da UEPS alguns passos:

1. Definição do tópico que será abordado
2. Levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos
3. Propor uma situação-problema a nível introdutório
4. Apresentação do conhecimento que será estudado
5. Propor uma situação-problema com nível crescente de dificuldade, onde retoma aspectos mais gerais do conhecimento estudado.
6. Destacar aspectos importantes utilizando uma estratégia diferenciada.
7. Avaliação individual

Segundo Moreira (2011) obtêm-se êxito quando os alunos fornecem evidências de aprendizagem significativa. Pois é organizada de maneira buscando favorecer o interesse do aluno, pelo fato de trabalharem com situações-problemas. O estudante aprende os conceitos envolvidos à medida que busca respostas para a situação, dialoga com os colegas sobre hipóteses e busca uma solução. O conhecimento adquirido com a solução de um problema permite ao estudante ampliar a sua compreensão sobre os fenômenos da natureza (PEDUZZI, 1997).

A UEPS se organiza de modo que envolva os conhecimentos científicos, e conta com problemas como ponto inicial para gerar interesse pelo assunto. Segundo Costa e Moreira:

A resolução de problemas em sala de aula é uma habilidade pela qual o indivíduo externaliza o processo construtivo de aprender, de converter em ações, conceitos, proposições e exemplos adquiridos (construídos) através da interação com professores, pares e materiais instrucionais (2001, p.263).

Com isso, entendemos como é importante no processo de aprendizagem que o professor esteja auxiliando os alunos a desenvolverem habilidades para resolução

de problemas, e que o faça em sala de aula com uma cuidadosa análise em busca da solução (PEDUZZI, 1997). Apesar de existir uma grande variedade de problemas, o auxílio do docente com alguns passos gerais podem auxiliar nesse processo.

Ao planejar uma UEPS e pensar em uma situação-problema para os alunos, é interessante também identificar seus conhecimentos prévios e interesses. A característica de um problema é não ter solução imediata, mas algo que se tenha que pensar sobre, realizar pesquisas e estudar os conceitos envolvidos para se chegar a uma solução. Dessa maneira, quando o aluno resolve um problema, pode utilizar o mesmo padrão de solução para outros problemas similares, o que deixará de ser um problema para esta pessoa, e passa a ser mais um exercício (DELIZOICOV, 2001).

A diferença entre problemas e exercícios não é absoluta, e varia de acordo com o estudante (PEDUZZI, 1997). Uma atividade proposta pode ser classificada como um problema quando o estudante não possui todos os conhecimentos necessários para sua solução, não sendo uma tarefa imediata como é o caso dos exercícios que podem ser resolvidos com os conhecimentos e habilidades que já se possui, sendo solucionados mais rapidamente.

Para a resolução e compreensão de alguns problemas, usamos modelos que “são abordados na medida em que se procura relações entre as teorias e os dados empíricos” (PIETROCOLA, 1999, p.222). Eles auxiliam na interpretação do problema que está sendo investigado, relacionando os conhecimentos da teoria com a prática experimental.

Bunge (apud PIETROCOLA, 1999) define elementos que fundamentam o processo de teorização. Para uma situação real, fenômeno ou experimento, o que está sendo analisado, se cria um objeto-modelo que seria uma representação através de imagens, elementos abstratos do que se quer interpretar. Usamos um Modelo teórico para explicar o objeto-modelo, através de teorias específicas ligadas ao problema, sendo que tudo está inserido dentro de uma Teoria geral, geralmente mais abstrata e geral.

Assim, podemos organizar a maneira com que buscamos resolver um problema, uma situação nova a que não estamos acostumados ou não temos conhecimentos suficientes para solucioná-los de imediato.

A partir do momento em que se compreende a situação-problema, se conhece os conceitos envolvidos, se formula hipóteses usando modelo teórico. Pode-se testar as hipóteses, tanto matematicamente quanto experimentalmente e depois analisar os dados encontrados. E quando o estudante encontrar um problema semelhante, já terá algum conhecimento sobre os passos envolvidos é possível que este resolva mais facilmente e com menos auxílio externo (de professores, colegas ou livros).

Se “a estrutura cognitiva já possui as subsunções adequadas para permitir a reorganização do conhecimento, a resolução do problema terá cumprido o seu papel para a aprendizagem significativa” (COSTA, MOREIRA; 2001, p.263). A solução do problema vai fazer a ligação entre os conhecimentos estudados e os que o estudante já possuía e essa ligação acontece de maneira significativa.

No próximo capítulo é apresentada uma descrição detalhada da UEPS e são elencadas possibilidades de utilização por um professor da Educação Básica.

2.4 RELATIVIDADE RESTRITA

A Teoria da Relatividade faz parte de uma revolução científica onde houve uma mudança em alguns conceitos utilizados na Física, que apesar de continuarem com o mesmo nome, tiveram uma redefinição de significados (AYALA FILHO, 2010). A Física Clássica se diferencia dos conceitos da Teoria da Relatividade, de modo que não podemos considerá-la como um caso específico, reduzindo a uma parte da outra.

Para uma aprendizagem significativa dos conceitos, vemos que o estudante deve possuir subsunções aos quais os novos conhecimentos estarão relacionados (AYALA FILHO, 2010). Porém estes são na maioria das vezes relacionados com os conhecimentos do adquiridos na Física Clássica, sendo um desafio para o professor que pretende fazer essa inserção da Física Moderna na Educação Básica.

Para compreendermos melhor o significado do conceito de referencial, referencial inercial, vamos lembrar que antes da relatividade, enquanto a ideia do éter ainda era aceita, se acreditava em um referencial absoluto. Newton, por

exemplo, formulou as suas leis acreditando neste referencial absoluto, privilegiado, infinito, e homogêneo onde comparado a ele poderia se dizer se um corpo está em movimento ou repouso (PEDUZZI, 2015).

Também esta presente a definição de referencial inercial, que na física clássica é considerado como “um sistema de referência que se move com velocidade constante, ou que se encontra em repouso em relação ao espaço absoluto (PEDUZZI, 2015, p.31)”. No referencial inercial, as leis de Newton são válidas, e desta maneira podemos pensar na Terra, que pelo fato de sofrer ação da força gravitacional, possuir movimento de rotação, não pode ser considerada como um referencial inercial. Apesar disso, podemos fazer uma aproximação em muitas situações, pois a diferença entre considerá-la não inercial ou inercial são desprezíveis (PEDUZZI, 2015).

Analisamos o movimento de um veículo que passou em frente a escola, podemos usar as leis da cinemática para encontrar a velocidade com que o automóvel estava, para isso consideramos neste caso, consideramos na Terra um referencial inercial. Se temos um referencial inercial, podemos identificar outros, de modo que qualquer sistema que se encontre em repouso ou em movimento uniforme com relação ao primeiro, também será um referencial inercial (PEDUZZI, 2015).

Galileu, no conhecido princípio da relatividade da Física clássica já afirmava que não podemos determinar um referencial inercial que seria o correto, privilegiado comparado a outros referenciais inerciais. Todos os referenciais devem descrever os fenômenos, e em ambas as descrições as leis físicas devem se manter as mesmas. Podemos perceber através da mudança de coordenadas entre referenciais, como as Transformações de coordenadas de Galileu, que considerava o tempo como universal, sem depender do referencial e havia mudanças na maneira que o observador descrevia os fenômenos apenas com relação ao espaço (PEDUZZI, 2015). A partir das Transformações de coordenadas de Galileu é possível verificar como um fenômeno descrito em um referencial se apresenta descrito em outro.

A partir dos postulados da Relatividade Especial ou Restrita (RR) há uma mudança no significado de referenciais, tempo e espaço, além de uma limitação com relação a velocidade de um objeto (velocidade da luz é o máximo e constante). Os dois postulados são apresentados como:

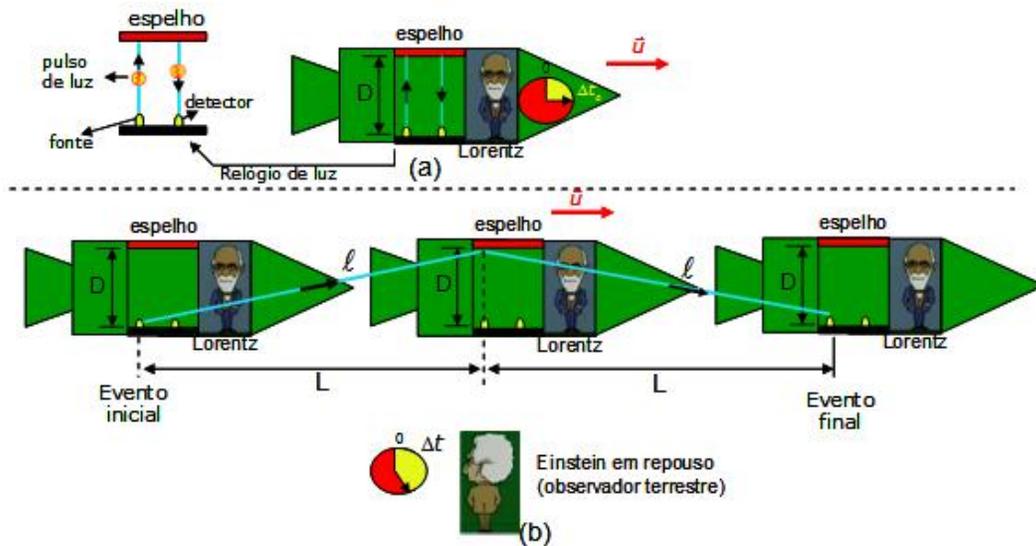
1. Princípio da Relatividade Restrita: As leis da Física são as mesmas em todos os referenciais inerciais.
2. Princípio da constância da velocidade da luz: A velocidade da luz no vácuo tem o mesmo valor c qualquer que seja o movimento da fonte.

Do primeiro postulado temos que, independente do referencial inercial que estou usando para descrever um acontecimento, por exemplo, usando as leis da Mecânica newtoniana para descrever o movimento de um corpo, outro referencial inercial deve ser capaz de descrevê-lo obedecendo a mesma lei física embora com valores numericamente diferentes.

Com o segundo postulado temos que a velocidade da luz é constante e o limite para velocidade de qualquer objeto. E levando-se em conta este postulado consideramos que

a cada ponto do referencial está associado um observador com um relógio e o fato de que as informações se propagam com velocidade finita impõe que estes observadores estabeleçam um procedimento operacional para garantir a sincronização de seus relógios, ou seja, um procedimento que garanta uma escala única de tempo para o referencial (AYALA FILHO, 2010, p.162)

Este “procedimento operacional” seria a dilatação do tempo e contração do espaço. Podemos perceber analisando o seguinte exemplo



Fonte: http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/19088/imagens/AV_01.png

Em um foguete é colocado um instrumento que lança um pulso de luz, e um espelho que vai refletir a luz, sendo que esse percurso (sair e voltar para o instrumento) é considerado uma unidade de tempo.

Com relação a um observador dentro do foguete (a) o pulso de luz desce e sobe linearmente, pois assim como o trem e o relógio de luz, o observador também está em movimento. No referencial do observador fora (b), percebe o foguete passar com uma velocidade v , e visualiza o pulso de luz de uma maneira diferente. Neste referencial a luz vai percorrer uma distância maior.

Sabendo que o fenômeno é o mesmo, e a velocidade da luz é constante independente do referencial que estou analisando, seja fora ou dentro do foguete. O que deve variar então, já que percebemos que a distância percorrida no segundo referencial é maior, é o tempo, que deve ser maior para que se mantenha a proporção, mesma velocidade. Se não foi percebido nenhuma diferença no tempo (o fenômeno é o mesmo) o que aconteceu determinamos como dilatação do tempo.

3 DESCRIÇÃO DA UEPS E POSSIBILIDADES DE UTILIZAÇÃO

Neste tópico vamos apresentar a UEPS, sendo que inicialmente, no tópico 3.1 apresentamos passo a passo a UEPS produzida para tratar do conceito de Referenciais, apresentando de maneira breve a sua sequência. Logo após no tópico 3.2 é apresentado uma descrição mais específica com informações sobre como foi planejada a UEPS.

3.1 PROPOSTA DE UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA

Tempo estimado: 9 a 12 aulas de 45 minutos cada.

Objetivo: Possibilitar a compreensão do conceito de referenciais, com base na Física Clássica e Moderna.

Situação Inicial:

Iniciar a aula mostrando a seguinte charge:



Fonte: adaptação da imagem encontrada em
<<http://fisicaevestibular.com.br/images/Cinematica1/image023.jpg>>

Questionar os alunos sobre quem estaria certo na charge. O que temos que levar em consideração para afirmar quem está se movimentando? Quem estaria com a razão? Sugere-se que o professor vá questionando a turma e escrevendo no quadro as respostas dos estudantes nesse debate.

Situação Problema:

Uma família está viajando, e, de repente, tem que parar pois alguém está se sentindo mal. Questionar os alunos: *Você já passou por isso? Já teve algum problema ao viajar de carro, ônibus, avião ou navio? Você consegue verificar o estado de movimento em cada um desses meios de transporte?*

Aprofundamento dos conteúdos:

Na continuidade da UEPS são tratados brevemente o referencial absoluto a partir de Newton até a conceituação de referencial inercial.

Com uma leitura em sala de aula do material didático, espera-se debater sobre a pergunta "A Terra pode ser considerada um referencial inercial?" e o que seria um referencial não inercial.

Se destina um tempo para que os alunos construam um mapa conceitual sobre Referenciais, com ajuda do professor. Este que vai auxiliar o professor a identificar se o aluno está conseguindo compreender, se este apresenta alguma dificuldade em relacionar e diferenciar conceitos.

Nova Situação Problema:

Se fará o uso do paradoxo dos gêmeos para discutir aspectos da Física Moderna e assim discutir mais sobre a questão inicial do trabalho que seria os Referenciais.

Aula expositiva dialogada integradora final:

O professor faz uma retomada nas atividades e conceitos trabalhados na UEPS até o momento, e a partir da avaliação diagnóstica organiza as novas informações aos alunos, trazendo a conceituação de referencial inercial na Física Moderna, os postulados da Relatividade Restrita e apresenta a análise da situação-problema (mais informações no material didático).

Avaliação da Aprendizagem na UEPS:

Os alunos, em pequenos grupos trabalham na produção de um mapa conceitual sobre referenciais. Além disso, os estudantes também farão uma avaliação individual, com questões abertas e múltipla escolha sobre o conteúdo estudado.

Avaliação da Própria UEPS:

A partir dos resultados obtidos com a avaliação dos alunos o professor pode retomar algumas questões que percebeu serem ainda mal compreendidas pelos estudantes, e mostrar, eventualmente, os mapas conceituais na sala a fim de retomar alguns conceitos.

3.2 DESCRIÇÃO DA UEPS

Após a apresentação da UEPS descrita no tópico acima, destaca-se alguns pontos que foram considerados na sua construção, além de apresentar os objetivos da UEPS e as considerações gerais sobre sua utilização que são orientações importantes para o professor.

3.2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A UEPS foi planejada para uma turma de Ensino Fundamental, anos final sobre o conceito de Referenciais. Sugere-se que ela seja trabalhada em sala de aula no 9º ano, início do conhecimento sobre a mecânica e da apresentação das leis dos movimentos.

É estimado que sua aplicação dure em torno de 9 a 12 aulas de 45 minutos cada, podendo ser ajustada pelo professor conforme o nível de aprofundamento

desejado em cada caso. Além do tempo destinado a avaliação, existe a possibilidade, por exemplo, dos alunos não terem trabalhado com mapas conceituais e ser necessário destinar um tempo para o professor ensinar.

Para a utilização do material, se recomenda aos professores a leitura do livro “A relatividade einsteiniana: uma abordagem conceitual e epistemológica” de Luiz Peduzzi (2015) que trata da evolução de conceitos da relatividade, partindo da Física Clássica e avançando para a Relatividade Geral e Restrita.

Utilizou-se para sua construção os passos descritos por Moreira (2011), onde se iniciamos com a escolha do tópico de estudo. Neste caso, o tópico foi escolhido por ser um conteúdo base para o estudo na Física, tratado em sala de aula geralmente somente a partir da Física Clássica, e que quando aparece elementos da Física Moderna nos livros didáticos, estão geralmente desvinculados aos aspetos clássicos (OLIVEIRA, VIANNA, GERBASSI, 2007).

Os conceitos de Física Moderna aqui abordados são expressos de maneira que seja de fácil compreensão para o estudante, passando pela Transposição didática do conhecimento científico, que “funciona como um instrumento de análise capaz de evidenciar o trajeto de um saber quando ele sai de seu ambiente de origem e chega até a sala de aula”. (BROCKINGTON; PIETROCOLA, 2005, p.395).

Os conhecimentos tratados na UEPS podem servir de base para o estudo dos Movimentos (retilíneo, acelerado, lançamento de projéteis, entre outros). E com a construção dos mapas conceituais (MCs), que é uma proposta da UEPS, formulado pelos alunos ao final da unidade de ensino, é possível acompanhar o processo de mudança conceitual ao longo das aulas, onde é possível perceber como os alunos relacionam os conceitos estudados, como estão representados e como estes se relacionam com a situação-problema geral proposta inicialmente (CORREIA, SILVA, ROMANO JUNIOR; 2010).

Com os MCs os alunos podem fazer relações diferentes entre conceitos estudados e é importante a resposta dessa avaliação para que os estudantes percebam os benefícios desta técnica (CORREIA, SILVA, ROMANO JUNIOR; 2010).

3.2.2 PLANEJAMENTO

Para iniciar a discussão sobre o assunto de referenciais utiliza-se de uma tirinha de um desenho conhecido pela maioria dos alunos, com uma questão para debate. A situação proposta tem por objetivo verificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o assunto, trazendo conhecimentos prévios sobre o assunto, surgindo no debate opiniões diversas na turma o que pode despertar a curiosidade do estudante.

Ao trazer situações problemas que estão relacionados com o cotidiano do estudante, espera-se que estes tenham conhecimentos prévios sobre o assunto. Sugerimos que os alunos formem pequenos grupos e discutam sobre a tirinha, e depois leve essa discussão para o grupo todo, podendo assim obter maior participação, mais elementos para o trabalho do professor.

A partir das informações que aparecem no debate, é possível identificar algum erro conceitual dificuldade de aprendizagem, e o professor pode utilizar destes conhecimentos que o aluno já possui para iniciar o estudo de novos conceitos, utilizar as informações coletadas com a situação inicial para conceituar, juntamente com os alunos o que seria Referencial.

Também é possível uma abordagem interdisciplinar ao explicar sobre o corpo humano, fatores biológicos que atuam na percepção de movimento e repouso de nosso organismo. Com a leitura do texto e um debate realizado sobre o assunto, os alunos iniciam a construção de um mapa conceitual sobre Referenciais.

Compreendido o conceito de Referencial questionam-se os alunos sobre o Planeta Terra, já que usualmente a utilizamos no cotidiano quando nos referimos ao estado de movimento ou repouso dos corpos. E sabendo que leis Físicas são descritas a partir de referenciais inerciais, a Terra seria também um referencial inercial?

Com isso esperamos verificar o que o aluno compreendeu até o momento com base na resposta dada na questão proposta sobre a Terra ser ou não um Referencial Inercial. O professor diferencia o que são referenciais inerciais e não inerciais e como seria o comportamento de uma partícula, por exemplo, quando colocada em movimento em cada referencial.

Analisando então com os alunos o caso da Terra, se conclui que a não mesma seria um referencial inercial, mas é apresentado em seguida as condições

para uma aproximação de um possível Referencial Inercial construído na Terra, este que pode servir como um modelo, que utiliza-se para descrever os fenômenos e assim se aproximar do real.

Ao perceber que o aluno compreendeu a importância do uso de referenciais e o que seria um referencial pode-se apresentar uma situação-problema um pouco mais complexa, que se trata de um experimento realizado com dois aviões que percorrem duas voltas ao redor da Terra e quando retornam a base naval de onde partiram, marcam horas diferentes entre si e em relação ao relógio que ficou na Terra. Este exemplo pode ser abordado com diferentes objetivos, porém o foco neste trabalho seria trazer a debate o uso de Referenciais Inerciais para formulação das Leis e Teorias e como podemos ser enganados por resultados experimentais apresentados a partir de referenciais acelerados (não inerciais), como é o nosso caso na Terra.

Após a apresentação da situação-problema, se solicita aos alunos que respondam a duas questões, que vão servir para que ele coloque os conhecimentos que tem sobre o assunto, sua interpretação e hipóteses, buscando explicação para a situação apresentada.

Em seguida, sem apresentar respostas o professor inicia um aprofundamento no estudo da Teoria da Relatividade Restrita. Apresentando os seus dois postulados, e conceitos relacionados de maneira expositiva.

Em seguida o professor retoma as respostas dadas pelos alunos as duas respostas sobre a situação-problema e inicia a análise da situação de três maneiras:

1. Analisando pela Física Clássica, a partir do referencial na Terra inicialmente, não poderia haver atrasos nos relógios. Discutindo neste momento algumas respostas que podem surgir relacionando o atraso a algum problema na marcação, erro nas medidas, não se relacionando a problemas no conceito de tempo.
2. Analisando então com os novos conceitos adquiridos a partir do estudo da Relatividade, também a partir do referencial na Terra. Tentando uma melhor interpretação dos fenômenos, onde este já admite um atraso nos relógios, porém não da maneira que se apresenta experimentalmente. Discutindo sobre o referencial adotado, caso tenha respostas que demonstrem que apenas mudando a teoria, afirmando que a Física

Clássica estaria com problemas, se chegaria a uma resposta aceita. O professor propõe uma mudança então sob o referencial utilizado e faz a terceira análise.

3. Análise a partir dos conceitos da Relatividade Restrita, de um referencial inercial localizado no espaço, externo à Terra. Onde é possível compreender melhor o experimento, se justificando o atraso dos relógios com relação à dilatação temporal.

Com a análise realizada pelo professor, em conjunto com o aluno, pode-se discutir a importância de um referencial inercial, a influência do movimento de rotação da Terra no experimento, a coerência entre os dados experimentais e a Teoria da Relatividade, que segundo o primeiro postulada “As leis Físicas são válidas em todos os referenciais inerciais”.(PEDUZZI, 2010).

Para encerrar, como avaliação é proposto a finalização do mapa conceitual sobre Referenciais, que seja feito por pequenos grupos (2-3 estudantes). Onde o trabalho em grupo vai proporcionar revisar as concepções de referenciais trabalhadas durante a UEPS e refletir fazendo relações entre eles.

O professor ainda faz uma avaliação individual do aluno, importante para que o professor tenha um segundo método avaliativo e onde pode perceber o quanto a turma em geral compreendeu dos conceitos básicos trabalhados na UEPS. É importante trazer novamente questões como as discutidas durante a unidade, porém em outra situação de modo que o aluno tenha que transferir a nova situação os conhecimentos adquiridos.

4 Material para a UEPS

O objetivo do Material didático produzido é de ser um material Potencialmente Significativo que possa ser utilizado em sala de aula para o ensino do conceito de Referenciais a partir de uma abordagem da Física Clássica e Física Moderna.

Objetivos Específicos:

- Servir como material de apoio para aplicação da UEPS

- Definir o conceito de Referencial (inercial e não inercial) a partir de situações-problemas.
- Propor um material didático que avence o estudo além dos conhecimentos de Física, com uma abordagem interdisciplinar.

Para análise do material, segundo Ausubel (2003) existem dois critérios para que consideremos a aprendizagem potencialmente significativa, sendo estes a

capacidade de relação não arbitrária e não literal para com ideias particulares relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz, nas várias formas potencialmente relacionais acima especificadas – é uma propriedade do próprio material e depende do facto de ser ou não plausível ou sensível (não arbitrário) e logicamente relacional com qualquer estrutura cognitiva apropriada (AUSUBEL, 2003, p.58).

O segundo ponto a se considerar seria a “capacidade de relação com a estrutura cognitiva *particular* de um aprendiz em *particular*– é mais propriamente uma característica do aprendiz do que do material *per se*” (AUSUBEL, 2003, p.58).

Mais relacionado com o material didático, o primeiro ponto que Ausubel coloca trata da capacidade de o material ser plausível, se relacionando com diferentes estruturas cognitivas. Pois, temos diferentes alunos, com diferentes experiências, conhecimentos prévios e estruturas cognitivas diferentes.

Para que aconteça a aprendizagem significativa, os novos materiais potencialmente significativos devem interagir com ideias relevantes que o estudante possui em seu cognitivo, onde o novo conhecimento adquirido interage com esses conhecimentos prévios (AUSUBEL, 2003).

Nos materiais didáticos, portanto deve propiciar ao aluno que faça uma diferenciação progressiva, reconheça a hierarquia em termos de abstração e generalidades, além disso, deve diferenciar ideias e conceitos para que fiquem claro ao estudante as diferenças e relações entre eles, neste sentido o trabalho a partir de um ensino expositivo pode contribuir (AUSUBEL, 2003).

Neste sentido, se apresenta a importância da construção de seu próprio material didático, onde o professor organiza as informações conforme seus objetivos com os conteúdos, levando-se em conta elementos da diferenciação progressiva, e reconciliação integradora para favorecer uma aprendizagem significativa.

Para uma abordagem que inicie do mais geral, um caminho seria através de situações-problemas, de questões ligadas ao cotidiano do aluno e que apresentam conceitos envolvidos que não são exclusivos da área da Física, por exemplo, no caso da charge, podemos destacar os conceitos de movimento, entre outros que são estudados a partir da Física, outra opção seria com a Sociologia, estudando o comportamento do cascão com relação à proibição e seus argumentos.

Em anexo temos o material didático para o aluno, que se apresenta como um texto base que assim como o livro didático, deve ser adequado ao público e objetivos do professor em sala de aula. No material constam vídeos e outras informações que estão como sugestão e complemento das atividades no material didático, sendo possível levar em sala de aula caso algum aluno não tenha acesso ou material.

5 ANÁLISE

A análise está dividida em dois momentos, inicialmente para avaliar a UEPS e sua proposta para o ensino de Referenciais, em segundo momento o material didático que foi construído para ser material de aplicação da UEPS.

5.1 ANÁLISE DA UEPS

Para a análise da UEPS sobre Referenciais, vamos utilizar a descrição de Moreira (2011) sobre os elementos necessários para sua construção, descritos no tópico 1.3 deste trabalho, avaliando como os tópicos descritos estão contemplados na UEPS produzida. Porém, quando se faz a análise agora ao final, se percebe como este material apresenta pontos que poderiam ser mais explorados.

A determinação do assunto foi tendo como base que o assunto de Referenciais é base para o estudo de Mecânica, assim como os livros didáticos que apresentam conteúdos de Física Moderna, iniciam com estudo de Referenciais Inerciais. Em sala de aula o professor pode aproveitar elementos que vão surgir no decorrer da unidade e escolher com os alunos o assunto para uma próxima UEPS.

É muito importante que a partir da UEPS, se consiga levantar os conhecimentos prévios dos alunos. Pois “a estrutura cognitiva existente apresenta,

por definição, o impacto residual de todas as aprendizagens e retenções anteriores, envolve, invariavelmente, o problema da transferência quando ocorre uma nova aprendizagem” (AUSUBEL, 2003, p.149) influenciando, portanto na compreensão de novos conceitos.

A transferência lateral do conhecimento a estrutura cognitiva “envolve a capacidade de generalização do resíduo de um conjunto de aprendizagens existentes à compreensão e à resolução de problemas relacionados” (AUSUBEL, 2003, p.150). Na UEPS, a situação inicial e a situação problema, trazem basicamente os mesmos elementos de discussão em sala de aula, seriam apenas duas maneiras de apresentar as relações entre movimento e referencial. O estudante que compreendeu o primeiro fenômeno, pode relacionar com o segundo.

Após a leitura das situações-problema, se prevê na UEPS, assim como no material didático a participação, fala dos alunos, pois entendemos que “a verbalização de princípios gerais antes da aplicação facilita a resolução de problemas”. (AUSUBEL, 2003, p.150).

Propõe-se como atividade avaliativa para ser desenvolvida ao longo da UEPS os mapas conceituais. É uma forma de verificar a aprendizagem significativa, e a partir dela o professor poderá perceber o quanto seus alunos compreenderam dos conceitos e principalmente a diferenciação entre os tipos de referenciais, as diferentes definições e como que o estudante organizou isso mentalmente, como fez a ligação entre os conceitos.

A discussão e análise da UEPS é importante, e através da leitura dos mapas conceituais acontece o compartilhamento das informações, e neste momento o professor tem dados dos alunos sobre a prática e o material utilizado, bem como os alunos refletem sobre os conhecimentos adquiridos e o avanço conceitual que pode ter ocorrido.

A UEPS porém, deve apresentar mais de uma maneira de avaliação, e a UEPS produzida apresenta uma opção em grupo que seria através dos mapas conceituais, avaliações através da participação nos questionamentos que são levantados durante o decorrer da unidade e com uma avaliação final individual, oportunizando a avaliação do estudante em trabalho com os colegas e individualmente.

A unidade prevê um aumento no nível de complexidade dos conceitos estudados durante a UEPS, pois inicia da conceituação de Referencial, Referencial inercial clássico e Referencial inercial a partir da Relatividade Restrita. Além disso, inicia com problematizações mais relacionados com o cotidiano do aluno e aumenta seu nível de abstração durante a unidade, fazendo assim uma diferenciação progressiva. Destacamos também em alguns momentos o comparativo de situações através da Física Clássica e Relatividade Restrita, que são elementos base para uma reconciliação integradora, como no caso da análise da última situação-problema.

Em suma, entendemos que esta unidade de ensino proposta atende as características básicas de uma UEPS e pode ser aplicada em sala de aula para o primeiro ano do Ensino Médio.

5.2 ANÁLISE DO MATERIAL DIDÁTICO

Com relação ao material didático produzido, elencamos alguns tópicos para análise, que estão de acordo com os objetivos do seu uso, tais como:

1. Adequação da linguagem ao público alvo;
2. Apresentação e coerência dos conceitos;
3. Atende-se os objetivos previstos na UEPS;
4. Possibilidade de utilização desvinculada da UEPS;

No material didático buscamos explorar a linguagem escrita através de questionamentos para o aluno responder, bem como momentos de debates. Sabemos que em geral, “a linguagem desempenha um papel importante na verbalização ou na codificação em frases dos novos produtos (conceitos ou proposições) intuitivos ou subverbais que resultam das operações de transformação envolvidas no pensamento.” (AUSUBEL, 2003, p.100). Sendo que no ensino “é um importante facilitador da aprendizagem significativa por recepção e pela descoberta”. (AUSUBEL, 2003, p.5).

As atividades propostas, utilizadas com a UEPS são de uma linguagem por recepção (O professor expõe as informações prontas, aluno recebe) em alguns momentos onde se optou por não avançar no estudo mais aprofundado da relatividade e por descoberta quando se usa os conhecimentos dos alunos para a conceituação de referencial e os questionamentos relativos a essa conceituação. Após a leitura do material didático, percebe-se que existem momentos onde o aluno verbaliza e outros em que exercita o pensamento, intuitivos.

As atividades propostas foram construídas de modo que fossem potencialmente significativas, para que os conceitos ali envolvidos fossem apreendidos de maneira significativa. Porém,

quando se procuram provas da aprendizagem significativa, quer seja através de questionamento verbal, de aprendizagem sequencialmente dependente ou de tarefas de resolução de problemas, deve ter-se sempre em conta a possibilidade de memorização. (AUSUBEL, 2003, p.131).

Mesmo fazendo uso de situações-problemas para conceituação de Referencial, esta não é garantia.

Destacam-se os questionamentos propostos durante a unidade de ensino, onde o aluno tem a oportunidade de expor seus conhecimentos e o professor trabalha com as informações do estudante para apresentar os conceitos envolvidos durante as atividades. Pois,

umentando-se a manipulação de conceitos e de proposições, através das propriedades representacionais das palavras, e aperfeiçoando compreensões subverbais emergentes na aprendizagem por recepção e pela descoberta significativas, clarificam-se tais significados e tornam-se mais precisos e transferíveis. (AUSUBEL, 2003, p.5)

Com o levantamento dos conhecimentos dos alunos e a participação do professor que em seguida já esclarece os conceitos, entendemos que os conhecimentos adquiridos interajam com os as informações que o estudante já possuía e que assim tenham significado, se tornem mais precisos.

A interdisciplinaridade deve aparecer no trabalho naturalmente, não sendo necessário buscar elementos para adequar os conteúdos de modo a abranger outras disciplinas, e não podemos considerar também a “utilização de certos instrumentos conceituais e de análise, considerados epistemologicamente ‘neutros’, tais como modelos matemáticos”. (CARLOS, 2007, p. 43) para dizer que o trabalho

é interdisciplinar. No material, portanto, aparecem elementos de outras disciplinas, mas sem muito aprofundamento.

O material didático permite, pelo fato de estar associado à UEPS, que o estudante avance no conteúdo e em determinado momento faça relação com o que já foi estudado, podendo avançar e retornar no material sem muitas dificuldades. Sendo que deve apenas prestar atenção a partir da segunda situação-problema, onde se avança ao estudo da Relatividade e ocorre uma mudança em alguns conceitos básicos, como tempo e espaço. Este pode ser classificado como o

princípio de reconciliação integradora também se aplica quando se organiza a matéria em linhas paralelas, quando se apresentam materiais relacionados de forma sequencial, mas não existe dependência sequencial intrínseca de um tópico para o seguinte (AUSUBEL,2003, p.6).

Consideramos então um material que permite a reconciliação integradora, pois o estudante que desejar fazer a leitura somente a partir da segunda situação-problema que trata dos aviões, este poderá compreendê-lo apesar de se apresentar em uma sequência de abstração, no momento da análise da segunda situação-problema são retomados aspectos da Física Clássica.

O material pode ser impresso e o aluno ter como acompanhamento, e se este for o caso, poderia aparecer mais espaços para respostas no próprio material. Da maneira que se apresenta seria para leitura, podendo ser disponibilizado online, já que atualmente são muitos alunos que possuem acesso a material digital através de um computador, tablet ou celular.

De maneira geral, se prevê que este material didático e a UEPS podem ser utilizados como recurso de ensino de Referenciais, sem avançar em muitas aulas. Porém devido a importância do conteúdo e de sua complexidade em alguns tópicos este material precisará ser adaptado, com mais elementos de exemplos e descrições mais detalhadas, o que provavelmente irá avançar no tempo destinado a unidade.

Apesar disso, ele proporciona momentos de debate e discussões onde pode-se perceber os conhecimentos prévios dos alunos e buscar elementos que vão trazer significado a presença destes conceitos. Sendo caracterizados como potencialmente significativos, pois estamos analisando no âmbito do ensino, que também depende da participação do estudante.

O material didático se apresenta na sequência prevista na UEPS. Porém na aplicação em sala de aula pode ser necessário que o professor complemente em alguns aspectos que os estudantes demonstrem interesse em estudar mais aprofundadamente. De maneira geral seria suficiente para que o aluno compreenda o que é Referencial, Referencial inercial e seu uso na formulação de leis e teorias.

Neste sentido, pode ser utilizado também por outros professores que não estejam seguindo estritamente a UEPS, mas muitos elementos estão presentes em virtude dela.

Com auxílio do material o aluno pode ter uma aprendizagem significativa, pois apresenta um nível de complexidade crescente com relação aos conceitos, característica de diferenciação progressiva e apresenta reconciliação integradora, com conteúdos que estão relacionados entre si, contendo as diferenciações entre os conceitos e os relacionando com outras áreas de estudo além da Física. Além disso, através da linguagem e questionamentos presentes na unidade, o material irá facilitar a relação dos conhecimentos com a estrutura cognitiva de diferentes alunos, como se espera de um material potencialmente significativo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta UEPS foi planejada levando-se em conta todas as dificuldades encontradas no processo de ensino, citadas anteriormente e vivenciadas na formação durante os estágios. Estando disponível para o professor utilizar em sala de aula, já fazendo relação entre conhecimentos de Física Clássica e Física Moderna.

O professor que tem como objetivo de sua prática a aprendizagem significativa do aluno deve reconhecer a importância de um trabalho desenvolvido a partir de seus conhecimentos prévios. Conhecendo a realidade dos estudantes é possível preparar atividades que sejam potencialmente significativas.

A construção da UEPS pode auxiliar o professor a organizar o conteúdo, de modo que se inicie com o mais geral, contextualizado com o cotidiano a partir de

uma situação-problema aumentando o nível de aprofundamento, ao longo da unidade. Porém é mais difícil de aplicar uma UEPS quando o livro didático não está organizado da mesma maneira, neste sentido se mostra a importante o conhecimento sobre produção de material didático.

A produção de seu próprio material é interessante para o professor, pois ele pode adequar os conteúdos e metodologias com seu público e seus objetivos. Porém, como um exercício realizado no âmbito deste trabalho de conclusão de curso, não é uma tarefa fácil, e exige do professor tempo e dedicação, fazendo seguidamente uma análise criteriosa do material de modo a evitar possíveis obstáculos epistemológicos.

Há oportunidade de um trabalho interdisciplinar com outras disciplinas como Biologia. Não sendo muito explorados os conceitos das outras áreas neste trabalho, poderia ser melhor aproveitado na aplicação, pois para este estudo o foco estava no ensino de Referenciais e o professor em sala de aula, se sentir a necessidade a partir de questionamentos dos alunos pode se aprofundar no assunto. Outra possibilidade seria então um trabalho em conjunto com professores de diferentes áreas, de modo que este aprofundamento acontecesse nas disciplinas específicas.

Um trabalho interdisciplinar em sala de aula pode auxiliar o estudante e desenvolver uma aprendizagem significativa por fazer relações entre diferentes disciplinas. Quando utilizamos situações-problemas fica ainda mais fácil relacionar o conteúdo com outras áreas.

As dificuldades com o uso da interdisciplinaridade se dá pelo tempo escasso que o professor possui em sala de aula, o que leva o professor a trabalhar o conteúdo de maneira mais superficial. Porém essas dificuldades podem ser amenizadas caso haja um planejamento e atuação em conjunto entre professores de diferentes disciplinas.

De maneira geral o material didático e a UEPS se mostram uma opção simples, que busca conceituar Referencial e Referencial inercial, não se limitando a aspectos da Física Clássica, fazendo relação com outras disciplinas e com o cotidiano do estudante.

O material didático, nesse processo, busca a validação pelos professores profissionais na área que estarão presentes na banca de defesa deste trabalho, que podem contribuir para enriquecer ainda mais a UEPS. Podendo posteriormente ser

aplicado a uma turma como teste do material e sua ação potencialmente significativa.

Com a validação do material pode-se fazer os ajustes necessários e assim fazer uma aplicação com análise qualitativa e quantitativa de alunos submetidos a esta UEPS e o material didático. Trabalhos que buscamos aprofundar na pós-graduação.

REFERÊNCIAS

AUGUSTO, Thaís Gimenes; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. Dificuldades para a implantação de práticas interdisciplinares em Escolas Estaduais, apontadas por professores da área de Ciências da Natureza. **Investigações em Ensino de Ciências**. V12, n.1, pp 139-154, 2007.

AUSUBEL, David P.. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: Uma perspectiva cognitiva. Rio de Janeiro: Plátano Editora, 2003. 243 p. Tradução de: Lígia Teopisto.

BATISTA, I. de L; LAVAQUI, V. Interdisciplinaridade Escolar no Ensino Médio por meio de Trabalho com Projetos Pedagógicos. **Investigações em Ensino de Ciências** v.13, n.3 p.209-239, 2008.

BERTI, Valdir Pedro; FERNANDEZ, Carmen. O Caráter Dual do Termo Interdisciplinaridade na Literatura, nos Documentos Educacionais Oficiais e nos Professores de Química. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, São Paulo, v. 5, n. 1, p.158-180, maio 2015.

BOROCHOVICIUS, Eli; TORTELLA, Jussara Cristina Barboza. Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas.

Ensaio: aval.pol.públ.Educ., Rio de Janeiro , v. 22, n. 83, jun. 2014 . Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40362014000200002&lng=pt&nrm=iso. acessos em 12 jan. 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-40362014000200002>.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica PCN+ Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, 2002.

BROCKINGTON, Guilherme; PIETROCOLA, Maurício. Serão as Regras da Transposição Didática aplicáveis aos conceitos de Física Moderna? **Investigações em Ensino de Ciências** – V.10, n.3, p. 387-404, 2005

CARLOS, Jairo Gonçalves. Interdisciplinaridade no ensino médio: desafios e potencialidades. 2007. 171 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências)- Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

COELHO, Suzana Maria; MACHADO, Gisele Ramires; Acústica e música: uma abordagem metodológica para explorar sons emitidos por tubos sonoros. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 1, p. 207-222, abr. 2015.

COSTA, Sayonara Salvador Cabral da; MOREIRA, Marco Antonio. A resolução de problemas como um tipo especial de Aprendizagem Significativa. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Sc, v. 18, n. 3, p.263-277, fev. 2001.

CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei F.; EL-HANI, Charbel N.. Aprendizagem Baseada e(ABP) na Educação Científica como Estratégia para Formação do Cidadão Socioambiental Responsável. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 2. 2014. Disponível em: <<http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/viewFile/891/375>>. Acesso em: 12 out. 2015.

CORREIA, Paulo Rogério Miranda; SILVA, Amanda Cristina da; ROMANO JUNIOR, Jerson Geraldo. Mapas conceituais como ferramenta de avaliação na sala de aula. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 32, n. 4, p. 4402-1-4402-8, Dec. 2010

DELIZOICOV, Demétrio. Problemas e problematizações. In: PIETROCOLA, Mauricio. **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Editora da Ufsc, 2001. p. 236.

HILGER, Thaís Rafaela; GRIEBELER, Adriane. UMA PROPOSTA DE UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO UTILIZANDO MAPAS CONCEITUAIS. **Investigações em Ensino de Ciências** – V.18 n.1, pp. 199-213, 2013

FEISTEL, Roseli Adriana Blümke; MAESTRELLI, Sylvia Regina Pedrosa. Interdisciplinaridade na formação inicial de professores: um olhar sobre as pesquisas em educação em ciências. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 5, n. 1, p. 155-176, maio 2012.

FERREIRO; DAMASIO; RODRIGUES. FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO FUNDAMENTAL ARTICULADA COM CONCEITOS DE FÍSICA CLÁSSICA POR MEIO DE UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS (UEPS). **Aprendizagem Significativa em Revista**. v.4, n1, pp. 29-40, 2014

HARTMANN, Angela Maria; ZIMMERMANN, Erika; O trabalho interdisciplinar no Ensino Médio: A reaproximação das “Duas Culturas” **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências** Vol. 7 N.2, 2007

LEIS, Hector Ricardo. Sobre o conceito de interdisciplinaridade. **Cadernos de Pesquisa Interdisciplinar em Ciências Humanas**, Florianópolis, v. 6, n. 73, p. 2-23, jan. 2005.

LEMOS, Evelyse dos Santos. A Aprendizagem Significativa: Estratégias Facilitadoras e Avaliação. **Aprendizagem Significativa em Revista**. V. 1, n. 1, p.25-35, 2011.

MOREIRA, Marco Antônio. A teoria da Aprendizagem significativa. Porto Alegre, 2009. disponível em <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios6.pdf>>. Acesso em 16 nov. 2015.

_____. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas. **Aprendizagem Significativa em Revista** – V1, n.2, pp. 43-63, 2011

_____. O que é afinal Aprendizagem Significativa? 2010. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>. Acesso em 20 de março de 2016.

MOZENA, Erika Regina; OSTERMANN, Fernanda. A interdisciplinaridade na legislação educacional, no discurso acadêmico e na prática escolar do Ensino Médio: panaceia ou falácia educacional?. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.33, n.1, p. 92-110, 2016.

NOVAK, Joseph D.; GOWIN, D. Bob. **Aprender a aprender**. Lisboa: Paralelo Editora, Lda, 1984. 212 p. Tradução de: Carla Valadares.

OLIVEIRA, Fabio F.; VIANNA, Deise; GERBASSI, Reuber. Física Moderna o marido se virava . **Revista Brasileira de Ensino de Física**.v. 29, n. 3, p. 447-454, (2007)

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Diretrizes Curriculares da Educação Básica – Física. Curitiba, 2009. Disponível em: www.diaadiaeducacao.pr.gov.br

PEDUZZI, Luiz. Sobre a resolução de problemas no ensino da Física **Cad.Cat.Ens.Fis.**, v.14,n3: p.229-253, dez.1997.

_____, **A relatividade einsteiniana: uma abordagem conceitual e epistemológica**. Departamento de Física. Florianópolis, 2009. Disponível em: https://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/Textos_Peduzzi/A%20relatividade%20einsteiniana%20-%20uma%20abordagem%20conceitual%20e%20epistemol%F3gica.pdf

PIETROCOLA, Maurício. CONSTRUÇÃO E REALIDADE: O REALISMO CIENTÍFICO DE MÁRIO BUNGE E O ENSINO DE CIÊNCIAS ATRAVÉS DE MODELOS. **Investigações em Ensino de Ciências** – V4, n.3, pp. 213-227, 1999

RANGEL, Flaminio; SANTOS, Leonardo S.F; RIBEIRO, Carlos Eduardo. ENSINO DE FÍSICA MEDIADO POR TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO E A LITERACIA CIENTÍFICA. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. Especial 1: p. 651-677, set. 2012.

ROEHRIG, S.A.G; CAMARGO, S. Educação com enfoque CTS em documentos curriculares regionais: o caso das diretrizes curriculares de física do estado do Paraná. **Ciência & Educação** v.20, n. 4, p.871-887, 2014.

RUI, Laura R; STEFFANI, Maria H; UM RECURSO DIDÁTICO PARA ENSINO DE FÍSICA, BIOLOGIA E MÚSICA. **Experiências em Ensino de Ciências**, V1, n2, pp. 36-49, 2006

SANTOS, Silvana; INFANTE-MALACHIAS. Interdisciplinaridade e resolução de problemas: Algumas questões para quem forma futuros professores de Ciências. *Educ. Soc.*, Campinas, vol. 29, n.103. 2008. Disponível em <<http://www.cedes.unicamp.br>>

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização Científica e os documentos oficiais brasileiros: um diálogo na reestruturação do ensino da Física. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de et al. **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. p. 1-27.

SILVA, André C.; ALMEIDA, Maria José P. M; A noção de mobilização na associação da Física a objetos tecnológicos contemporâneos. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 21, n. 2, p. 417-434, 2015

SOUZA, Ednilson Sergio Ramalho; ESPÍRITO SANTO, Adilson de Oliveira. Modelagem Matemática no Ensino de Física recursos didático-pedagógicos. In ENCONTRO PARAENSE DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA (VII EPAEM), Belém – Pa. Anais... Belém: SBEM, 2010a. (Publicação em CD-ROM).

SODRÉ, Fernanda C.V; MATTOS, Cristiano Rodrigues. Complexificando o Conhecimento Cotidiano: incluindo a física na problematização da alimentação. **Alexandria**, v.6, n.2, p. 53-79, 2013.

VALADARES, Jorge. A Teoria da Aprendizagem Significativa como Teoria Construtivista. **Aprendizagem Significativa em Revista**. V. 1, n. 1, p.36-57, 2011.

WEIGERT, Célia; VILLANI, Alberto; FREITAS, Denise de; AINTERDISCIPLINARIDADE E O TRABALHO COLETIVO: ANÁLISE DE UM PLANEJAMENTO INTERDISCIPLINAR. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 1, p. 145-164, 2005

Material para o aluno

A Física está presente em nosso cotidiano, em muitas situações podemos ver aplicações, como por exemplo, no uso do celular, no som de uma música, no calor do fogão, e em muitos outros momentos. Porém, mais que isso, a Física busca explicar como que os fenômenos acontecem na natureza. Vamos analisar um deles a partir da charge abaixo:



Adaptação de: <<http://fisicaevestibular.com.br/images/Cinematica1/image023.jpg>>

E agora?

- *Pela leitura da charge, você diria que o Cascão está ou não em movimento? Explique por quê.*

Discuta com seus colegas buscando responder a questão e em seguida escreva em seu caderno as conclusões que chegaram.

Agora vamos imaginar outra situação...



Fonte: <http://www.educolorir.com/paginas-para-colorir-viagem-de-carro-i8062.html>

Uma família está viajando, e, de repente, tem que parar, pois alguém está se sentindo mal.

Algumas pessoas sentem-se mal durante uma viagem, e esse processo é conhecido como Cinetose, quando nosso cérebro não consegue entender se estamos parados ou em movimento, resultando em um mal estar. Para entendermos melhor esse efeito, vamos pensar como o nosso corpo mantém o equilíbrio.

Os sistemas que auxiliam no equilíbrio do nosso corpo são: o sistema visual (olhos), auditivo (labirinto) e proprioceptivo (receptores sensoriais das articulações e músculos)[2].

Estes recebem estímulos externos de diferentes maneiras e se comunicam com o cérebro, enviando informações através de impulsos nervosos que vão dizer o estado do corpo (parado, sentado, velocidade, entre outras). A alteração de um deles, como o labirinto que fica na parte interna da orelha, pode no dia a dia causar sintomas, tais como náuseas, vômitos, tonturas, dor de cabeça, entre outros.

Propriocepção é a capacidade de comunicação do sistema nervoso central e diversos receptores sensoriais presentes no corpo que fornecem informação sobre a orientação, movimento, amplitude, velocidade, bem como a tensão relativa sobre os tendões[1].

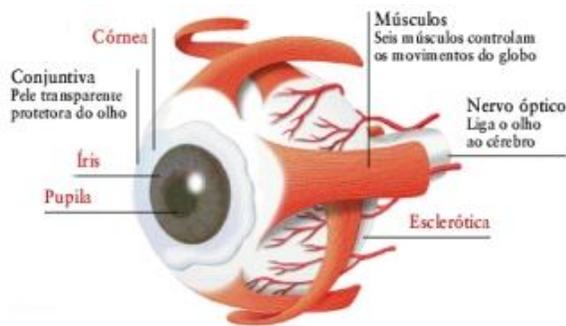
No caso da família em viagem, a pessoa que está passando mal, é provável que o cérebro receba informações diferentes. Por exemplo, a orelha interna e nossos músculos percebem quando o carro faz uma curva, quando há alteração de velocidade e transmitem a informação de que ela está em movimento. Porém, se

Você já passou por isso?

- *Já teve algum problema ao viajar de carro, ônibus, avião ou navio?*
- *Você consegue verificar o estado de movimento em cada um desses meios de transporte?*

observa os objetos e pessoas dentro do carro, e elas não se movem, estão sentadas na mesma posição o que indica aparente repouso.

Visão auxilia no processo de identificação do ambiente externo, pois os olhos recebem a luz que foi refletida pelos objetos e é transmitida na forma de impulsos nervosos para o cérebro passando as informações sobre o estado de movimento ou repouso aparente do corpo.



No **aparelho auditivo** interno encontramos o labirinto, que é formado por arcos semicirculares que apresentam líquido em seu interior, sendo que a movimentação destes dá ao cérebro informações sobre os movimentos, ajudando a manter o equilíbrio do corpo.



Mas o estado de movimento ou repouso se dá em relação a que? A quem? Uma pessoa que está na estrada vendo o carro passar pode ter uma interpretação diferente de quem está no carro?

Assim como no caso da tirinha do cascão e o cebolinha, e também no caso do veículo andando na rodovia, em ambos os casos não existe uma resposta certa imediata para se afirmar o estado de movimento de um corpo. E no caso da cinetose, é essa indefinição de repouso ou movimento, que faz o organismo apresentar sintomas de mal estar.

Um estado de movimento ou repouso precisa ser definido com relação ao que chamamos de referencial. **Referencial é um sistema de referência, sistema de coordenadas que utilizamos para descrever fenômenos.** É algo abstrato, não se refere a um objeto ou acontecimento. Apenas utilizamos para que possamos definir um ponto, trajetória, fenômeno físico. Podemos observar um sistema de coordenadas (x, y, z) na figura

ao lado temos um ponto vermelho localizado no plano (y,z), que podemos localizar no eixo de coordenadas tendo um valor 0 em x e um valor numérico qualquer em y e z.

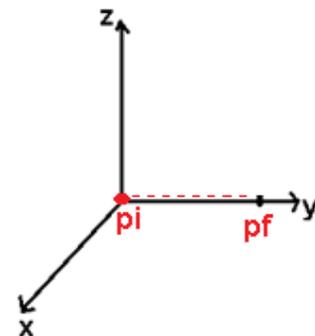
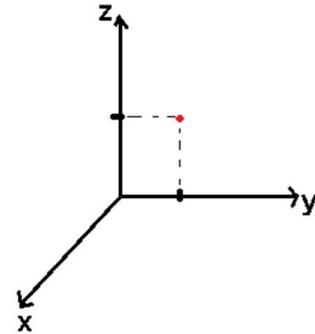
Os eixos matemáticos que formam o sistema de coordenadas cartesianas representado ao lado, é um exemplo de referência quando usamos para analisar uma determinada situação prática.

Se queremos estudar os dois exemplos apresentados anteriormente, do skate ou do automóvel, ambos podem ser descritos em um sistema de coordenadas. A partir de um referencial é possível afirmar se um objeto encontra-se em movimento ou repouso em relação sempre a um referencial. Não existe, portanto, apenas uma descrição possível para o estado de movimento ou repouso de um objeto, não há um único referencial possível ou verdadeiro. Se considerarmos referenciais distintos, podemos descrever a mesma situação de maneiras diferentes.

Usamos o sistema de coordenadas, onde este é composto de inúmeros pontos, podemos expressar também o sentido do movimento, usando negativo e positivo. Usualmente para facilitar os cálculos se coloca o início do movimento no ponto de origem do sistema de coordenadas e a partir dele analisamos a trajetória percorrida até seu ponto final. Se um carro segue o sentido positivo da reta no sistema cartesiano, dizemos que esta em movimento linear e se tiver indo no sentido negativo, dizemos que esta em movimento linear retrógrado.

Outro exemplo que podemos pensar seria o caso de uma pessoa que esta perdida no centro de uma cidade e pede informação para chegar até uma determinada loja. Para que a pessoa possa se localizar melhor é preciso algumas indicações, como distância que ela deve percorrer, o sentido e o ponto de localização final. Este trajeto podemos descrever em um sistema de coordenadas como o representado abaixo.

No sistema de coordenadas ao lado, esta representado o deslocamento de um ponto inicial até um ponto final em uma trajetória retilínea. Em uma situação real poderia ser um observador sentado à beira da estrada visualizando um automóvel se deslocar por uma estrada



retilínea por um tempo e distâncias determinadas, que seriam do ponto inicial pi até o ponto final pf . No caso de termos outro observador para o mesmo automóvel, este provavelmente descreveria de uma maneira diferente o mesmo deslocamento.

Vamos pensar!

Se você está dentro do carro, em movimento uniforme, está em repouso em relação ao carro, inclusive sente que o carro pouco anda, mas percebe que as coisas de fora estão em movimento (as árvores e objetos a fora passam mais rapidamente). Já uma pessoa sentada à beira da estrada, observando o carro passar, percebe que o carro e seus passageiros estão em movimento, e sabe que ela se encontra em repouso. A diferença na descrição feita pela pessoa que está no carro e por aquela que está fora é definida pela diferença nos referenciais a partir dos quais elas estão analisando a situação.

Sabemos que o movimento é, portanto, relativo ao referencial adotado, mas o evento que acontece é o mesmo. No caso da charge do Cascão e o Cebolinha, quando vamos descrever o acontecimento a partir de conceitos físicos, tais como, velocidade de um corpo e deslocamento, em ambos os referenciais – do Cebolinha ou do Cascão - deve-se chegar a uma mesma conclusão. O seja, *as Leis Físicas devem permanecer as mesmas, independem do referencial adotado.*

Se vamos analisar a partir da superfície da Terra, por exemplo, o movimento de um satélite, ele parece deslocar-se rapidamente. Porém, quando assistimos a um vídeo, feito a partir do satélite, visualizamos a Terra em movimento. Neste sentido, independente de qual referencial estou utilizando, as leis físicas que descrevem os fenômenos devem ser válidas para ambos, não existindo um referencial privilegiado.

Movimento Uniforme é aquele em que um corpo está em velocidade constante, ou seja, sem acelerar ou variar a velocidade.

O movimento verdadeiro: não temos como dizer qual referencial é o certo, verdadeiro ou qual é o melhor, então dizemos que não existe movimento verdadeiro, e sim movimento com relação a um referencial.

Veja no Link abaixo o vídeo feito por um satélite, onde se percebe a terra se movimentando, e aparentemente o satélite parado. Importante para ver como o referencial faz diferença na observação dos fenômenos.

<https://www.youtube.com/watch?v=3BtOJRy9thg>

Dizer que algo está em movimento é então relativo, pois pode estar em movimento para um determinado referencial e para outro pode se encontrar em repouso, como no exemplo citado, não visualizamos diretamente o movimento da Terra, mas está constantemente em movimento de rotação sobre seu próprio eixo e translação ao redor do Sol. Todo nosso sistema solar também está em movimento ao redor da Via Láctea, que, por sua vez, também se movimenta no universo. Assim como quando estamos no carro, em Movimento Uniforme, estamos em repouso em relação a ele, também quando estamos parados na beira da rodovia estamos em repouso em relação à Terra. Ou seja, quando se faz a análise de um evento, deve-se informar com relação a que referencial está se tratando.

Quando Newton descreve suas leis sobre os movimentos, usa um referencial absoluto, um referencial que fosse privilegiado, que todas as teorias poderiam ser escritas a partir dele. Sendo possível através dele comparar todos os objetos e dizer se estão verdadeiramente em repouso ou em movimento com relação a este referencial absoluto. Também destaca que não se deve confundir este referencial absoluto (antigamente aceito, chamado éter) com o referencial da superfície da Terra, ou o que está mais usual.

Newton traz também a relação entre espaço, tempo e ajuda a explicar o movimento dos astros no Universo.

Até o momento estamos discutindo sobre movimento, mas para compreender melhor os tipos de movimentos foi necessário entender e ter uma definição de tempo e espaço. Newton considerava que o tempo seria homogêneo e uniforme, não dependendo do referencial ou da matéria (tempo independe de objetos, ou da sua marcação).

No cotidiano temos uma dependência do horário, seja para ir à escola, trabalhar, nos encontrar com outras pessoas, além de muitas outras situações. Nos organizamos em uma rotina, assim como percebemos como rotina todas as manhãs o sol nascendo e se pondo, alternância entre estações, estes ciclos serviram de base para medir o tempo. Como conhecemos então, o tempo de rotação da terra determinando um dia, que foi dividido em 24 horas, que representa 60 minutos e cada minuto em 60 segundos.

Como o movimento de rotação da Terra (nascer e por do sol) não é muito preciso, utilizamos como padrão atual de medida do tempo a radiação emitida pelo

átomo de césio 133. A cada 9 192 631 770 oscilações dessa radiação, conta-se um segundo.

A posição de algum objeto indica a sua localização em uma trajetória com relação a um sistema de referência. Assim como apresentamos a trajetória de um objeto que se deslocou de um ponto até outro usando o sistema de coordenadas cartesianas anteriormente para demonstrar o movimento do objeto.

Utilizando o sistema de coordenadas cartesianas podemos então representar o deslocamento de um corpo (ponto final menos o ponto inicial, representamos com x), e se sabemos o tempo (t) que o objeto demorou para percorrer o trajeto encontramos a velocidade média do movimento (V_m) relacionando:

$$V_m = \frac{x}{t}$$

Tratamos como velocidade média, pois em alguns casos como deslocamento de automóveis a uma variação da sua velocidade. Quando a velocidade de um objeto durante a trajetória se manter constante, será igual à velocidade média e terá um movimento uniforme.

Newton em sua primeira lei do movimento diz que *um corpo tende a permanecer em seu estado de repouso ou movimento uniforme em linha reta, a menos que haja sobre ele uma força*. Ou seja, tratava com equivalência os dois casos.

Para exemplificar vamos pensar na seguinte situação:

1. *Você está dentro de um ônibus, esperando na rodoviária que outros passageiros embarquem, enquanto isso joga uma bolinha para cima. Você faz uma determinada força para jogar e pega assim que ela cai.*
2. *Quando o ônibus entra na rodovia, ele se move exatamente a 80 km/h sem acelerar, mantendo a velocidade (movimento uniforme). Você joga uma bolinha para cima, faz a mesma força para jogar e pega assim que ela cai.*

Para os dois casos, usando a mesma bolinha, você estará aplicando a mesma força, jogando e pegando da mesma maneira, independente se você esta

em movimento uniforme (velocidade constante) ou repouso. Assim Newton destacou a equivalência deles.

Neste sentido podemos dizer que observando um fenômeno de um referencial em repouso ou em movimento uniforme deve ser equivalente, e assim, obedecer às mesmas leis físicas. Dizemos que estes são referenciais inerciais descritos na Física Clássica, não fazendo diferença qual deles fosse o escolhido para análise de um fenômeno. **Referenciais Inerciais: Um referencial que se encontra em repouso ou em movimento linear uniforme. Onde as leis de Newton são válidas¹.**

As leis que são formuladas a partir de um Referencial inercial, são válidas independentes de qual referencial inercial diferente possa ser analisado. O que acontece com relação à mudança de referenciais é diferentes maneiras de descrever um mesmo fenômeno, que independente da direção, ou intensidade dos movimentos, por exemplo, deve ser descrito pelas mesmas leis físicas.

Porém, costumamos observar e analisar os fenômenos a partir de um referencial na superfície da Terra (nossa posição), pensamos então...

A Terra poderia ser considerada um referencial inercial?

Discuta com seus colegas sobre a questão. Existem apenas referenciais inerciais? Cite alguns exemplos de referenciais inerciais.

Para ser considerado um referencial inercial, a Terra teria que apresentar um movimento uniforme, livre da ação de forças, o que não acontece, pois ela possui um movimento de rotação em torno de seu próprio eixo, e de translação em torno do Sol. Além de possuir uma força gravitacional que atrai os objetos para o seu centro e sofre com a atração de outros astros, como o Sol.

Podemos considerar uma aproximação de um referencial inercial para análise de algumas situações em que não é necessária muita precisão. Neste caso estaríamos em repouso com relação à Terra em um instante de tempo muito pequeno, praticamente em movimento retilíneo uniforme e considerando como

¹ Leis de Newton serão estudadas com mais detalhes em uma unidade seguinte, e estão relacionadas a movimento.

constante a força gravitacional em todos os pontos da superfície. Assim, por instantes e para alguns fins podemos aproximar a Terra como um referencial inercial. Mas seria apenas uma aproximação, uma simplificação da situação como um todo.

Em geral a superfície da Terra não é considerada um referencial inercial, dizemos que ela é um referencial não inercial. Este tipo de referencial sofre ação de forças, possui movimento acelerado, com mudanças na velocidade.

ATIVIDADE EM GRUPO

A partir da definição construída sobre o que são Referenciais até o momento, construa um mapa conceitual sobre o assunto em pequenos grupos de alunos.

O professor orienta no processo de organização das informações, e também fica disponível o link abaixo para mais informações de mapas conceituais e como montar.

No vídeo você pode aprender como utilizar os mapas conceituais inclusive para estudar para avaliações, e provas em geral.

Vídeo de Carlos E. Godoy: Como fazer Mapas conceituais
<<https://www.youtube.com/watch?v=ROL0KsTOLi8>>

A partir das informações vistas anteriormente podemos fazer a análise de situações simples do cotidiano como o movimento de um automóvel, de um skate, entre outras situações, usando a Física Clássica.

A Física Moderna surge da necessidade de compreender alguns fenômenos que não estavam sendo compatíveis com as teorias aceitas até o momento. Porém em muitas situações do cotidiano utilizamos a Física Clássica, apresenta dados muito próximos dos encontrados experimentalmente, sendo válido seu uso, os problemas surgem quando consideramos velocidades próximas à velocidade da luz, por exemplo. Assim, com a Física Moderna, os fenômenos são explicados como um todo.

Na Física Clássica já foi definido o que são referenciais inerciais por Newton, ao formular as leis do movimento (leis de Newton), na Relatividade, início do estudo da Física Moderna, também é utilizado de referenciais inerciais para descrever os

movimentos. Porém, apesar de manter o mesmo nome “Referenciais Inerciais”, na Física Moderna esta passa a ter uma interpretação diferente, mais elaborada. O primeiro postulado da Relatividade apresenta que:

Princípio da Relatividade Restrita (1º Postulado): As leis da Física são as mesmas em todos os referenciais inerciais.

Consideramos que os referenciais inerciais utilizados por Einstein para descrever sua teoria. Neles o cientista leva em conta também o tempo como uma variável relacionada diretamente com o espaço. Como se no sistema de coordenadas além das variáveis do espaço também fosse adicionado uma variável temporal. Neste caso é como se tivesse um relógio (observador) em cada ponto do espaço, e que todos eles estariam marcando a mesma informação temporal, sincronizados.

Mas como fazemos para garantir que dois relógios, por exemplo, marquem a mesma hora?

Na Física Clássica tempo é considerado constante, sendo marcado por objetos periódicos, que não dependem do referencial, velocidade de um objeto, localização ou orientação. E para garantir que dois relógios marquem a mesma hora, basta compará-los, podendo dizer então que estão sincronizados.

Mas se levarmos em conta o tempo que leva enquanto olhamos de um relógio até olhar o outro, haverá uma diferença nos tempos, essa diferença que varia de acordo com a distância em que os dois relógios estão. Por mais que não tenha muito valor essa variação mínima de tempo com relógios próximos para o nosso dia a dia, faz diferença quando estamos analisando eventos com grandes velocidades (próxima a da luz).

Sincronizar relógios não é tarefa simples, principalmente quando estamos querendo sincronizar relógios que estão a uma grande distância entre si. Neste

Por que os computadores sincronizam as horas com relógios atômicos? Veja no Link abaixo.

<http://www.tecmundo.com.br/curiosidade/6014-por-que-os-computadores-sincronizam-as-horas-com-relogios-atomicos-.html>

caso, podemos sincronizar os relógios através de um pulso de luz, como no exemplo a seguir:

Uma base espacial possui um relógio A e quer se comunicar com uma nave que esta viajando a 6000 km da Terra. Para sincroniza-los deve se saber o tempo que um pulso de luz demora para percorrer 6000 km. Assim, combina-se que na Terra será emitido um pulso de luz ao meio dia, por exemplo, e a nave, ao captar o pulso de luz deve ajustar o relógio.

De acordo com o segundo postulado da Relatividade:

Princípio da constância da velocidade da luz (2º Postulado): A velocidade da luz no vácuo tem o mesmo valor c qualquer que seja o movimento da fonte.

Se a velocidade da luz é constante no vácuo, podemos calcular o tempo que ela leva para percorrer os 6000 km e acrescentar esse tempo na hora de fazer a sincronização. Por exemplo, combina-se que o relógio A vai lançar o pulso às doze horas pontualmente, no momento em que o relógio B receber a informação, o pulso de luz, será doze horas e alguns microssegundos, marcando este horário em seu relógio, e não doze horas exatas também. Um espelho posicionado no relógio B faz a reflexão do feixe de luz e para o relógio A, que pode verificar se está sincronizado.

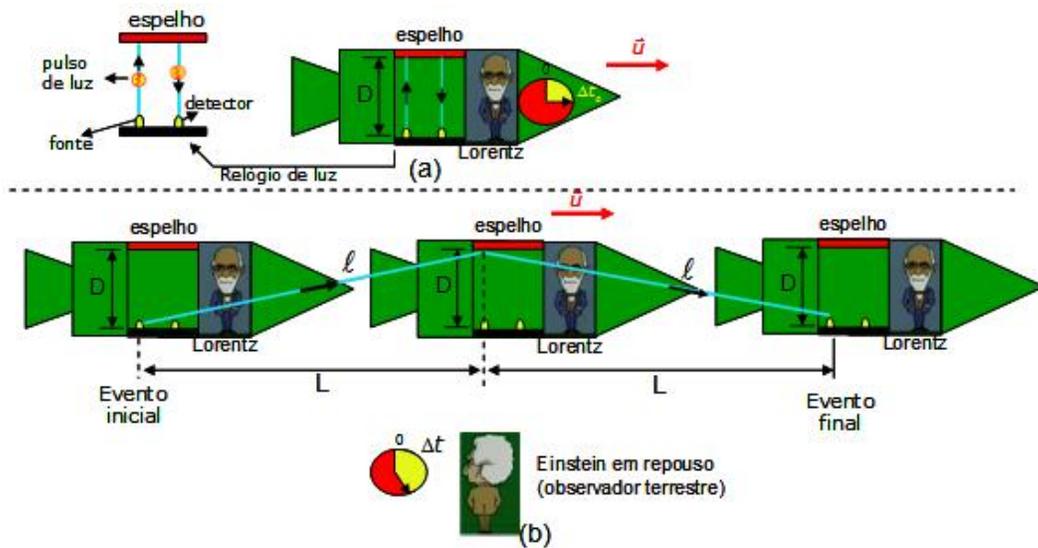
A partir das informações dadas pelos dois postulados, em determinadas situações, surge à necessidade de alteração a compreensão de espaço e tempo para que elas se mantenham válidas. Com os postulados da Relatividade Restrita o espaço e o tempo não são mais necessariamente constantes.

Considera-se que o espaço pode se contrair e o tempo se dilatar, à medida que se aumenta a velocidade, chegando próximos à velocidade da luz o tempo passa mais devagar, dizemos então que o tempo se dilatou. Sempre considerando o limite da velocidade de modo que nada chegue ou ultrapasse a velocidade da luz.

Vamos analisar o seguinte exemplo:

*Dilatação do tempo?
Contração do espaço?
Simultaneidade? Veja mais
informações e simulação no
link abaixo:*

<https://www.youtube.com/watch?v=njToAZrphko>



Fonte: http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/19088/imagens/AV_01.png

Em um foguete é colocado um instrumento que lança um pulso de luz, e um espelho que vai refletir a luz, sendo que esse percurso (sair e voltar para o instrumento) é considerado uma unidade de tempo.

Com relação a um observador dentro do foguete (a) o pulso de luz desce e sobe linearmente, pois assim como o trem e o relógio de luz, o observador também está em movimento.

No referencial do observador fora (b), percebe o foguete passar com uma velocidade v , e visualiza o pulso de luz de uma maneira diferente. Neste referencial a luz vai percorrer uma distância maior.

Sabendo que o fenômeno é o mesmo, o tempo que o pulso de luz levou para percorrer os dois caminhos é o mesmo. Podemos calcular a velocidade da luz considerando a distância que ela percorre dividido pelo tempo gasto no percurso.

Sabendo que a velocidade da luz é constante independente do referencial que estou analisando, seja fora ou dentro do foguete.

Como percebemos que a distância percorrida no segundo referencial é maior, conseqüentemente o tempo deve ser maior para que se mantenha a proporção. Se não foi percebido nenhuma diferença no tempo (o fenômeno é o mesmo) o que aconteceu determinamos como dilatação do tempo.

*E se pudéssemos atingir a velocidade da Luz?
Assista o vídeo que mostra como seria.*

<https://www.youtube.com/watch?v=TGmtaaQKA04>

Vamos pensar nesta seguinte situação:

Sejam dois gêmeos A e B idênticos, estando o irmão A em uma nave espacial na qual ele viajará a uma velocidade muito próxima de c (velocidade da luz) - enquanto o outro, B, permanece em repouso na Terra. Para B, a nave está se movendo, e por conta disso ele pode afirmar que o tempo está correndo mais lentamente para seu irmão A que está na nave. Analogamente, A vê a Terra se afastar, pelo que ele pode, da mesma forma, afirmar que o tempo corre mais lentamente para B. Quando a nave retornar à Terra, qual dos dois efetivamente estará mais jovem?

<http://oestranhocurioso.blogspot.com.br/2010/08/entenda-quem-for-capaz-paradoxo-dos.html>

Neste caso temos um fato, a viagem de um dos gêmeos. Porém com dois referenciais distintos fazendo a análise do mesmo fenômeno, um deles é a partir de um gêmeo que permaneceu na Terra e outro que está na nave se movendo a uma velocidade próxima a da luz.

Como visto, o fenômeno é o mesmo independente do referencial, porém a maneira com que cada um está vendo é diferente. Podemos descrever o fenômeno a partir de um referencial e depois fazer a mudança de coordenadas para outro referencial e analisar cada caso.

Para entender o caso dos gêmeos devemos lembrar o caso de um automóvel em viagem, onde uma pessoa no carro olha para fora e vê os objetos à beira da estrada passar por ela rapidamente, enquanto uma pessoa sentada à beira da estrada sente que ela está em repouso enquanto é o carro que se movimenta rapidamente pela estrada. Quem está certo? Neste caso ninguém, é só uma mudança de referência. Mas no caso dos gêmeos, embora cada um perceba o outro mais rápido, devemos levar em conta a dilatação temporal, que é o fato de que o tempo passa mais devagar para quem está viajando a velocidade da luz. Portanto o gêmeo que viajou voltará para a Terra mais jovem.

Para fazer a comparação dos dois devemos levar em conta que o gêmeo A estava em um referencial com velocidade uniforme próxima a da luz, enquanto o gêmeo B estava em um referencial em repouso com relação ao seu irmão.

Podemos fazer a comparação deles, pois consideramos ambos como referenciais inerciais.

Na descrição de fenômenos é importante o uso de referenciais inerciais, por se garante que ele seja válido em qualquer outro referencial inercial. Os dados podem ser relativos ao observador e referencial, mas a lei que descreve o fenômeno deve ser a mesma. Ao contrario dos referenciais não inerciais, ou acelerados, que não nos fornecem dados confiáveis para análise, pois são muito relativos ao observador e ao seu movimento acelerado. Se for descrever um fenômeno em um referencial acelerado, este será válido apenas nele, pois assim que eu for analisar este mesmo fenômeno a partir de outro referencial este já terá um comportamento diferente, não sendo possível ter um padrão ou formular alguma lei a partir deles.

ATIVIDADE EM GRUPO

A partir de uma visão geral construída sobre Referenciais, nos pequenos grupos de alunos se solicita que finalizem a montagem do mapa conceitual sobre o assunto.

A realização da atividade é uma oportunidade de verificar seus conhecimentos sobre o assunto, pois os mapas conceituais são apenas uma ferramenta de organizar e sistematizar os conhecimentos que possui. Em casos de dúvidas é interessante rever o material estudado, debater com seus colegas e professor.

VERIFICANDO SEUS CONHECIMENTOS!

ATIVIDADES RELACIONADAS À UNIDADE DE ENSINO

1. Qual a diferença de Referenciais Inerciais e não inerciais?
2. Qual a importância de se formular as leis e teorias a partir de referenciais inerciais?
3. Apesar de haver dilatação no tempo conforme a velocidade de um objeto, continuamos no dia a dia utilizando o tempo como constante. Como podemos justificar isso?

REFERÊNCIAS:

MARTIMBIANCO, Ana Luiza Cabrera et al . Efeitos da propriocepção no processo de reabilitação das fraturas de quadril. Acta ortop. bras., São Paulo , v. 16, n. 2, p. 112-116, 2008 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-78522008000200010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 25 de abril de 2016

MATTIOLA, Giovani C. Cinetose. 2010 Retirado de: <<http://drleandromattiola.blogspot.com.br/2010/01/cinetose.html>>. acesso em:07 de maio de 2016.

PEDUZZI, Luiz. A relatividade einsteiniana: uma abordagem conceitual e epistemológica. Florianópolis: Departamento de Física, 2015. 271 p.

POLITO, Antony; SILVA FILHO, Olavo. A Filosofia da Natureza dos Pré-socráticos. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 30, n. 2: p. 323-361, ago. 2013