



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

RODRIGO MEDEIROS FERREIRA

FÍSICA MODERNA: DIVULGAÇÃO E ACESSIBILIDADE NO ENSINO MÉDIO
ATRAVÉS DAS HISTÓRIAS EM QUADRINHOS

Maceió, AL
2013

RODRIGO MEDEIROS FERREIRA

**FÍSICA MODERNA: DIVULGAÇÃO E ACESSIBILIDADE NO ENSINO MÉDIO
ATRAVÉS DAS HISTÓRIAS EM QUADRINHOS**

Dissertação realizada e apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática – Área de Concentração “Ensino de Física”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Alagoas.

Orientador: Prof. Dr. Kleber Cavalcanti Serra

**Maceió, AL
2013**

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária Helena Cristina Pimentel do Vale

- F383f Ferreira, Rodrigo Medeiros.
Física moderna : divulgação e acessibilidade no ensino médio através das histórias em quadrinhos / Rodrigo Medeiros Ferreira. – 2013.
84 f. : il., color.
- Orientador: Kleber Cavalcanti Serra.
Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Alagoas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Maceió, 2013.
- Bibliografia: f. 73-77.
Apêndices: f. 78-83.
Anexos: f. 84.
1. Física – Estudo e ensino. 2. Histórias em quadrinhos. 3. Recurso didático. 4. Didática (ensino médio). I. Título.

CDU: 53:371.27

RODRIGO MEDEIROS FERREIRA

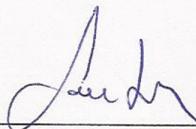
**FÍSICA MODERNA: Divulgação e Acessibilidade no Ensino Médio Através
das Histórias em Quadrinhos**

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática – Área de Concentração “Ensino de Física”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Alagoas, aprovada em 27 de março de 2013.

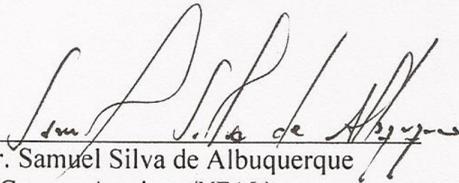
BANCA EXAMINADORA



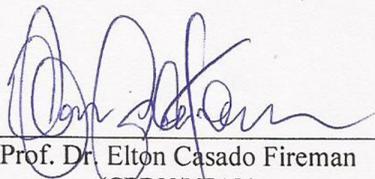
Prof. Dr. Kleber Cavalcanti Serra
(IF/UFAL)
Orientador e Presidente da banca



Prof. Dr. Laércio Evandro Ferracioli da Silva
(UFES)



Prof. Dr. Samuel Silva de Albuquerque
(Campus Arapiraca/UFAL)



Prof. Dr. Elton Casado Fireman
(CEDU/UFAL)

AGRADECIMENTOS

A Deus por minha vida, família e amigos.

A minha esposa Janaína e filhos Carolina, João Carlos e Alice, pelo incentivo, paciência e compreensão.

Ao professor Kleber Cavalcanti Serra, pela orientação, apoio e confiança.

RESUMO

Este trabalho visa mostrar como as histórias em quadrinhos (HQs), quando utilizadas como recursos didáticos, podem ser eficientes ferramentas na divulgação e na aproximação dos alunos com a física, para tanto apresentaremos os resultados de uma pesquisa onde foram avaliadas as aulas de física através dos quadrinhos. E estando a física diretamente ligada a todo desenvolvimento tecnológico que conhecemos, também destacamos o ensino Física Moderna e Contemporânea (FMC) como de fundamental importância na formação de cidadãos.

Palavras chave: Física, Histórias em Quadrinhos, Recurso Didático, Ensino.

ABSTRACT

This work aims to show how the comics (DC comic books), when used as teaching resources, may be effective tools in the disclosure and keep students together with physics, so that we will present results of survey where the physics classes with comic were available. And while physics is directly connected with the whole technological development as we know, we also emphasize teaching Modern and Contemporary Physics (MCF) as fundamental and important role in formation of citizens.

Keywords: Physics, Comic books, Didactic Resources, Teaching.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	FÍSICA MODERNA NO COTIDIANO	9
2.1	A Tecnologia no dia-a-dia	9
2.2	Física Moderna ao Alcance das Mãos	13
2.2.1	As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e a Física Moderna e Contemporânea (FMC)	14
3	FÍSICA MODERNA NA EDUCAÇÃO BÁSICA	18
3.1	Por Que Estudar Física Moderna e Contemporânea (FMC)?	19
3.2	Física Moderna nos Livros Didáticos	27
3.3	Realidade Alagoana	37
3.4	Por Que não se Aborda FMC no Ensino Médio?	38
4	O LÚDICO COMO RECURSO DIDÁTICO	43
4.1	Quadrinhos na Sala De Aula	44
4.1.1	Estímulo a Leitura	45
4.1.2	As Tiras nos Livros Didáticos	46
4.1.3	Discussão de Conteúdo	48
4.2	Experiência em Sala de Aula	49
4.3	Física em Quadrinhos	51
4.3.1	Inserção da Física Moderna Através das HQs	52
5	CONSIDERAÇÕES ACERCA DO PRODUTO EDUCACIONAL	55
5.1	Nascimento do Produto Educacional	56
5.2	Aplicação em Sala de Aula: O que dizem os Alunos?	57
5.2.1	Análise dos resultados do Questionário 1	58
5.2.2	Aplicação dos Quadrinhos em Sala de Aula	65
5.2.3	Análise dos resultados do Questionário 2	67
	CONCLUSÃO	71
	REFERENCIAS	73
	APÊNDICES	78
	ANEXO	84

1 INTRODUÇÃO

Como o próprio título sugere, o principal objetivo desse trabalho é mostrar como as histórias em quadrinhos (HQs) podem transformar-se em poderosos recursos didáticos na divulgação da Física Moderna¹, Tornando acessível esse conhecimento aos estudantes do ensino médio, fazendo com que eles tenham uma participação efetiva no processo de ensino aprendizagem, colocando-os numa situação de protagonistas e não de figurantes. Para isso, num primeiro momento iremos tratar da Física Moderna e Contemporânea (FMC), mais precisamente, discorrer sobre como a FMC está presente no nosso cotidiano, observando aspectos relevantes de como o desenvolvimento da tecnologia favoreceu o próprio desenvolvimento da sociedade, contribuindo para o crescimento da economia e de vários campos de pesquisa. Abordaremos algumas aplicações dos resultados de pesquisas no campo da física, como por exemplo, na medicina, na comunicação, na geração de energia e no próprio ambiente doméstico. Ainda mostraremos como o computador, essencial elemento das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), pode ser um importante instrumento tecnológico a ser utilizado no ensino de física moderna, apresentado facilidades devido ao fascínio que as novas tecnologias exercem nos jovens e adolescentes.

No segundo momento iremos destacar os motivos pelos quais a FMC deve ser estudada no ensino médio, visto que esta etapa de aprendizado será, possivelmente, a última na qual boa parte dos estudantes irá ver a Física, formalmente, como disciplina. Abordaremos o que a legislação (LDB, PCN e PCN+) nos diz sobre o que é, e como deve ser a educação básica, e como o estudo de temas relacionados a FMC pode ajudar no processo de formação do cidadão, pois de acordo com os PCN o ensino de física deve “prover os alunos de condições para desenvolver uma visão de mundo atualizada, o que inclui uma compreensão mínima das técnicas e dos princípios científicos em que se baseiam” (BRASIL, 1999, p.209). Nesse sentido o ensino de FMC é fundamental. Também analisaremos os dez livros didáticos de Física, aprovados pelo Plano Nacional do Livro Didático

¹ Física desenvolvida, essencialmente, no início do século XX, representada por duas teorias (a quântica e a da relatividade) encabeçadas por Max Planck e Albert Einstein, e que trouxeram explicações que possibilitaram o desenvolvimento da tecnologia que conhecemos hoje.

(PNLD), onde iremos observar de que forma a FMC está presente nas obras, se elas seguem o mesmo padrão, como acontece com a Física Clássica, ou se seguem diferentes linhas de organização. Abriremos um tópico para falar sobre a realidade do Estado de Alagoas no que diz respeito ao ensino, destacando quantitativamente, o número de escolas e a carência de professores de Física dos estabelecimentos públicos estaduais de ensino. Finalizando este momento, discutiremos sobre algumas razões pelas quais a FMC não é ensinada no ensino médio.

O terceiro momento desta dissertação irá tratar das histórias em quadrinhos (HQs) e sobre a sua potencialidade como recurso didático nas aulas de Física. Para tanto, discutiremos algumas questões relevantes sobre o uso das HQs na sala de aula, como por exemplo, em que situação usá-las. Analisaremos se os livros didáticos de Física fazem uso dos quadrinhos, apresentaremos os resultados de um trabalho realizado com os alunos onde eles mesmos produziram as próprias HQs e falaremos sobre as vantagens de inserir e ensinar FMC no ensino médio através dos quadrinhos.

No quarto e último momento desta dissertação será apresentado o produto educacional, requisito parcial para conclusão do Mestrado em Ensino de Física pelo Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Também analisaremos os resultados da aplicação do produto educacional (HQs) em três turmas do ensino médio, onde em duas semanas de aulas, sobre relatividade restrita, observaremos *in loco* se os quadrinhos influenciaram no desenvolvimento das aulas, no sentido de estimular a participação e ajudar na compreensão de temas abstratos como os relacionados a FMC. Na última aula de aplicação das HQs faremos uma avaliação sobre relatividade restrita (tema do produto educacional) e analisaremos qualitativamente e quantitativamente se os alunos absorveram as ideias discutidas nas aulas. Para subsidiar a análise da utilização das HQs, enquanto recurso didático, foi aplicado o questionário 01 antes da sua utilização, para saber até que ponto os alunos gostam de física, como são as aulas e se o eles leem HQs ou outros tipos de textos. Após o emprego do produto foi aplicado o questionário 02, para avaliar como os alunos consideraram a aula com a utilização desse recurso e se entenderam o assunto com maior facilidade. Ao final da aplicação tanto do questionário 01 como do 02, convidamos uma amostragem de cinco alunos para discutir sobre as respostas dadas, e assim embasar melhor a análise dos questionários.

2 FÍSICA MODERNA NO COTIDIANO

2.1 A Tecnologia no dia-a-dia

A ciência evoluiu muito nos últimos cem anos e boa parte desses avanços se deve fundamentalmente a Física que tem sido a plataforma na qual se apóiam as tecnologias contemporâneas. Dentre as muitas contribuições dadas pelas pesquisas na área de Física estão as fibras ópticas que revolucionaram e tornaram mais eficientes as telecomunicações. Na área de saúde não se pode imaginar a ciência médica sem os métodos de tratamentos modernos e procedimentos tecnológicos altamente desenvolvidos, como por exemplo, os aparelhos de diagnóstico por imagem, muito usados na medicina, como os que realizam a radiografia, mamografia, a tomografia computadorizada, a ultrassonografia e a ressonância magnética, que são derivados de pesquisas realizadas por físicos. As usinas nucleares, responsáveis pela geração de energia em muitas partes do mundo, inclusive no Brasil, são resultados de muitos estudos no campo da Física Moderna. Enfim, toda a eletrônica conhecida e utilizada atualmente pela sociedade mundial e que está presente praticamente em todos os aspectos de nossas vidas é oriunda, basicamente de pesquisas realizadas por físicos.

Hoje em dia é praticamente impossível viver sem algum aparelho eletrônico por perto. O controle remoto é como se fosse extensão do nosso corpo, pois passou a ser um objeto indispensável na maioria das residências, assim como boa parte dos eletrodomésticos. Quem, conscientemente, tendo a disposição um controle remoto, deixaria de usá-lo e se levantaria do sofá para mudar o canal da TV, por exemplo? Certamente ninguém. Ligar e desligar aparelhos, aumentar ou diminuir volumes, acender lâmpadas utilizando sensores de presença, fazer tudo isso a distância nos mostra, de forma simples, como a ciência e a tecnologia tem evoluído e afetado toda estrutura familiar, contribuindo para uma significativa mudança de comportamento da sociedade. Os avanços tecnológicos propiciaram mudanças significativas na forma como o ser humano se relaciona, se alimenta, se locomove, interage com a natureza e pensa. Os jovens e crianças, que antes frequentavam as praças e

parques para se divertirem agora passam horas e horas em frente a telas de computadores jogando, estudando ou simplesmente navegando na internet (em redes sociais). São questões aparentemente simples que fazem parte da rotina da maioria das pessoas mas que, geralmente, não é dada a devida atenção. E se não houvesse o interesse em estudar essas situações corriqueiras do nosso dia-a-dia, com certeza a ciência, e em particular a Física, não teria evoluído até o ponto que se encontra hoje. De acordo com Chaves e Shellard (2005, p.17),

a Física avançada está presente em grande parte dos objetos de uso cotidiano. Para citar apenas um de muitos exemplos, efeitos da relatividade geral – teoria da gravitação idealizada pelo físico alemão Albert Einstein (1879-1955) em 1915 – estão presentes nos equipamentos de GPS (sigla inglesa para Sistema de Posicionamento Global), usados por frotas de caminhões, montanhistas, naves espaciais, aviões, barcos e navios para determinar posições, no solo e no espaço, com erro que chega a ser inferior a um metro. No entanto, as pesquisas em física não estão direcionadas apenas à criação de objetos. Analistas de grandes centros financeiros usam cotidianamente métodos de simulação que envolvem conhecimentos de física e estatística para prever a evolução dos preços de ações e outros ativos financeiros.

Os avanços da ciência tem proporcionado o desenvolvimento da tecnologia que conhecemos não só na área de Física e isso tem feito com que nos tornássemos cada vez mais dependentes dessa tecnologia. É muito difícil um adolescente, ou mesmo a um adulto, se imaginar sem televisão, celular (smartphone), internet, controles remotos e muitos outros aparelhos eletrônicos que de certo modo facilitam a realização das atividades do dia-a-dia.

Vivemos em um mundo cercados de tecnologia, a industrialização está presente em todos os continentes e o crescimento dos processos de produção em massa acabou trazendo implicações que exigem da sociedade um conhecimento científico mínimo para que a mesma possa entender, debater e sugerir possíveis soluções aos problemas decorrentes desse desenvolvimento. Temas como aquecimento global, alimentos transgênicos, células tronco e energia nuclear, poluição, entre outros, são assuntos que exigem definições que vão além de decisões técnicas ou “*monocráticas*” e precisam ser avaliados ética e politicamente por nossos representantes, e havendo necessidade a participação da sociedade se torna indispensável, apoiando boas iniciativas ou repudiando ações que não visem à melhoria da qualidade de vida ou o bem comum.

A sociedade tem sido cada vez mais influenciada pelo avanço da tecnologia, e essa influência tem afetado rotinas, comportamentos e até mesmo valores. Não é difícil de perceber como as transformações revolucionárias das ciências, com as consequentes mudanças nas formas de produzir e na prestação de serviços, influenciaram bastante as relações sociais.

Diariamente somos bombardeados por uma infinidade de notícias, e esse acesso à informação cada vez mais facilitado pela evolução tecnológica nos torna suscetíveis as distorções da verdade, fazendo com que haja uma necessidade ainda maior do domínio da linguagem utilizada e do tema abordado, pois não é raro de encontrarmos no nosso cotidiano a utilização de conceitos ou teorias científicas com seu sentido distorcido ou empregado de forma incorreta.

Para o aluno formar sua opinião nesse meio, diante da enorme quantidade de informações a que tem acesso cotidianamente, é imprescindível que ele saiba lidar com os elementos dessas informações que são a base para a formação de juízos, de conceitos, de princípios e de valores. Nesse contexto, a escola deve apropriar-se das mais diversas linguagens e meios de comunicação para ensinar a interpretação, a análise, a decodificação e o uso de dados e informações e desenvolver nos alunos a capacidade de assimilar e conviver com diferentes e novas tecnologias que promovem também novas formas de aprender, desenvolvendo a reflexão e a visão crítica.

O domínio dos fundamentos científicos hoje em dia é indispensável para realizar tarefas tão triviais como ler um jornal ou assistir televisão. Da mesma forma, decisões a respeito de questões ambientais, por exemplo, não podem prescindir da informação científica que deve estar ao alcance de todos. (BIZZO, 2010, p.14)

No mundo globalizado em que vivemos um dos pontos que caracterizam o progresso de um país é justamente a sua capacidade de empregar com utilidade o conhecimento gerado por seus pesquisadores para desenvolver produtos tecnologicamente avançados e acessíveis à população, bem como também dar soluções a problemas que atingem a sociedade como, por exemplo, o abastecimento de energia, o desaparecimento de florestas tropicais, o crescimento demográfico, a disponibilidade de alimento e água, e esses são só alguns. Portanto, para que uma nação, como o Brasil, chegue a um nível de desenvolvimento capaz de competir de igual para igual com países mais avançados, no que diz respeito a

produção tecnológica, é imprescindível o investimento numa educação de qualidade onde a ciência tomaria lugar de destaque no ensino das crianças e jovens. E nesse sentido, segundo Chaves (2007, p.9), o Brasil tem sido muito moroso em abraçar a educação científica como “carro chefe” do seu desenvolvimento.

A ciência está presente em nossas vidas e “em tudo tem Física”, por isso o ensino de Física deve estar sempre atualizado e em sintonia com a tecnologia contemporânea. É necessário motivar e interagir com os alunos, dando sentido ao que é ensinado. Mas será que os alunos tem motivos para aprender Física?

O principal problema enfrentado por muitos professores dos anos finais do ensino fundamental e médio é a falta de motivação dos alunos pelas ciências. Eles não tem interesse nisso, não querem esforçar-se nem estudar e, por conseguinte, fracassam, uma vez que aprender ciências é um trabalho intelectual complexo e exigente. Não há dúvida de que esse é um diagnóstico certo, já que a motivação é um dos problemas mais graves do aprendizado em quase todas as áreas – e não apenas em ciências. (POZO e GOMEZ CRESPO, 2012, p. 7)

A fim de convencer o estudante sobre a importância do estudo da Física, é muito comum o professor falar que ela está em todo lugar. Ainda que seu estudo seja, sim, muito importante, acredito que os alunos não conseguem enxergar a física em todos os lugares, nem tão pouco entendê-la. Nos dias atuais, se não tivermos o entendimento básico dos assuntos relacionados à Física Moderna e Contemporânea (FMC) boa parte das atividades mais rotineiras parecerá “mágica” e estará além da nossa capacidade de compreendê-las. É importante que se entenda que “muitos aspectos do mundo natural, considerados miraculosos apenas alguns anos atrás, são agora compreendidos pela Física e pela Química” (SAGAN, 2005, p.264). Não podemos deixar de salientar que o progresso da ciência e da inovação tecnológica vem acontecendo em intervalos cada vez mais curtos nos últimos anos. Mais que isso, os resultados desse progresso estão sendo implementados com muita rapidez na sociedade fazendo com que muitos aparelhos caiam no desuso com mais facilidade devido à substituição natural das “velhas” pelas “novas” tecnologias.

2.2 Física Moderna ao Alcance das Mãos

Nas aulas de Física já são bastante rotineiros os comentários feitos pelos alunos sobre assuntos relacionados à FMC como consequência da ampla divulgação destes temas através dos meios de comunicação. E, neste momento, desperta-se no estudante, por se tratar de tema atual, um grande interesse em saber como e por que estes fenômenos acontecem, além de procurar conhecer o funcionamento de determinadas tecnologias, que na maioria das vezes eles nem sabem que estão relacionadas com o desenvolvimento da Física Moderna. De acordo com Chaves (2007 p.34), físicos brasileiros tiveram participação efetiva no desenvolvimento de uma técnica de enriquecimento de urânio tão avançada que chega a incomodar países mais desenvolvidos. Tal técnica é mantida em segredo e tudo leva a crer que seja a mais eficiente já criada. Informações como essas deixam eufóricos e despertam a curiosidade dos alunos e podem ser utilizadas pelo professor para iniciar uma discursão, por exemplo, sobre fissão e fusão nuclear.

A aproximação dos jovens com as diversas formas de tecnologias cresce com o passar do tempo, visto que as mesmas facilitam a realização de tarefas e acaba fazendo parte da rotina dos adolescentes. Aparelhos celulares, câmeras digitais, notebooks e agora os “tablets” são instrumentos que utilizam tecnologia derivada do desenvolvimento da FMC e que estão começando a fazer parte da lista de equipamentos essenciais para boa parte da sociedade. Além desses citados acima, outras tecnologias resultantes do progresso dos estudos em FMC também estão presentes na injeção eletrônica dos veículos automotores, na tecnologia de transmissão de sons e imagens em tempo real, células fotoelétricas e cirurgias com raio laser, e todas tem papéis muito importantes na sociedade contemporânea em que vivemos.

No século 20, com o advento da mecânica quântica, uma enorme variedade de novos dispositivos e produtos foi criada, e a física – seguida de perto pela química – foi o fundamento da maioria dessas invenções. Segundo dados recentes, um terço do PIB dos EUA é oriundo de tecnologias baseadas na mecânica quântica. Uma residência moderna é aparelhada de uma parafernália de equipamentos originários de descobertas da física e com frequência, inventados por físicos. (CHAVES, 2007, p.13)

Toda essa tecnologia vem sendo aperfeiçoada através de pesquisas visando, cada vez mais, a sua maior aplicação, utilidade, praticidade, economia de energia, baixo custo e menos poluição.

Percebe-se então que existe uma forte relação entre as pesquisas científicas e o desenvolvimento da tecnologia, e sobre isso Delizoicov (2009, p.168) nos diz que: “essa relação entre ciência e tecnologia, aliada à forte presença da tecnologia no cotidiano das pessoas, já não pode ser ignorada no Ensino de Ciências, e sua ausência aí é inadmissível”.

A educação escolar tem a obrigação de dar o suporte necessário ao estudante para fazê-lo perceber que existe uma forte relação da Física com os fenômenos e as atividades do dia a dia, e que as pesquisas relacionadas a áreas da FMC foram imprescindíveis para o avanço tecnológico que conhecemos, trazendo consequências que precisam ser muito bem avaliadas, pois a escola é o ambiente formal que tem regularmente a responsabilidade de mediar o acesso do estudante ao conhecimento gerado pela humanidade, ainda que, a ela (escola) sejam imputadas outras muitas funções.

2.2.1 As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e a Física Moderna e Contemporânea (FMC)

Todos nós aprendemos de formas e em ritmos diferentes. Trazemos conosco uma bagagem acumulada pela própria experiência diária que não pode ser ignorada pelo professor. Ensinar numa sociedade cada vez mais informatizada e moderna, que já nasceu dominada por essa onda tecnológica, é entender que o desenvolvimento de habilidades e competências deve levar em conta o ritmo de aprendizagem de cada aluno e as novas formas de divulgação e construção do conhecimento, e nesse sentido entendemos que não se pode conceber a educação, no século XXI, sem o uso do computador, pois este já é visto pelas novas gerações como instrumento ordinário e essencial ao cotidiano. Cada vez mais os saberes escolares são agregados às transformações do mundo tecnológico e tem que estar de acordo com as orientações pedagógicas contemporâneas, no sentido de desenvolver nos alunos a sociabilidade, a integração com os conteúdos e a

construção do conhecimento. Sendo assim, a educação escolar não pode ignorar a realidade e agir como se as TIC não fizessem parte da vida dos alunos, pois a forma atraente e estimulante das novas tecnologias disputa diretamente com a rotina escolar a atenção dos alunos. E o resultado disso é que as aulas tradicionais² se tornam cada vez menos atraentes.

Ensinar Física fazendo uso dos mais diversos recursos, como as mídias eletrônicas, é sem dúvida, um processo complexo que exige da escola competências para ser a mediadora dos processos e pesquisas, de forma que eles sejam significativos no sentido de possibilitarem ao aluno a oportunidade de construir e reconstruir o conhecimento.

São inúmeras as aplicações dos computadores na indústria, nos transportes, nas comunicações, nas pesquisas científicas, na informação e na prestação de serviços. Essa nova revolução industrial³ é resultado natural da evolução do homem e tem a informática como elemento fundamental nos processos de produção, trazendo para sociedade consequências que não podem ficar fora do contexto educacional.

É preciso estar ciente de que a informática, assim como outros recursos tecnológicos, que chegam às escolas como novos, modernos, atuais, e são atrativos e sedutores, não resolvem, sozinhos, os problemas do ensino aprendizagem de Física ou de qualquer outra disciplina. É indispensável que se tenha um domínio das técnicas, por parte dos professores, e uma proposta pedagógica que contemple o uso consciente dos recursos tecnológicos disponíveis.

No que diz respeito à abordagem da FMC fazendo uso das TIC como ferramenta mediadora do processo de ensino aprendizagem é usar a “criatura para explicar o criador”, isso porque o desenvolvimento das modernas tecnologias que conhecemos só foi possível por conta do sucesso das pesquisas na área de Física.

O computador tornou-se um recurso importantíssimo em, praticamente, todas as atividades humanas. Mas, nem todas as camadas da sociedade, nem todas as

² O ensino tradicional é o modelo de ensino em que os alunos são ensinados e avaliados de forma padronizada. Ele se inspira na ideia de que os alunos devem ser instruídos seguindo um método rigoroso de exposição e avaliação. Valoriza o acúmulo de conhecimento: quanto mais fatos e fórmulas o aluno aprende, mais bem avaliado ele é. < http://www.educacionista.org.br/jornal/index.php?option=com_content&task=view&id=9745&Itemid=41> Acesso em 01 maio 2012.

³ Termo usado por Adam Schaff, no livro A Sociedade da Informática, onde este faz uma analogia com a Revolução Industrial ocorrida entre o final do século XVIII e começo do século XIX. Esta primeira revolução levou a substituição da força física dos homens pelas das máquinas, em princípio a vapor, já a nova revolução consiste na ampliação, e até substituição, das capacidades intelectuais dos homens.

faixas etárias tem acesso às “novas” tecnologias. Ter o domínio de suas potencialidades significa destacar-se em meio a uma sociedade cada vez mais informatizada e dependente dos sistemas de comunicação. A escola é o ambiente onde os jovens cidadãos devem ser inseridos, de forma responsável, no mundo virtual. E esta mesma escola deve entender que as TICs precisam ser adaptadas para servir, também, aos fins educacionais, pois elas são parte de um conjunto de ferramentas que podem auxiliar e enriquecer a educação.

Os computadores podem ser usados, basicamente de dois modos nas aulas experimentais. Primeiro como simuladores de um experimento. O mercado e a própria internet dispõe de vários programas que criam ambientes com os quais os alunos podem interagir simulando diversas situações. As atividades simuladas trazem o benefício de poderem ser realizadas individualmente pelo aluno em casa, sem os riscos de acidentes que poderiam acontecer em um laboratório, e os resultados discutidos posteriormente com o professor. Apesar de serem sedutoras, as simulações não podem ser consideradas atividades experimentais, pois além de não serem reais, ou seja, de não haver uma interação concreta, direta, entre os alunos e o material experimental, os softwares limitam as condições em que as atividades são realizadas, não existem surpresas nem imprevistos, pois os programas computacionais obedecem a equações matemáticas e não são influenciados pela interferência da natureza. A outra forma de fazer uso do computador é como ferramenta auxiliar da atividade experimental, ou seja, como processador de dados obtidos em experiências concretas (GASPAR, 2010).

Uma das grandes vantagens do uso do computador é que os resultados são obtidos quase que instantaneamente, permitindo que se alterem as variáveis sempre que necessário ou de acordo com o interesse do experimento.

Com relação ao ensino, o computador entra como elemento facilitador, os softwares de animação e simulações são muito eficientes e podem ser usados para mostrar que a natureza corpuscular da luz através do efeito fotoelétrico enquanto a sua natureza ondulatória é demonstrada através do experimento da fenda dupla. De acordo com Aliprandini, Schuhmacher e Santos (2009),

a utilização de simulações computacionais para o ensino da física pode ser vista sob dois aspectos: a utilização de animações do movimento de um corpo em estudo e a sua representação na forma de gráficos; e que permitem uma melhor compreensão dos aspectos matemáticos e físicos que envolvem o conceito em

estudo. Uma vantagem dos programas de simulação é a possibilidade de construir diversas representações de uma mesma situação. As simulações podem ser consideradas, a solução de muitos problemas que professores de física enfrentam ao tentar explicar para seus alunos fenômenos demasiado abstratos para serem visualizados pela descrição em palavras, e demasiado complicados para serem representados por meio de uma figura estática. Elas possibilitam observar em alguns minutos a evolução temporal de um fenômeno que levaria horas, dias ou anos em tempo real, além de permitir ao estudante repetir a observação sempre que o desejar.

Nesse sentido, as simulações computacionais funcionam como ferramentas que oferecem diversas possibilidades no que diz respeito ao teste de hipóteses, pois através delas é possível modificar parâmetros, mesmo que sejam improváveis de acontecer em situações reais, além de comprovar ou não os resultados encontrados nos experimentos virtuais com os encontrados nos tradicionais. Inclusive o uso da internet, quando bem conduzida, pode levar os alunos a ambientes virtuais interativos onde os mesmos poderão fazer testes e automaticamente visualizar os resultados. Pode também levar os estudantes a sites de divulgação científica onde terão acesso a informações que tardariam em chegar à escola se dependessem apenas da informação impressa. Assim, o uso das TICs pode facilitar a abordagem de temas mais atuais, porque elas são fáceis de usar, oferecem comodidade e podem ser divertidas. Além disso, elas não devem ser vistas como simples recurso, pois caracterizam de fato a recriação do trato do processo de ensino aprendizagem.

3 FÍSICA MODERNA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

A educação básica é o nível de ensino no qual o estudante deveria ter uma formação que lhe desse condições de exercer sua cidadania, progredir no trabalho e estudos posteriores (LDB, Art. 22), entretanto, a escola que deveria ser o ambiente de integração e colaboração entre as diversas disciplinas, deixa que cada professor trabalhe sua matéria independente das demais disciplinas. O ambiente escolar é muito rico, mas essa riqueza não tem sido aproveitada, ao contrário, tem sido desperdiçada por uma forma de ensino que visa reproduzir conhecimento e padronizar os alunos. Nessas condições, os professores muitas vezes só mostram a utilidade das fórmulas matemáticas através de muito treinamento do tipo:

Figura 1 – Modelo de aula tradicional



Fonte: Autor, 2013

Dessa forma, os professores só estimulam os estudantes ao seguinte questionamento: para que serve e de onde veio isso? Portanto, não vão conseguir desenvolver um trabalho intelectual mais aprofundado em sala de aula, uma vez que os alunos não estabelecem uma conexão coerente entre os assuntos ensinados, fazendo com que cada tema abordado se encerre em si mesmo.

Vamos lembrar do tempo de escola. Será que todos os nossos colegas de turma, ao observar o professor falar, realmente estava prestando atenção no que ele estava dizendo? Será que quando éramos obrigados a responder uma extensa lista de exercícios todos se esforçavam para aprender o que estávamos fazendo? Observamos que o aluno sente uma necessidade maior de ser aprovado do que a de aprender, o interesse em estudar é externo ao conhecimento. Talvez, por isso, muitas escolas e cursinhos pré-vestibulares ofereçam prêmios para os primeiros colocados nos simulados que são aplicados periodicamente com o objetivo de treinar os alunos.

Para que a educação seja de qualidade, não basta saber dos *macetes* ou ter as fórmulas decoradas. É necessário sim, compreendê-las, saber como e por que aplicá-las. E quando se trata de ensino médio se tem um problema adicional que é a grande variedade de alunos que começa a chegar a esse nível, com interesses, idades e níveis de educação prévia muito diferentes.

3.1 Por Que Estudar Física Moderna?

Não é difícil de perceber que existe uma grande distância entre a Física que é ensinada formalmente nas escolas e o grande desenvolvimento que a ciência teve nos últimos cem anos. De acordo com Oliveira (2006) isso mostra que tópicos de física moderna e contemporânea (FMC) são fundamentais no sentido de contextualizar todas as transformações tecnológicas que ocorreram e que estão acontecendo desde a segunda metade do século XIX.

A Física, em particular, tem contribuído de forma significativa no desenvolvimento das tecnologias atuais, porém o ensino de Física na educação básica não tem acompanhado a velocidade com que esse desenvolvimento vem acontecendo, fazendo com que haja um distanciamento entre o que é ensinado e as necessidades dos alunos no que concerne ao estudo de temas mais atuais. E aí está o problema, pois a ciência e a tecnologia estão impactando nossas vidas de forma cada vez mais crescente.

De acordo com a LDB, em seu artigo 35 consta que:

O ensino médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades:

I – a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;

II – a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;

III – o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;

IV – a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.

Observando-se o que consta nos itens acima, percebemos que a Física é fundamental em todos eles. O item I do artigo 35 da LDB reforça a necessidade de haver a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos, possibilitando o prosseguimento dos estudos. Atualmente, todos os livros de Física aprovados pelo PNLD já trazem em seu conteúdo tópicos de FMC, porém estar contido no livro não é garantia de que seja abordado pelo professor. A FMC é sempre colocada no final do terceiro volume dos livros didáticos e esse fato apesar de não ser a principal causa da não abordagem do assunto é um agravante, pois geralmente no ensino médio público não há tempo para cumprir o programa (FERREIRA, 2008), de modo que todas as descobertas, ideias desenvolvidas e toda a história da ciência que aconteceu a partir do início do século XX acaba ficando de fora das “conversas” de sala de aula. Os adolescentes que ingressam no ensino médio com certeza já tiveram acesso, ou pelo menos, já ouviram falar em algum tipo de tecnologia proveniente do desenvolvimento da FMC. E como é possível aprofundar conhecimentos, se os alunos não têm o conhecimento básico dos princípios de funcionamento dos equipamentos que utilizam esta tecnologia? É necessário que o estudante conheça as motivações que levaram a certas descobertas e que se desenvolva nele a curiosidade, para que a partir daí, se busque o conhecimento.

O item II mostra que é fundamental que o aluno do ensino médio deva receber uma preparação que o torne capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação, isto significa dizer que nesse nível de ensino (ensino médio) a educação deve propiciar ao aluno condições de transformar informações acumuladas em conhecimento efetivo e assim contribuir para a compreensão dos acontecimentos que ocorrem, principalmente no mundo do aluno. Claro, isso não é tarefa fácil, requer também do professor muita preparação para conduzir o aluno. O desafio é educar as crianças e os jovens, propiciando-lhes um desenvolvimento humano, cultural, científico e tecnológico, de modo que adquiram condições para enfrentar as exigências do mundo contemporâneo (Delizoicov, 2009, p.12). A sociedade em que vivemos hoje passa por constantes transformações. Mas, em

particular, as transformações tecnológicas geralmente tem ficado de fora do contexto de estudo do ensino médio. Raramente um tema novo, na área de Física, é estudado, quando muito é apenas comentado em sala de aula.

Não acho que a ciência seja difícil de ensinar porque os seres humanos não estão preparados para esse tipo de conhecimento, ou porque ela nasceu apenas por um acaso feliz, ou porque, de modo geral, não temos bastante inteligência para compreendê-la. Pelo contrário, o enorme gosto pela ciência que vejo nos alunos da escola primária e a lição dos caçadores-coletores remanescentes falam eloquentemente: a inclinação pela ciência está profundamente entranhada em nós, em todas as épocas, lugares e culturas. Tem sido o meio de nossa sobrevivência. É nosso direito hereditário. Quando por indiferença, desatenção, incompetência ou medo do ceticismo, dissuadimos as crianças de estudar ciência, nós a privamos de um direito seu, roubando-lhes as ferramentas necessárias para administrar o seu futuro. (SAGAN, 2005, p. 309)

O ensino tem que evoluir, tem que acompanhar a evolução tecnológica, acrescentando novos conteúdos a matriz curricular de Física no nível médio, tornando-se imprescindível discutir novas formas de se abordar os assuntos tradicionais. De acordo com os PCN+,

O vasto conhecimento de Física, acumulado ao longo da história da humanidade, não pode estar todo presente na escola média. Será necessário sempre fazer escolhas em relação ao que é mais importante ou fundamental, estabelecendo para isso referências apropriadas. (BRASIL, 2002, p. 78)

O terceiro item discute o desenvolvimento intelectual e o pensamento crítico. A física moderna traz uma nova forma de pensar, transforma o absoluto em relativo e o relativo em absoluto, sem deixar de ser sensata em suas teorias. É muito importante para o aprendizado do aluno, rever conceitos, acumular conhecimento e aprender efetivamente, tornando-o dessa forma intelectualmente desenvolvido. Cabe aqui ressaltar que o acúmulo de conhecimento citado acima não significa apropriar-se do que já está pronto como se fosse verdade absoluta, mas sim compreender que esses conhecimentos são resultantes de um trabalho de investigação que requereu muita dedicação. Nesse sentido é necessário que também o professor entenda que “trabalhar o conhecimento no processo formativo dos alunos significa proceder à mediação entre os significados do saber do mundo atual e aqueles dos contextos nos quais foram produzidos” (DELIZOICOV, 2009, p.12), e que para ensinar ele necessita de conhecimentos e práticas que vão além

do campo de sua especialidade, e assim estimular o aluno a desenvolver seu pensamento crítico, através de questionamentos, leituras e debates. A FMC pode proporcionar tudo isso através do seu aprendizado.

Finalmente o quarto item do artigo 35 da LDB relaciona a teoria com a prática para se compreender os fundamentos científico-tecnológicos e isso é possível com a física moderna, pois se utilizando das ideias da FMC pode se discutir com os alunos várias situações e aspectos do nosso dia-a-dia, que acontecem frequentemente, mas que os alunos não percebem, não entendem ou não sabem que existem ou possa realmente acontecer. Discutir tais ideias é de extrema importância para que o aluno entenda o mundo que o rodeia e seja capaz de se posicionar ideologicamente sobre determinados assuntos. É importante que se perceba que o relacionamento da teoria com a prática vivida pelo aluno, ou seja, a contextualização, não deve ser realizada apenas para que o assunto seja mais atraente, muito mais que isso, é fazer o aluno enxergar que aquele conhecimento é importante em sua vida e a partir dessa compreensão ser capaz de mudar (melhorar) sua realidade.

O ponto principal é reconhecer a real possibilidade de entender o conhecimento científico e a sua importância na formação dos nossos alunos uma vez que ele pode contribuir efetivamente para a ampliação da sua capacidade de compreensão e atuação no mundo em que vivemos. Parte-se do princípio de que ensinar ciência no mundo atual deve constituir uma das prioridades para todas as escolas, que devem investir na edificação de uma população consciente e crítica diante das escolhas e decisões a serem tomadas. (BIZZO, 2010, p. 13)

Um dos desafios do ensino de Física é formar o estudante para que ele tenha um sólido conhecimento e tenha um pensamento crítico. Pois mesmo com a facilidade de acesso a todo tipo de informações através dos mais variados meios de comunicação, os alunos não se sentem seguros em opinar sobre muitos temas polêmicos que são veiculados pela mídia, como por exemplo, o programa de enriquecimento de urânio do Iran ou a construção de usinas nucleares aqui no Brasil. O ensino de Física deve nortear o discente sobre temas como esses e fazer com que ele perceba como tais temas podem interferir diretamente em suas vidas.

Nesse contexto, o letramento dos cidadãos vai desde o entendimento dos princípios básicos de fenômenos do cotidiano até a capacidade de tomada de decisão em questões relativas às ciências e à tecnologia em que estejam diretamente envolvidos, sejam decisões pessoais ou de interesse público. Esse letramento envolve, portanto,

a preparação do cidadão para ser capaz de fazer julgamentos críticos e políticos. O letramento em ciência e tecnologia para a cidadania incorpora, então, conhecimentos e competências que habilitam o cidadão a tomar decisões pessoais que usem critérios com base em conhecimentos científicos, como, por exemplo, na decisão sobre a compra e utilização de novos equipamentos ou até mesmo sobre um tratamento médico após ouvir diferentes especialistas. Esse letramento engloba a preparação do cidadão para se posicionar, por exemplo, em uma assembleia comunitária para encaminhar providências junto aos órgãos públicos sobre problemas que afetam sua comunidade em termos de ciência e tecnologia. (PINO e STRACK, 2012, p.13)

Segundo o artigo 36 da LDB, o currículo do ensino médio observará as seguintes diretrizes:

I – Destacará a educação tecnológica básica, a compreensão do significado da ciência, das letras e das artes; o processo histórico de transformação da sociedade e da cultura; a língua portuguesa como instrumento de comunicação, acesso ao conhecimento e exercício da cidadania;

Portanto, a própria LDB, mesmo indiretamente, já coloca a física moderna como ferramenta importante e indispensável nesse processo. No mesmo artigo a LDB destaca que no final do ensino médio o aluno deve demonstrar domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna, isto é, confirma a necessidade de se estudar FMC. O problema é que a escola (gestão e professores) impõe uma forma de ensinar em que os saberes duram apenas determinado tempo (até a realização das provas) e logo após dão lugar a outros saberes.

É necessário que a escola entenda que ter o domínio do conteúdo e conviver diariamente com os mais diversos recursos, não garantem o domínio didático deles, sendo assim, ao aplicá-los é preciso conhecimento específico e pedagógico, e requer estudo, planejamento e criatividade. Mais do que apresentar temas relevantes e atuais, é preciso motivar, provocar a participação, o interesse e o envolvimento dos alunos na leitura crítica do cotidiano e das ciências para uma melhor compreensão das relações entre o que é real e suas representações.

Apesar de a Física fazer parte do dia-a-dia de todas as pessoas, o ensino da mesma ainda está muito distante da realidade e não permite, ou pelo menos não deixa claro, que tudo que é ensinado está diretamente ligado ao que nós vivemos. Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio consideram que deve existir

um conjunto de conhecimentos que são imprescindíveis para que o aluno entenda o mundo que o rodeia e nele possa intervir. Levando-se em conta o ensino de Física, a FMC não pode estar de fora desse contexto, pois estando no século XXI, é inaceitável deixar que o aluno conclua o ensino básico sendo a ele apresentado apenas a ciência desenvolvida até o século XIX.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) para o Ensino Médio (BRASIL, 1999) trouxe uma nova forma de se ensinar Física na escola média, pois esse documento nos traz entre seus objetivos:

uma proposta para o ensino Médio que, sem ser profissionalizante, efetivamente propicie um aprendizado útil à vida e ao trabalho, no qual as informações, o conhecimento, as competências, as habilidades e os valores desenvolvidos sejam instrumentos reais de percepção, satisfação, interpretação, julgamento, atuação, desenvolvimento pessoal ou de aprendizado permanente, evitando tópicos cujos sentidos só possam ser compreendidos em outra etapa de escolaridade. (BRASIL, 1999, p. 203)

Nos PCNs, o conhecimento da Física é colocado como parte indispensável à formação da cidadania contemporânea, pois este deve ser incorporado à cultura e integrado como instrumento de conhecimento tecnológico. A educação básica, antes de tudo, precisa ter sentido em existir e ser apresentado ao aluno como instrumento útil e transformador em sua realidade. O ensino de Física “deve contribuir para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais” (BRASIL, 1999, p.229):

Os objetivos do Ensino Médio em cada área do conhecimento devem envolver de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo (BRASIL, 1999, p. 207).

Nas suas propostas, os PCNs destacam a importância de reformarem-se os currículos escolares, pois “para o Ensino Médio meramente propedêutico atual, disciplinas científicas, como a Física, têm omitido os desenvolvimentos realizados durante o século XX e tratam de maneira enciclopédica e excessivamente dedutiva os conteúdos tradicionais” (BRASIL, 1999, p. 209). Também enfatiza que “não se trata de se incorporar elementos da ciência contemporânea simplesmente por conta de sua importância instrumental utilitária [...] e sim, de se prover os alunos de

condições para desenvolver uma visão de mundo atualizada” (BRASIL, 1999, p. 209).

Os PCNs nos mostra como os conteúdos de Física vêm sendo abordados nas salas de aulas, e não é raro de se observar que as aulas sempre ocorrem com o enfoque na utilização de fórmulas e resolução de exercícios repetitivos (FERREIRA, 2008). Nesse sentido, “é preciso rediscutir qual Física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada” (BRASIL, 1999, p. 230). Desse modo, é preciso desenvolver competências para que os estudantes sejam aptos a avaliar se as informações fazem sentido ou para opinar em relação a situações em que os aspectos físicos estão presentes:

[...] o aprendizado de física deve estimular os jovens a acompanhar as notícias científicas [...], notícias como uma missão espacial, uma possível colisão de um asteroide com a Terra, um novo método para extrair água do subsolo, uma nova técnica de diagnóstico médico envolvendo princípios físicos, o desenvolvimento da comunicação via satélite, a telefonia celular [...] (BRASIL, 1999, p. 235).

Para satisfazer o que é estabelecido pela LDB e apresentado pelos PCNs, o ensino médio, mais precisamente o ensino de Física, não pode deixar de fora os tópicos de FMC, pois para que se possam entender os princípios científicos e tecnológicos contidos na automação industrial e nas novas técnicas de diagnóstico médico envolvendo princípios físicos, por exemplo, o estudante precisa compreender o comportamento de materiais supercondutores, que são matéria prima dos chips microeletrônicos, e os tópicos básicos da radioatividade. Claro que esses são somente dois dos muitos exemplos que poderíamos mencionar e que evidenciam a necessidade de se estudar a Física do século XX em nível médio.

O Brasil mudou muito ao longo do século XX. A formação completa do cidadão, entre outras coisas, passa pelo processo de conquista da autonomia e exige que se tenha capacidade de discutir sobre assuntos tecnológicos e seja capaz de avaliar questões sobre, por exemplo, o uso pacífico de energia nuclear, suas vantagens e os perigos envolvidos nesse processo, sendo assim de extrema importância conhecer a Física Moderna. Claro que o objetivo de se ensinar Física no ensino médio não é formar físicos, mas sendo o ensino médio o último contato formal da maioria dos alunos com a física, deve-se possibilitar a eles a oportunidade de compreender melhor o mundo em que vivem.

O objetivo da escola média deve, assim, estar voltado para a formação de jovens, independente de sua formação futura. Jovens que adquiram instrumentos para a vida, para raciocinar, para compreender as causas e razões das coisas, para exercer seus direitos, para cuidar de sua saúde, para participar de discussões em que estão envolvidos seus destinos, para atuar, para transformar, enfim, para realizar-se, para viver. Essa é, portanto, nossa compreensão do que seja uma educação para a cidadania. (HOSOUME e KAWAMURA, 2003, p. 22)

Assim, a Física do ensino médio não pode se restringir a formar alunos especialistas em resolver exercícios para que se saiam bem em concursos vestibulares. Ela deve estimular o aluno a pensar, dando-lhes a oportunidade de propor novas ideias. Portanto, o ensino de Física também deve ser uma oportunidade de tratar de assuntos sociais tais como: desenvolvimento da sociedade, condições e estilo de vida. Nesse sentido, o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) que nasceu com o princípio de avaliar anualmente o aprendizado dos alunos do ensino médio em todo o país e hoje também é utilizado como forma de acesso no ensino superior, já traz em seu formato uma diferença significativa no modelo das questões. Ele é um exame diferenciado, pois as questões são elaboradas para saber o que e como você aplica, no cotidiano, o que aprendeu na escola. Diferente dos antigos vestibulares, não é muito importante somente decorar as fórmulas, mas o que você faz com elas. É necessário que se compreenda os textos e as informações recebidas. Por exemplo, o que adianta você saber calcular a fórmula de área do quadrado se não sabe como usá-la para comprar tinta para sua parede? Ou, o que adianta ler um monte de textos na escola se não sabe ouvir uma notícia e interpretá-la? Ler a etiqueta de um eletrodoméstico e não saber se ele é de 110V ou 220V? Preencher um formulário? Ler a bula de um remédio e não saber como administrá-lo? Brincar com um dado e não saber que sua forma tem o nome de cubo? Além disso, as escolas, principalmente as privadas, procuram usar os resultados do exame para avaliar a qualidade do ensino e compará-lo com o de outras instituições.

O governo do país também utiliza os resultados do Enem como instrumento para avaliar a nível geral do ensino médio no país, para que com isso possa planejar e implementar políticas educacionais no Brasil. Os dados apontados por essas avaliações têm mostrado, por exemplo, a distância entre o nível do ensino público e o particular. Mesmo numa prova que avalia habilidades e competências, sem a

cobrança da memorização de conteúdos e fórmulas, a diferença de notas entre alunos da rede pública e privada é grande.

3.2 Física Moderna nos Livros Didáticos

De acordo com o Guia de Livros Didáticos – PNLD 2012: Física, elaborado pelo MEC, todos os livros didáticos dessa disciplina e aprovados pelo Ministério da Educação contém tópicos de FMC. Foram dez livros de Física aprovados para que cada escola pública do Brasil pudesse escolher o que melhor se adaptasse a sua realidade.

Em se tratando de FMC, segundo Pietrocola (2001), há pelo menos duas décadas já existe uma discussão pública sobre a importância de se inserir FMC no ensino médio. Porém, as propostas que levam de fato esse conhecimento para sala de aula são poucas e mais raras ainda são aquelas que debatem os resultados, contribuindo assim para o esclarecimento das dificuldades encontradas durante seu desenvolvimento.

De acordo com Ostermann e Moreira (2001), os resultados de uma pesquisa realizada com Físicos, pesquisadores em Ensino de Física e professores de Física do Ensino Médio apontaram quais seriam os tópicos de FMC mais importantes a serem inseridos no ensino médio, chegando-se a seguinte relação:

- efeito fotoelétrico
- átomo de Bohr
- leis de conservação
- radioatividade
- dualidade onda-partícula
- fissão e fusão nuclear
- origem do Universo - Big Bang
- semicondutores
- laser
- raios-X
- supercondutores

- partículas elementares
- relatividade restrita
- fibras ópticas
- estrutura molecular

Refletindo-se a partir dos tópicos acima mencionados iremos realizar uma análise acerca dos conteúdos de FMC inseridos nos livros didáticos aprovados pelo PNLD 2012 e observar como os tópicos estão dispostos em cada livro. Pois o livro didático é uma referência básica e representa a principal, senão a única, fonte de consulta do professor na preparação de suas aulas. Na maioria das vezes, é o livro que define a sequência e quais conteúdos a serem trabalhados em sala de aula.

Tabela 1 – Relação dos livros didáticos de física aprovados pelo PNLD 2012

	TÍTULO	AUTOR	EDITORA
L1	Compreendendo a Física	Alberto Gaspar	Ática
L2	FÍSICA: Aula por aula	Claudio Xavier e Benigno Barreto	FTD
L3	Física em Contextos: Pessoal, Social e Histórico	Alexandre Pogibin, Mauricio Pietrocola, Renata de Andrade e Talita Raquel Romero	FTD
L4	Conexões com a Física	Blaidi Sant'Anna, Gloria Martini, Hugo Carneiro e Walter Spinelli	Moderna
L5	Física – Ciência e Tecnologia	Carlos Magno, Nicolau Gilberto Ferraro e Paulo Antonio de Toledo Soares	Moderna
L6	Quanta Física	Carlos A. Kantor, Lilio A. Paoliello Jr., Luis C. de Menezes, Marcelo de C. Bonetti, Osvaldo C. Jr. e Viviane M. Alves.	PD
L7	FÍSICA	Gualter, Helou e Newton	Saraiva
L8	Física para o Ensino Médio	Fuke e Kazuhito	Saraiva
L9	Curso de Física	Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga	Scipione
L10	Física e Realidade	Aurélio Gonçalves Filho e Carlos Toscano	Scipione

Fonte: Guia do Livro Didático, 2012

Todos os livros apresentados acima têm três volumes (I, II e III) e só serão analisadas as unidades que tratam da Física Moderna. O objetivo é basicamente

observar a sequência didática das obras, se o autor estabelece algum tipo de relação com o cotidiano, quais assuntos são mais ou menos desenvolvidos e como a matemática está presente na abordagem dos temas.

O primeiro livro a ser analisado – L1 – é de um autor bem conhecido e aborda a FMC de forma tradicional. O formalismo matemático está bem presente na obra, mas sem descuidar do desenvolvimento conceitual. A FMC começa efetivamente com um capítulo intitulado: Das Ondas Eletromagnéticas aos Fótons e faz uma explanação sobre a natureza corpuscular das ondas eletromagnéticas e do efeito fotoelétrico. A relatividade restrita é abordada logo em seguida e é colocada com muita clareza para o leitor, as imagens utilizadas ajudam a esclarecer a informação com mais facilidade. O capítulo seguinte é iniciado com uma exposição histórica sobre as motivações que levaram ao desenvolvimento da física quântica, onde também são explicadas as indagações não respondidas pela Física até o final do século XIX. O átomo de Bohr é interpretado pelo autor como resultado de sucessivas tentativas de se entender a estrutura do átomo através da história, e finalizando, o último capítulo traz a física de partículas, numa abordagem ampla e consistente sobre a descoberta das partículas elementares. No final de todos os capítulos o autor coloca um lista de exercícios que é dividido em testes (onde todos são de múltipla escolha) e problemas (que tem um caráter mais subjetivo). Após as listas vem um tópico com vários textos que visam aprofundar o que foi visto naquele capítulo, trazendo biografias, aplicações tecnológicas e algum complemento sobre o que foi visto.

A proposta de L2 segue os moldes tradicionais trazendo a FMC na última unidade do terceiro volume da obra. Esse livro é bem resumido no tratamento dos assuntos relacionados a FMC, sem o formalismo matemático, ele segue a sequência relatividade, física quântica e física nuclear. Em todos os assuntos o autor faz questão de discutir os aspectos históricos e motivadores do desenvolvimento de cada teoria. A teoria da relatividade restrita é a que tem a abordagem mais avançada, onde o autor comenta sobre os postulados e suas consequências. Ao falar sobre dilatação do tempo e contração do espaço, o livro faz a apresentação das fórmulas sem as devidas deduções matemáticas, o que seria muito importante, visto que não é exigido dos alunos nenhum conhecimento de cálculo avançado para sua compreensão. A física quântica é resumida em radiação do corpo negro, efeito fotoelétrico e princípio da incerteza, tudo colocado de forma muito direta e objetiva, o

que pode levar o estudante a ter dúvidas, sendo necessária a intervenção do professor no que diz respeito à utilização de outros meios para um melhor entendimento do assunto. Finalizando a unidade, a física nuclear é explicada introdutoriamente, sem aprofundamentos, com enfoque em energia nuclear, lixo atômico e os riscos ambientais, dando ao aluno a oportunidade de refletir sobre os riscos e benefícios do funcionamento das usinas nucleares. Todos os tópicos são seguidos de uma lista de exercícios, as aplicações tecnológicas das teorias são comentadas de forma tímida e apesar da restrição com relação a alguns assuntos o livro atende às expectativas.

Mauricio Pietrocola é o principal autor de L3, esse livro é dividido em três unidades, sendo a última dedicada a FMC. O assunto é iniciado com um capítulo que fala sobre a natureza da luz, onde o autor aborda as concepções passadas e presentes da luz, dando uma visão histórica de como se desenvolveu o estudo relacionado com a natureza da luz, onde o livro descreve que precisamos das duas representações (onda e partícula) para entender o comportamento da luz. Dando continuidade ao capítulo vem a Relatividade Restrita, que traz uma visão clara das motivações que Einstein teve para propor seus postulados, também traz boxes que aprofundam o tema, como por exemplo, o que trata das transformações de Lorentz e um texto sobre a biografia de Einstein. A Relatividade Geral não é esquecida pelo autor, e tem um tópico específico para tratar de suas ideias onde é explicado como Einstein conseguiu provar sua teoria. A visita de Einstein ao Brasil também é mencionada no texto. O tópico seguinte faz uma explanação sobre o efeito fotoelétrico que traz a previsão clássica e a interpretação de Einstein para esse fenômeno. Estrutura da matéria é o nome dado ao capítulo que trata dos modelos atômicos, fazendo uma clara descrição de como se deu desenvolvimento do estudo sobre o átomo, além de fazer matematicamente as deduções das expressões (fórmulas) para os raios e a energia dos níveis da eletrosfera. Assuntos como: laser, núcleo atômico, radiação, fissão e fusão nuclear também são abordados nesse capítulo, sempre apresentados de forma contextualizada em textos paralelos que falam sobre: cirurgias feitas com radiação gama, datação por carbono-14, funcionamento de usinas nucleares e enriquecimento de urânio. As partículas elementares são contempladas no último capítulo do livro, fazendo referência aos aceleradores de partículas, aos dispositivos de detecção de partículas, aos tipos de

partículas e ao modelo padrão⁴. No que se refere unicamente a FMC, esse livro faz a apresentação dos conteúdos de forma simples, bem didática e coerente, também traz varias ilustrações que ajudam na compreensão do assunto. A história da ciência também está muito presente nessa obra, fazendo o aluno entender que a ciência esta em um constante processo de evolução.

L4 é um livro que distribui seus conteúdos de forma tradicional, porém com o diferencial de colocar sempre em discussão assuntos relacionados com a atualidade, tanto do cotidiano do aluno como também relacionados ao desenvolvimento da tecnologia. A unidade cinco, do volume III, desse livro é intitulada: Questões da Física do Século XXI, e nela o autor aborda temas referentes a FMC em quatro capítulos. O primeiro capítulo traz uma introdução sobre as motivações que levaram ao surgimento da teoria da relatividade e física quântica, aqui o autor faz uma abordagem dos aspectos históricos e intrigantes que serviram como importantes pontos de partida para o desenvolvimento das novas teorias, como por exemplo, o estudo da radiação do corpo negro. No segundo capítulo é abordada, predominantemente, a teoria da relatividade restrita e superficialmente a teoria da relatividade geral. Em um texto bem dinâmico, onde são utilizados quadrinhos, figuras e boxes que destacam a utilidade da teoria, o autor consegue expor a relatividade e suas equações de forma bem articulada, onde o leitor não sentirá dificuldades para entender o que está sendo exposto. No capítulo seguinte a física quântica é brevemente discutida, sendo abordado apenas a dualidade onda-partícula, comentários sobre a constante de Planck e o efeito fotoelétrico, tudo muito resumido, sendo necessário o aluno recorrer a outros meios para complementar o seu estudo. Finalizando a unidade, no último capítulo, o livro discorre sobre questões mais recentes do mundo científico como: a física de partículas e a nanotecnologia. Esses temas são abordados num texto simples, mas completo, onde é possível ter uma noção geral bastante consistente sobre o assunto. Ao final da apresentação dos assuntos, em cada capítulo, é colocada uma série de exercícios resolvidos e propostos, que em boa parte é exigido o emprego de cálculos matemáticos. O autor também sugere, no final de cada unidade, a leitura de livros, revistas e artigos, para aprofundar o conhecimento adquirido.

⁴ O modelo padrão é uma teoria que descreve as forças fundamentais da natureza, bem como as partículas fundamentais constituintes da matéria.

Na sequência temos o L5 que é dividido em duas unidades, sendo a segunda unidade toda dedicada a FMC. Essa unidade tem quatro capítulos que contam, juntos, com mais de cem páginas. O assunto é iniciado com o capítulo sobre relatividade, onde o autor desenvolve o texto com muita precisão e detalhes. Figuras são utilizadas para facilitar a compreensão do tema e as equações são colocadas de forma que não é exigido conhecimentos sofisticados de matemática para entendê-las. Ainda é dada uma noção sobre relatividade geral finalizando o capítulo. A física quântica é abordada de modo muito claro e pontual, ou seja, com textos curtos e diretos, onde a teoria e as equações são apresentadas mediante as definições dos conceitos. Nesse capítulo o autor dá uma atenção especial ao efeito fotoelétrico, o átomo de Bohr, a dualidade onda partícula, ao princípio da incerteza e aos semicondutores. Continuando a unidade, a física nuclear é tratada em um capítulo que traz vários temas, são eles: o núcleo atômico, radioatividade, fissão e fusão nuclear, acidentes nucleares, evolução estelar, partículas fundamentais da matéria e anti-matéria e cosmologia. Todos esses temas são colocados de modo a propiciar condições para que os alunos tenham condições de se posicionar diante de questões procedentes de sociedades em constante desenvolvimento. A unidade termina com o capítulo intitulado: Tecnologia das Comunicações. Esse capítulo se resume basicamente em contar a história da evolução dos meios de comunicação desde o telégrafo até a telefonia móvel e internet. Em todos os capítulos se fazem presentes vários exercícios de nível fundamental e de fixação, ao longo de toda a unidade o autor coloca diversos boxes que relacionam o conhecimento físico com a produção tecnológica, além de estabelecer relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

L6 é um livro que se destaca entre todos os outros, sua estrutura foge completamente da convencional, enquanto que na maioria dos livros de física se tem a sequência: cinemática, dinâmica, conservação de energia, hidrostática, termodinâmica, óptica, ondas, eletricidade, eletromagnetismo e física moderna, em L6 o autor, já no primeiro volume, traz a física que se vê no dia a dia, começando com energia, termodinâmica e eletricidade; no segundo volume temos duas unidades, onde a primeira trata de assuntos como: ondas eletromagnéticas, fibras ópticas, dualidade onda-partícula, e na segunda unidade temos: uma visão moderna sobre o Sistema Solar e evolução do universo. O volume três nos chama atenção, pois todo ele é composto por temas relacionados a FMC, o autor começa falando

sobre a aplicação das radiações e termina fazendo uma abordagem sobre energia, economia e meio ambiente. Claro que temas como o átomo de Bohr e relatividade também são bem tratados. O autor coloca os assuntos de forma que eles estão sempre relacionados com alguma atividade cotidiana ou aplicação tecnológica, fazendo paralelos com meio ambiente e sociedade, ou seja, procura envolver os alunos com a contextualização dos conteúdos levando com frequência o aluno a refletir sobre a importância da física na sociedade moderna. A história da ciência é muito bem apresentada nesse livro, trazendo sempre os problemas e os aspectos que motivaram o desenvolvimento das teorias, bem como a biografia de algumas personalidades da ciência. Ao final de cada tópico são colocados alguns exercícios que contribuem para o desenvolvimento das competências e habilidades dos alunos. É importante destacar que em todos os volumes dessa coleção (I, II e III) são abordados assuntos referentes a FMC e que o formalismo matemático não é tão exigido como em outras obras, e como consta no GLD (2012, p.51), esse livro

baseia sua metodologia no desenvolvimento conceitual em torno de contextos, interdisciplinaridade, rede de conhecimentos em espiral e desenvolvimentos de habilidades e competências. Assim, a obra se diferencia de suas congêneres, pois não segue a estruturação tradicional, mediante a qual a física é usualmente apresentada no ensino médio, e se organiza por meio de unidades temáticas, que orientam a abordagem dos conteúdos específicos de física.

Portanto, L6 é uma alternativa para aqueles professores que buscam um livro que foge dos moldes tradicionais.

O L7 traz a FMC em 44 (quarenta e quatro) páginas que é iniciada com um pequeno texto introdutório onde são colocados os problemas que levaram ao surgimento das novas teorias, logo depois começa o capítulo sobre física quântica. Nesse capítulo são abordados os seguintes temas: Modelo ondulatório para as radiações eletromagnéticas, radiação térmica e o corpo negro, lei de Stefan-Boltzmann, modelo quântico para as radiações eletromagnéticas, efeito fotoelétrico, células fotoelétricas, a dualidade da luz e por último o átomo de Bohr e as transições eletrônicas. Tudo é visto de forma bem compacta, com exceção da parte que fala sobre o átomo de Bohr a qual é dada uma atenção especial onde esse tema é melhor destrinchado. Ao final desse capítulo o autor coloca algumas questões comentadas para servir de exemplo para os exercícios propostos e de aprofundamento que vem logo em seguida. O capítulo que trata sobre a Relatividade

vem após o de Física Quântica, sendo iniciado com uma introdução onde os temas seguintes são: o surgimento da teoria da relatividade, os postulados de Einstein, dilatação do tempo, contração do comprimento, composição de velocidades, massa relativística, equivalência entre massa e energia, relação entre energia e quantidade de movimento de um corpo, comportamento ondulatório da matéria, De Broglie e o modelo de Bohr e as quatro forças fundamentais da natureza. Esse capítulo também contém questões comentadas, propostas e de aprofundamento sendo finalizado com três pequenos textos, destacados em páginas verdes, onde é abordado o assunto: Tempo. Observamos nesse livro que existe uma valorização do formalismo matemático, e na física a matemática é a linguagem através da qual os fenômenos podem ser equacionados para a partir daí, entendê-los, muitas fórmulas são apresentadas, e possivelmente o professor tenha um pouco mais de trabalho na explicação dos conteúdos durante as aulas, pois, apesar dos assuntos serem bem colocados, há uma restrição no que se refere as aplicações da FMC no cotidiano.

O L8 desenvolve a FMC de forma precisa, sem muitos rodeios, explicando a teoria indo direto ao tema central. A unidade que trata da FMC tem três capítulos, colocados na seguinte sequência: Teoria da Relatividade Especial, Mecânica Quântica e Física Nuclear. O primeiro capítulo mostra a relatividade e suas equações em tópicos bem distribuídos, figuras são utilizadas para chamar a atenção do aluno além de apresentar exemplos de aplicação das equações sobre dilatação do tempo e contração do comprimento. No capítulo que trata sobre a mecânica quântica o autor faz um preâmbulo sobre os primórdios da física quântica, desenvolve o texto falando sobre radiação do corpo negro, efeito fotoelétrico, dualidade onda-partícula, modelo atômico de Bohr e finaliza com o princípio da incerteza de Heisenberg, tudo é abordado de forma bem equilibrada levando o aluno a perceber as aplicações da teoria no dia-a-dia da sociedade. No último capítulo, a física nuclear é apresentada em tópicos que delimitam bem os conceitos, sendo abordados os assuntos: radioatividade, fissão e fusão nuclear, meia-vida e radiação. Nesse capítulo o autor consegue ser bem abrangente em poucas páginas, fazendo sempre paralelos entre a teoria propriamente dita, seu principal autor e utilidade de sua aplicação. Todos os capítulos contem exercícios resolvidos e atividades propostas para que o aluno possa aprofundar seus conhecimentos, e além disso o autor coloca diversas caixas de texto nos capítulos para falar sobre a história, personalidades ou assuntos relacionados ao tema apresentado, como por exemplo:

O experimento de Michelson e Morley, o paradoxo dos gêmeos, o gato de Schrödinger, detectores de partículas, Albert Einstein, Marie Curie, entre outros.

No L9 a FMC é tratada em 61 (sessenta e uma) páginas que é iniciada com uma breve abordagem histórica sobre a relatividade, seguida da bibliografia de Albert Einstein e na sequência é visto os postulados da relatividade especial seguido de um tópico sobre relatividade geral. A física quântica também é contemplada, além do texto trazer explicações sobre as ideias básicas (dualidade onda-partícula e princípio da incerteza) e os problemas que levaram ao nascimento da Física Quântica, também faz abordagem sobre o efeito fotoelétrico. A parte que fala da física de partículas é muito bem tratada num texto bem explicado para o nível médio, onde o autor faz comentários sobre as partículas elementares e também destaca o trabalho do físico brasileiro César Lattes. Já o texto que fala sobre o Big Bang é curto, apenas meia página é utilizada para falar sobre a origem do universo. No tópico seguinte, intitulado de “*O mundo das estruturas complexas*”, o autor aborda temas como supercondutividade, superfluidez e comportamento caótico da natureza. Inserido nos capítulos do livro o autor colocou, em páginas amarelas, tópicos especiais onde é feito um aprofundamento sobre o que é estudado. No caso da unidade que trata da FMC o tópico especial fala sobre barreiras de potencial onde é comentado alguns estados quânticos. Cabe ressaltar que, até aqui, todo o assunto é tratado de forma bem conceitual, onde é dada ênfase aos princípios e leis gerais de modo que nenhum cálculo ou equação seja utilizada. Somente no final, esta unidade traz um apêndice onde as equações relacionadas a relatividade especial e física quântica são brevemente explicadas. O livro ainda traz, encerrando a unidade, alguns problemas e testes para que o aluno possa refletir sobre as possíveis soluções e avaliar o que aprendeu.

Finalmente, o último livro a ser analisado – L10 – segue a linha tradicional, adotada pela maioria dos autores. O texto é iniciado com uma abordagem sobre como a FMC influenciou no desenvolvimento da sociedade, falando sobre assuntos como raio laser, bomba atômica e equipamentos de diagnósticos médicos. Uma questão bem interessante no livro é que o autor mostra os conteúdos a partir de suas relações com o meio, fazendo paralelos entre a importância da teoria e a aplicação no cotidiano. Todos os assuntos são tratados num texto de linguagem acessível e de fácil compreensão, levando o leitor a perceber a importância da FMC no cotidiano. O processo de fissão e fusão nuclear é comentado no texto sobre o

núcleo atômico. A unidade é finalizada com uma breve abordagem sobre Einstein e a relatividade restrita, onde esse tema é tratado de modo muito conciso. Todos os assuntos são seguidos de uma lista de exercícios de revisão e de aprofundamento. Um ponto positivo é que o autor enfatiza as rupturas produzidas pelas ideias da FMC além de colocar algumas propostas de projetos que podem ser implementados por professores e alunos na escola. O livro fecha todo o conteúdo de FMC com praticamente zero de formalismo matemático, ele procura fazer todas as explicações de forma exclusivamente conceitual, sem a apresentação de fórmulas ou cálculos matemáticos.

Após a leitura e análise das obras verificamos que cada uma delas aborda os seguintes assuntos:

Tabela 2: Relação entre Livros e Temas

TEMAS \ LIVROS	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
efeito fotoelétrico	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
átomo de Bohr	x		x		x	x	x	x		x
leis de conservação	x		x		x	x				
radioatividade	x		x		x	x		x		x
dualidade onda-partícula	x		x	x	x	x	x	x	x	x
fissão e fusão nuclear	x	x	x		x	x		x		x
origem do Universo - Big Bang					x	x			x	
semicondutores	x				x	x		x	x	
laser			x	x	x	x			x	x
raios-X	x			x	x	x			x	
supercondutores								x	x	
partículas elementares	x		x	x	x	x		x	x	
relatividade restrita	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
fibras ópticas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
estrutura molecular										

Fonte: Autor, 2013

Todos os assuntos listados acima são encontrados no volume III, de cada obra, com exceção da parte que trata das fibras ópticas que estão presentes no volume II das coleções. Não foi encontrada nos livros didáticos analisados nenhuma abordagem relativa ao tema: estrutura molecular. Porém nos livros didáticos de

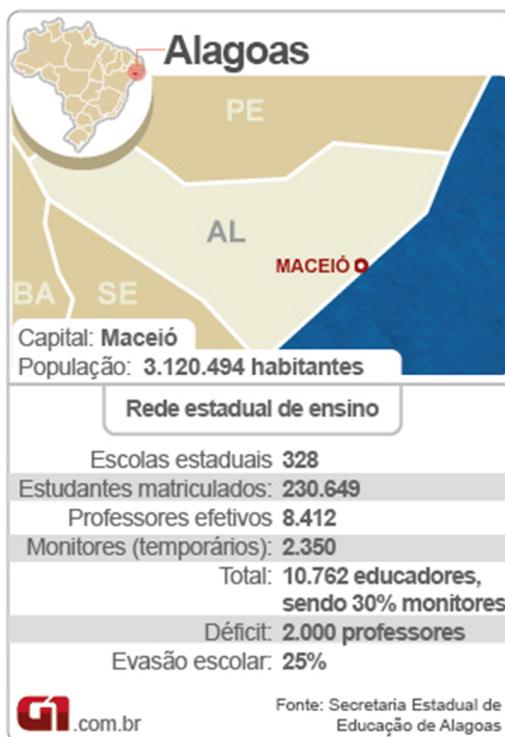
Química são abordados de modo abrangente os seguintes assuntos: átomo de Bohr, radioatividade, fissão e fusão nuclear, raios-X e estrutura molecular (FELTRE, 2004).

Observamos também que apesar de alguns livros (L1, L3, L5, L6, L8, L10) abordarem uma quantidade significativa de temas relacionados a FMC, alguns colocam os assuntos de modo muito resumido, enquanto que outros (L4 e L7), mesmo com uma abordagem menor de temas, fazem um tratamento mais completo.

3.3 Realidade Alagoana

Mais de 14% da população alagoana, em idade escolar, nunca foi a escola⁵, e esse cenário fica ainda pior quando somamos a essa realidade a quantidade de alunos que abandonam os estudos, conforme tabela abaixo.

Figura 2: Números Educacionais de Alagoas



Fonte: <<http://www.G1.com.br/Educação>>, 2012

⁵ Reportagem apresentada na TV Gazeta, no programa Bom Dia Alagoas do dia 01 de maio de 2012

Alagoas conta atualmente com cento e noventa escolas públicas estaduais com ensino médio e com apenas oitenta e um professores efetivos de física na rede estadual de educação. A carência atual de professores de Física no quadro da rede pública estadual de ensino é de duzentos e setenta e sete professores (Anexo III). O Estado procura suprir essa carência com a contratação de monitores, que na maior parte dos casos são universitários em formação, muitas vezes de área diversa da licenciatura em física.

Segundo pesquisa realizada por Barbosa, Serra e Fireman (2007), 11% dos professores licenciados em Física pela Universidade Federal de Alagoas, afirmaram que o incentivo em se tornar professor surgiu da perspectiva de emprego imediato, devido a carência de professores de Física no estado. Ainda de acordo com a mesma pesquisa foi realizado o seguinte questionamento:

Como Físico Licenciado, para qual competência o curso lhe preparou melhor? (31%) acham que para bem transmitir informações aos alunos; (25%) acham que para realizar pesquisas num campo específico da Física; (19%) para fazer interagir os conteúdos físicos com os didático-pedagógicos; Enquanto (25%) acham que não foi dado ênfase a nenhuma competência específica. (BARBOSA, 2007)

Portanto, o resultado acima nos mostra que não é apenas a falta de professores de Física que merece atenção, mas também a formação que lhes é dada.

3.4 Por que não se aborda FMC no Ensino Médio?

Segundo Pietrocola⁶ os estudantes da licenciatura em Física, de modo geral, estudavam FMC sabendo que não precisam dar tanta importância a esse tema, pois antes de ser professor, o professor foi aluno e eles sabiam que esses assuntos não eram cobrados em sala de aula, e isso fazia com que as aulas de FMC na universidade fossem encaradas como uma matéria de “segundo escalão” e que se soubessem o mínimo já estava de bom tamanho. Nesse sentido, segundo Bastos Filhos, Nardi e Monteiro (2009), “para a FMC ser introduzida no Nível médio da

⁶ Entrevista com Mauricio Pietrocola disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/alo-professor/intervalo/2012/03/sem-medo-de-ensinar>> acessado em: 30.04.2012.

Educação Básica, é imprescindível se discutirem, urgentemente, outras perspectivas para a formação de professores de Física”.

De acordo com Balan (2012) alguns problemas e dificuldades são encontrados pelos professores no ensino de FMC, são eles:

- Quantidade excessiva de assuntos sobre Física Clássica – Segundo Richard Feynman⁷, nos livros didáticos brasileiros de Física não há ciência, mas memorização. Disse ainda que “não conseguia entender como alguém podia ser educado neste sistema de auto propagação, no qual as pessoas passam nas provas e ensinam os outros a passar nas provas, mas ninguém sabe nada”. Nesse sentido, entendemos que a quantidade de assuntos não seja exatamente o problema, mas o tratamento que se dá a cada um deles. Apesar de apresentar uma significativa melhora em relação aos livros⁸ da década passada, ainda nota-se nos livros didáticos atuais uma grande quantidade de exercícios com aplicação direta de formulas, e como o livro é geralmente o único recurso didático utilizado nas aulas de física (SANCHES, 2006), acaba que o professor perde muito tempo nas resoluções e explicações dos exercícios em detrimento da abordagem dos fenômenos físicos e de temas mais atuais. De acordo com Gaspar (2010) é papel do professor conhecer e selecionar os conteúdos compatíveis com os objetivos definidos no projeto pedagógico escolar. Dessa forma o professor tem plena liberdade para definir os assuntos a serem trabalhados sem a justificativa de ter que cumprir exatamente o que o livro didático coloca.
- Reduzido número de aulas de Física que compõem a grade curricular do Ensino Médio nas escolas públicas – realmente, a quantidade de aulas semanais disponíveis, nas escolas públicas, para o ensino de Física é pequeno, fato muito discutido no XXX Encontro de Físicos do Norte e Nordeste (2012). E esse problema além de dificultar (e até impossibilitar) o cumprimento da programação da disciplina, também pode prejudicar principalmente aqueles professores que deseja trabalhar com atividades experimentais. E isso acaba fazendo com que os professores selecionem alguns temas em detrimento de outros. Nesse caso, para que o aluno não

⁷ Ensino de Física no Brasil segundo Richard Feynman. Disponível em: <<http://www.uel.br/cce/fisica/pet/EnsinoRichardFeynman.pdf>> acesso em 01 nov. 2012.

⁸ Como por exemplo o livro do Bonjorno, que apresenta muitos exercícios com aplicação direta de fórmulas e não traz nada de FMC. (SANCHES, 2006)

fique tão prejudicado, poderia ser feito um planejamento que contemplasse as noções clássicas e modernas da física.

- Falta de material pedagógico adequado, para o desenvolvimento de experimentos e pesquisas relacionadas a FMC - A presença dos experimentos em sala de aula enriquece o andamento da mesma, colaborando na motivação do aluno, desenvolvendo no estudante sua capacidade de observação e aplicação do conteúdo abordado (CARVALHO; TEIXEIRA, 2011). Sendo assim, é de extrema importância que se desenvolva a atividade experimental para que haja a confrontação com a teoria, combinando a prática com o que os alunos estudam na sala de aula, sem sobrevalorizar o livro didático como principal fonte conceitual. Apesar de muitas escolas possuírem o laboratório de ciências, quase nenhuma desenvolve experimentos de FMC, por falta de tempo ou por falta de material adequado (ZANOTELLO; FAGUNDES, 2012). Encontramos na literatura dois paradidáticos (CHESMAN; ANDRÉ; MACÊDO, 2004; CAVALCANTE; TAVOLARO, 2007) que trazem roteiros de diversos experimentos relacionados a FMC que podem ser trabalhados com os alunos do ensino médio, funcionando como um facilitador nas aulas práticas, pois ao incentivarmos os alunos a pôr a “mão na massa” estamos também os incentivando a desenvolver a criatividade e capacidade de análise.
- Falta de conhecimento sobre Física Moderna por parte dos professores de Ensino Médio – A qualidade de ensino observada nas escolas de nível médio, principalmente nas escolas da rede pública, vem desde alguns anos apresentando uma situação assustadora, e que apesar de não ser o único problema, a formação do profissional que atua no ensino médio deveria ter mais atenção. Em se tratando de ensino de Física, o problema é ainda pior devido a crescente ausência de profissionais formados com habilitação específica na área. É muito comum nos depararmos, mesmo nas grandes cidades, com professores graduados em outras áreas do conhecimento, inclusive da área de humanas e biológicas, lecionando física no ensino básico. Esse fato deve ser discutido em projetos mais amplos que contemplem a formação do professor, a sua atualização e a reformulação das licenciaturas (TERRAZZAN, 1992).

A Física é uma disciplina que permite ao aluno o desenvolvimento para interpretar fatos, fenômenos e processos naturais, estabelecendo e dimensionando as relações do homem com a natureza e como parte dela. Dessa forma, segundo Gaspar (2010), o ensino tradicional traz práticas não recomendáveis, como:

- Apresentar conteúdos, leis e fórmulas de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e, não só, mas também por isso, vazios de significado;
- Privilegiar a teoria e a abstração em detrimento de um desenvolvimento geral da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos;
- Enfatizar a utilização de fórmulas em situações artificiais, desvinculando a linguagem matemática que essas fórmulas representam de seu significado físico efetivo;
- Resolver exercícios repetitivos, pretendendo que o aprendizado ocorra pela automatização e memorização e não pela construção do conhecimento por meio das competências adquiridas;
- Apresentar o conteúdo como um produto acabado, frutos da genialidade de mentes criativas como a de Galileu, Newton ou Einstein, contribuindo para que os alunos concluam que não resta mais nenhum problema significativo a resolver;
- Propor uma lista de conteúdos demasiadamente extensa, que impede o aprofundamento necessário e a instauração de um diálogo construtivo.

As deficiências acima expostas não decorrem exclusivamente do despreparo dos professores, nem das limitações impostas pelas condições escolares. Ao contrário, expressa uma deformação estrutural, que veio sendo aos poucos aceita pela comunidade escolar, e gradualmente foi tida como natural e indiscutível.

É necessário se repensar qual Física ensinar para possibilitar uma melhor percepção do mundo e uma formação mais adequada para o exercício da cidadania. Não existem soluções simples ou receitas prontas que certifiquem o êxito. Cada escola com seus educadores devem enfrentar essa questão, com base na realidade social e numa proposta pedagógica que corresponda às necessidades dos participantes do processo educativo. Não se trata de elaborar novas listas de

conteúdos ou sequências didáticas, mas de dar ao ensino de Física novas dimensões e significados.

Isso que dizer que devemos trabalhar em favor de um conhecimento contextualizado e integrado ao cotidiano de cada estudante. Apresentando uma Física que explique entre outras coisas, os gastos da conta de energia, ou o consumo de combustível e também a utilização de diferentes fontes de energia alternativa, incluindo a nuclear, discutindo seus riscos e benefícios. Uma Física que discuta a origem do cosmos e sua evolução; que trate das células fotoelétricas e das radiações presentes no dia a dia. Uma Física que seja capaz de fazer o aluno entender o seu significado no instante em que aprende e não em uma improvável ocasião posterior a aula.

Para isso é importante que se leve em consideração o ambiente, o espaço que o aluno conhece e a partir daí conduzi-los a outros espaços. O professor deve atentar para os fenômenos, indagações e os problemas que despertam, efetivamente, o interesse dos alunos. Esse deve ser um ponto chave no processo de ensino-aprendizagem.

O conhecimento da Física é dinâmico e não se basta em si mesmo, memorizar definições e fórmulas matemáticas não deve ser o objetivo. A Física deve ser entendida como uma forma, um instrumento que possibilite a compreensão do mundo. Por isso, também é importante conhecer FMC.

Um dos desafios é acabar com a visão de que a FMC no ensino médio é algo complicado. De fato, algumas ideias e conceitos vão ao encontro ao que a maioria das pessoas tem como verdade e são difíceis de aceitar, porém isso não é condição suficiente para não ser ensinada aos alunos, pois a Física Clássica pode ser tão complexa quanto a Física Moderna. O ensino de física em nível médio deve abordar os conteúdos de forma clara, onde o formalismo matemático seja coadjuvante, no sentido de fazer o aluno entender a ideia principal para que seja capaz de argumentar sobre a importância da teoria na sociedade em que vive.

4 O LÚDICO⁹ COMO RECURSO DIDÁTICO

Uma das funções fundamentais da escola é formar cidadãos críticos, que sejam capazes de criar e descobrir, ou seja, construir o próprio conhecimento e serem mais autônomos. A educação deve fazer com que o aluno seja capaz de “filtrar” as informações que lhe são apresentadas, não aceitando tudo como se fosse verdade. A cabeça dos estudantes não são páginas em branco prontas para serem preenchidas, os jovens e crianças levam para a escola uma infinidade de experiências que devem ser levadas em consideração pelo professor.

O processo de ensino-aprendizagem se torna mais eficiente e prazeroso quando o professor consegue interagir com seus alunos fazendo com que eles exponham suas próprias experiências. E, para isso, é importante que se tenham alunos mais motivados que desde cedo aprendam a participar do processo educativo de forma mais ativa, fazendo com que suas atitudes sejam mais de iniciativa e não de expectativa.

Quando as crianças e jovens chegam à escola, trazem consigo o conhecimento proveniente da sua convivência em família, em sociedade, e claro, da própria atividade lúdica. A escola geralmente não aproveita esses conhecimentos criando uma barreira entre a realidade vivida pelos alunos e o conhecimento transmitido por ela. Agindo dessa maneira a escola estará colocando em risco a espontaneidade dos alunos, que não terão liberdade ou não se sentirão a vontade nas aulas para expor seus pensamentos e deixar fluir sua imaginação. Nesse sentido, o lúdico unido à prática pedagógica além de contribuir para a aprendizagem dos alunos, também pode possibilitar ao professor fazer com que suas aulas fiquem mais dinâmicas, participativas e agradáveis, fato que analisaremos com a aplicação do produto educacional, que será apresentado adiante. Não se trata de transformar as aulas em shows de humor, não se pode perder o foco, o recurso didático em questão deve ser usado como elemento motivador sendo um diferencial nas aulas de física.

⁹ O lúdico é um assunto bastante abrangente, que vem sendo estudado e discutido desde a Antiguidade, pelos filósofos e estudiosos que vieram antes da era cristã, pois acreditavam que todo ser humano já vinha em sua essência com uma inclinação para a diversão e para os jogos, o que explicava, de certa forma, alguns costumes de povos primitivos em suas atividades de dança, caça, pesca e lutas, como sendo aspectos de divertimento e prazer natural. (CASTRO, 2005)

Não é difícil de perceber que os alunos “torcem o nariz” toda vez que o professor de Física entra na sala de aula e isso acontece porque, além dos estudantes já conhecerem todo o ritual da aula, ainda terão mais uma fórmula para decorar (FERREIRA, 2008). Levar para a escola fontes alternativas que apresentem a física como uma ciência presente em todos os aspectos de nossas vidas, possivelmente tornaria a aula menos previsível e mais encantadora. Porém, as escolas públicas, de um modo geral, oferecem aos alunos poucos recursos extras além das próprias aulas em seu período de funcionamento.

Segundo Pinto e Zanetic (1999), muitos projetos de ensino no Brasil visam apenas a discussão da inserção FMC nas escolas, e só uma pequena parte desses projetos estão ligados a elaboração de materiais didáticos, de divulgação e a atividades experimentais. É, justamente, aí que entra nossa proposta de preparar um material que inicie o aluno no campo da FMC e que seja divulgada através dos próprios alunos.

4.1 Quadrinhos na Sala de Aula

Os quadrinhos, como conhecemos, são produtos de consumo implementados pela indústria cultural principalmente com fins comerciais. Histórias em Quadrinhos são, em essência, uma sequência de quadros com imagens e textos que sugere uma ação ou acontecimento em movimento (LOVETRO; LUYTEN; MENDONÇA, 2011). Logo, os quadrinhos possuem o tempo como elemento fundamental para determinar o ritmo e duração de uma história. Além de serem utilizados para fazer marketing passaram também a ser explorados como recurso importantíssimo na transmissão e construção do conhecimento. Os livros didáticos como por exemplo, o de Fuke e Kazuhito (2010), que foi aprovado pelo PNLD¹⁰ 2012, utiliza os quadrinhos como forma de abordar mais claramente determinados assuntos, fazendo com que a atenção do aluno seja atraída pelo que está sendo explicado, pois através da associação entre a imagem e o texto que vem em forma de diálogos

¹⁰ PNLD – Plano Nacional do Livro Didático

os estudantes conseguem, de forma descontraída, entender melhor a mensagem que está sendo passada (LOVETRO; LUYTEN; MENDONÇA, 2011).

Por que usar as histórias em quadrinhos na educação básica? Em uma resposta curta, as histórias em quadrinhos são, entre todas as formas de artes, a mídia mais popular entre os estudantes de qualquer nível de educação. É um veículo de comunicação de massa único, pois apesar dela ser pensada e veiculada para um público universal, sua leitura precisa ser feita individualmente, diferentemente do cinema ou outras manifestações artísticas de massa. (PESSOA, 2006, p.3)

O objetivo de introduzir as HQs como instrumento de ensino, principalmente no que diz respeito ao ensino de Física, é oferecer subsídios para a formação de cidadãos, ou seja, pessoas em condições de aprender e debater temas do seu próprio interesse, gerando assim uma sociedade inteligente e atuante na formação de seu país. As histórias em quadrinhos podem introduzir o indivíduo na compreensão dos mais diversos temas, desde política global até temas como FMC.

Na sala de aula os quadrinhos podem ser trabalhados de diversas formas a depender do objetivo que o professor deseja atingir, e dentro desse universo de possibilidades vamos comentar algumas.

4.1.1 Estímulo a leitura

As Histórias em Quadrinhos (HQs) são um grande aliado no incentivo à leitura, sobretudo porque os jovens se identificam com esse formato literário, as imagens, a maneira como os diálogos são escritos atraem a atenção dos alunos fazendo com que eles despertem o interesse pelo que está sendo tratado.

Com o advento da Internet, as Histórias em Quadrinhos, principalmente no Brasil, acabam migrando de maneira maciça para esta nova mídia, se tornando o segundo tipo de conteúdo mais visitado na Internet. As razões dessa migração são o baixo custo em relação aos quadrinhos feitos em gráfica, a gratuidade de alguns sites na construção de páginas para Internet, a ausência de limite de páginas, cores e tratamentos gráficos que o custo da impressão impede e a própria vontade de descobrir uma nova mídia como a Internet. (PESSOA, 2006, p.3)

De acordo com Santos (2003) a criança que não lê história em quadrinhos dificilmente terá disposição para ler textos didáticos ou outros tipos de obras literárias, para Cedraz (2010) “Muitas crianças e adolescentes têm dificuldade em compreender os textos, articular pensamento e inferir opinião sobre a leitura realizada” e nesse sentido as HQs podem ajudar bastante, pois aproximam os leitores do ambiente literário, visto que elas são uma grande aliada no processo de construção do hábito da leitura, tendo a função de ser o “trampolim” para textos maiores e mais complexos.

Um componente importante das HQ é que cada quadrinho tem que trazer em si uma densidade muito grande de informações, para que o leitor compreenda o que o autor da mesma está tentando passar como mensagem. Essas informações todas devem estar presentes na imagem e no texto formando um conjunto harmonioso e não enfadonho. Há que haver uma complementaridade entre imagem e texto, para que aquele monte de desenhos e palavras, separados entre si por quadros, faça sentido, e passe, para quem lê, a emoção pretendida. (PALHARES, 2012)

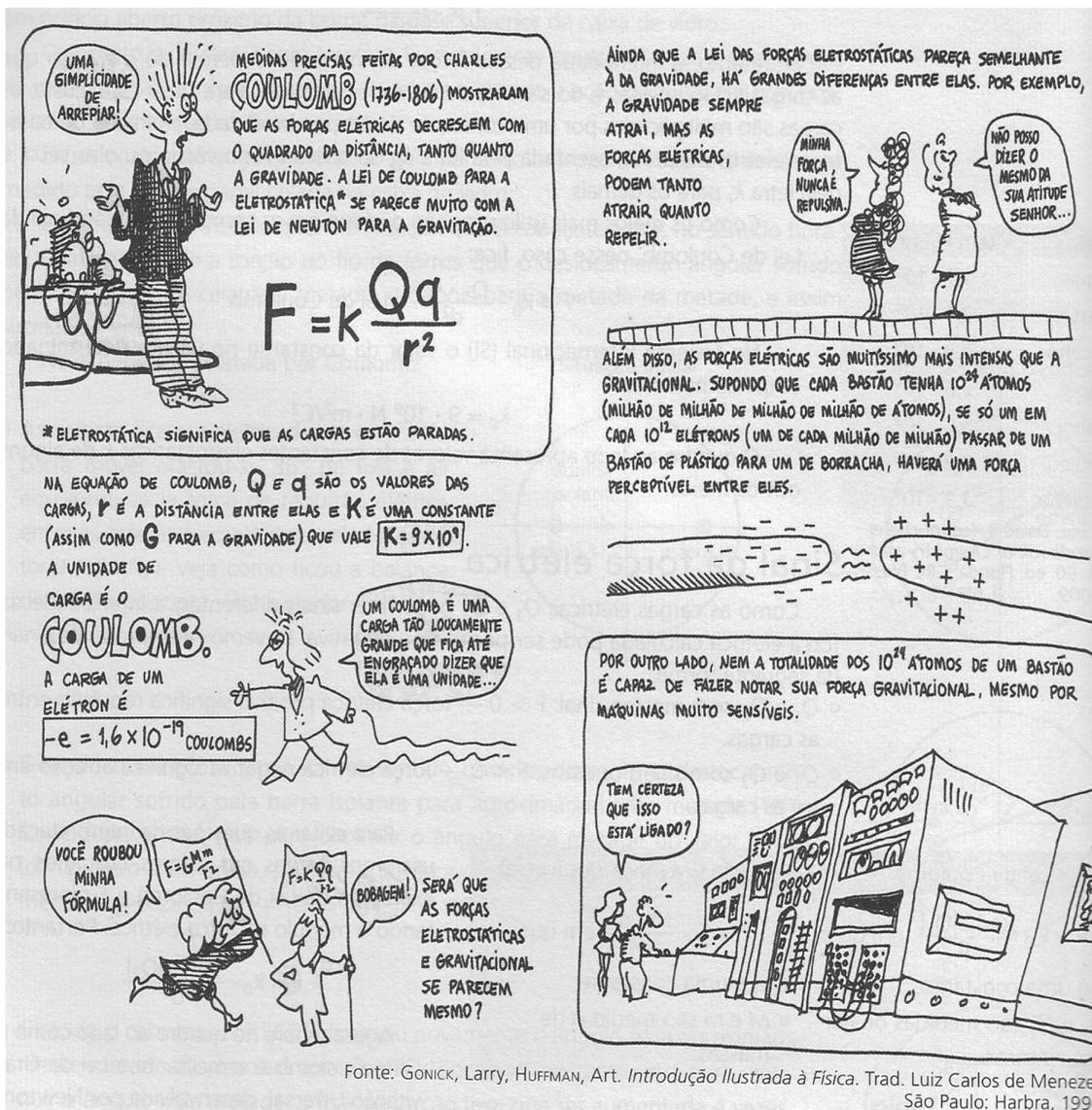
Mas para que as HQs sejam realmente um estímulo e leve emoção ao leitor é preciso que haja sequencialidade nos quadrinhos e que a história apresente alguns elementos de forma equilibrada como: as expressões faciais e corporais, posicionamento na cena, a perspectiva, o cenário, o enquadramento, o jogo de cores, luz e sombra. E, justamente, levando em consideração tais elementos, produziremos uma HQ (Produto Educacional) direcionada para o ensino de Física.

4.1.2 As Tiras¹¹ nos Livros Didáticos

Que os quadrinhos são utilizados por diversos livros didáticos não é novidade nenhuma, segundo Santos (2003) há pelo menos três décadas os livros didáticos lançam mão das HQs visando deixar os conteúdos mais claros e atraentes para os alunos. A sequencialidade das imagens em situações diversas estimulam os alunos a interpretar as ilustrações e preencher as lacunas existentes entre um quadrinho e outro.

¹¹ Tiras ou tirinhas são pequenas sequências de quadrinhos

Figura 3: Exemplo de HQ presente no livro didático-1



Fonte: FUCE; KAZUITO, 2010

A linguagem característica dos quadrinhos e os elementos de sua semântica, quando bem utilizados, podem ser aliados do ensino. A união de texto e desenho consegue tornar mais claros, conceitos que continuariam abstratos se confinados unicamente à palavra. (...) Dessa forma, o quadrinho torna mais interessante o conteúdo a ser estudado, e mais: exige do aluno uma percepção maior do meio empregado, a História em Quadrinhos. (SANTOS, 2003)

Assim, o texto em forma de diálogos faz o leitor se sentir parte do roteiro e esse fato esta sendo cada vez mais utilizados pelos livros didáticos. Mas nem tudo é perfeito, Lovetro, Luyten e Mendonça (2011) adverte que devido ao cunho comercial dos livros didáticos os quadrinhos podem ser mal empregados, isso devido aos

longos diálogos, uso de elementos impróprios e aos desenhos chamativos em detrimento do conteúdo abordado.

Todos os livros didáticos de Física do ensino médio fazem uso de muitas figuras e desenhos que ilustram situações específicas, porém quando se trata de uma tirinha, uma sequência de dois ou três quadrinhos que aborde o assunto de forma mais descontraída, a utilização pelos livros ainda é bem tímida. Boa parte das tirinhas estão presentes nos exercícios, e na maioria das obras existe uma quantidade que varia entre duas e cinco historinhas.

Figura 4: Exemplo de HQ presente no livro didático-2



Fonte: GASPAR, 2010

A figura acima ilustra bem o tipo de tirinha, a qual nos referimos, no parágrafo anterior. Ela traz elementos lúdicos, mas também leva o aluno a refletir sobre as definições de massa e força peso, e como a gravidade pode influenciar no peso dos corpos.

4.1.3 Discussão de conteúdo

Nem todos os assuntos tratados em sala de aula despertam a curiosidade dos alunos, além disso, alguns professores conseguem desenvolver uma aula que estimule a participação dos alunos, muitas vezes devido à falta de utilização de recursos didáticos que chamem a atenção dos mesmos. Tornar as aulas mais dinâmicas fazendo com que os alunos participem efetivamente das mesmas é um desafio para qualquer professor, e nesse sentido as HQs ou as tiras se tornam

grande aliadas do docente, haja vista a sua capacidade de despertar a atenção das crianças e adolescentes e, conseqüentemente, abrir espaço para os comentários e discussões sobre o que esta sendo tratado.

Ao utilizar as histórias em quadrinhos como o ponto inicial de um debate, o professor está dando aos alunos a oportunidade de refletir sobre conceitos e ideias encenadas nas imagens fazendo com que os mesmos se sintam parte da HQ. (LOVETRO; LUYTEN; MENDONÇA, 2011).

4.2 Experiência em Sala de Aula

Alguns professores, segundo Pena (2003), têm relatado que a utilização das HQs em sala de aula torna mais ativa as participações dos alunos, principalmente quando são relacionadas com temas já abordados. Outros relatos trazem o emprego das HQs antes das aulas “tradicionais” e a partir da leitura das HQs são levantadas algumas questões que as direcionam e isso tem feito com que os alunos se sintam mais estimulados a participar, expondo suas concepções sobre o conteúdo.

Após a leitura, levantei algumas questões para promover o debate; em seguida, propus algumas ilustrações sobre o conteúdo abordado na “historinha” e, por último, pedi que os alunos escrevessem um pequeno relatório sobre as atividades realizadas. O objetivo era levantar as concepções espontâneas dos alunos e confrontá-las com o conceito aceito cientificamente. A resposta dada pelos alunos foi muito estimulante. Desde então, sempre que possível, uso histórias em quadrinhos junto com o material didático. (PENA, 2003)

Numa pesquisa feita por SILVA (2010), através de um questionário, com alunos do curso de Licenciatura em Física da UFPI, que ministram aulas na educação básica, foram levantadas algumas vantagens e desvantagens do uso das HQs na sala de aula, e dentre as vantagens as principais são:

- Facilita a compreensão dos assuntos estudados;
- Possibilita relacionar o conteúdo com o dia-a-dia do aluno;
- Torna a aula mais descontraída e divertida;
- Prende a atenção dos alunos na sala de aula.

Já com relação as desvantagens levantadas, as mais citadas foram:

- Dificuldade de elaboração de questões sobre as tirinhas
- Dificulta apresentações de forma quantitativa (uso de equações)
- Pode possibilitar uma interpretação equivocada do assunto estudado.
- Dificulta relacionar o conteúdo físico com o conteúdo da tirinha.

Mesmo apresentando desvantagens, essas podem ser minimizadas ou dirimidas com um bom planejamento, visto que as vantagens expostas acima são bem relevantes e apresentam benefícios que melhoram a qualidade da aula.

Nesse contexto, implementamos um trabalho com os alunos do 2º ano do ensino médio de uma escola pública estadual, onde os próprios estudantes produziram os quadrinhos.

Objetivos:

- Estimular a leitura e a pesquisa;
- Provocar a participação na aula;
- Desenvolver a capacidade de criação;
- Exercitar a apresentação de trabalhos diante do público.

O desenvolvimento do trabalho aconteceu da seguinte forma. Aos alunos foi sugerido que, individualmente, pesquisassem em livros ou observassem no cotidiano os fenômenos, preferencialmente, estudados nas aulas de Física, elaborassem uma história em quadrinhos que abordasse esse fenômeno e fizessem a apresentação do que foi produzido a todos na sala de aula. O detalhe é que nada poderia ser copiado, inclusive o personagem teria que ser criado por eles.

O resultado atingiu os objetivos propostos. A participação no trabalho foi voluntária, no entanto, todos os alunos colaboraram com suas HQs. Analisando as HQs produzidas, percebemos que a maioria dos estudantes criaram suas histórias a partir de uma revisão dos assuntos já abordados na disciplina. A participação dos alunos durante as apresentações foi bem efetiva, pois eles interagem entre si perguntando ou fazendo colocações, muitas vezes pertinentes, sobre os quadrinhos apresentados.

Com relação aos personagens e os diálogos, percebemos que os estudantes foram muito criativos no sentido de conseguir estabelecer um nexos entre o desenho,

o texto e o fenômeno físico. As apresentações dos trabalhos aconteceram num momento muito propício, foi justamente no mês de revisão do semestre, onde durante três semanas, sempre no início das aulas, três ou quatro alunos fazia a exposição dos seus trabalhos. Após as apresentações os estudantes tinham uma aula sobre o assunto exposto nos quadrinhos. Percebemos que durante as aulas a participação tornou-se mais contínua, sobretudo no que diz respeito à comparação do que é colocado durante as aulas com o que se observa no dia a dia, tornando assim, o trabalho do professor menos desgastante e mais prazeroso.

4.3 Física em Quadrinhos

O uso dos quadrinhos para abordar conteúdos de Física já vem acontecendo a algum tempo, de acordo com Pena (2003), as tiras estão sendo usadas como motivação antes da utilização dos livros didáticos para tratar dos assuntos ou como exemplos do que foi ensinado, visando à ratificação da aula dada. Pretendemos demonstrar, com a realização de uma pesquisa e aplicação do produto educacional, que os quadrinhos ajudam a ensinar de forma lúdica além de desenvolver a capacidade de interpretação, atributo extremamente importante para quem está aprendendo física.

Vivemos numa sociedade já bem “desenvolvida” com relação a comunicação e ao acesso a informação e isto é um fato que merece atenção por parte dos professores, pois

esse excesso de informação gera o pensamento acelerado, provocando uma dificuldade de concentração, atenção, memorização e sensações prazerosas. Como a quantidade de informações diárias recebidas é maior do que a capacidade de memorização, a memória faz uma seleção, retendo apenas o que é mais significativo. Diversas crianças e adolescentes não conseguem concentrar-se por muito tempo em textos mais longos, perdendo logo o interesse e a vontade de ler. Um desinteresse que cresce à medida que a dificuldade de aprender aumenta. (CEDRAZ, 2010)

É justamente entendendo essa dificuldade de concentração e a falta de interesse por textos maiores que vemos nas HQs uma alternativa eficaz a ser

trabalhada pelos professores. Os professores de Física em geral tem a possibilidade, através das HQs, de despertar o interesse dos alunos pela física do cotidiano – aqueles fenômenos que vemos acontecer todos os dias mas, que não damos a mínima importância – e tornar mais fácil o entendimento dos mais abstratos, pois a linguagem coloquial associada a imagem lúdica prende a atenção do estudante fazendo com que o mesmo sinta a necessidade de terminar a leitura.

Há mais de uma década (desde o ano 2000), no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), localizado no Rio de Janeiro, existe um projeto didático chamado de EduHQ (Educação através de Histórias em Quadrinhos e Tirinhas). Esse projeto tem como principal objetivo a valorização do aluno e de suas habilidades, pois veem os alunos como atores no processo de ensino-aprendizagem e não como meros receptores ignorantes dos conhecimentos transmitidos pelos professores e livros didáticos. Esse projeto tem como um dos principais participantes o Professor de Física Francisco Caruso, que junto com alguns estudantes do ensino médio, já desenvolveu diversos trabalhos¹² relativos à criação de tirinhas com o objetivo de auxiliar no ensino de física. Segundo Caruso, antes de começar o desenho, o aluno precisa entender o conceito que está sendo apresentado para, então, vencer o desafio de sintetizá-lo em uma pequena sequência de quadrinhos. Para Caruso, criação das tirinhas aumenta a autoestima dos alunos.

4.3.1 Inserção da Física Moderna através das HQs

Ensinar física utilizando como recurso didático as histórias em quadrinhos requer um bom planejamento, principalmente quando o assunto a ser tratado é relacionado à Física Moderna e Contemporânea (FMC) que raramente é abordado na educação básica. Em Alagoas as escolas públicas tem carência de professores de Física, fato amplamente divulgado pela imprensa local, além disso, a carga horária reduzida traz dificuldades para que assuntos relacionados à FMC sejam vistos pelos alunos. Entretanto, os problemas podem ser minimizados pela utilização de recursos didáticos, através dos quais as aulas podem ser dinamizadas,

¹² <http://www.cbpf.br/~caruso/tirinhas/index.htm>

contextualizadas e menos tradicionais. Assim, torna-se urgente a criação e o desenvolvimento de materiais didáticos diversificados para a disciplina de Física, visando à motivação e a participação dos alunos na construção do próprio conhecimento. Esse material seria mais uma opção na prática pedagógica cotidiana, sendo um instrumento funcional a mais ao alcance de professores e alunos.

Figura 5: Imagem do Produto Educacional desta Dissertação



Fonte: Autor, 2013

A proposta de inserir a FMC através dos quadrinhos visa despertar o interesse dos alunos por temas que fogem ao senso comum, pois se ensinados de forma tradicional corre-se o risco de serem simplesmente ignorados ou mal entendidos justamente por serem contra intuitivos. As HQs são facilmente absorvidas pelas crianças e adolescentes, dificilmente um jovem não se sentiria curioso por uma história em quadrinhos, logo esse recurso pedagógico seria o ponto de identificação, o canal de ligação entre o que o professor quer ensinar e os que vão aprender. Acreditamos que as HQs tem uma grande capacidade de fazer com que os alunos se interessem pela aula, e melhor que isso, participem dela.

5 CONSIDERAÇÕES ACERCA DO PRODUTO EDUCACIONAL

Considerando o que foi colocado sobre a importância de se estudar FMC no Ensino Médio e como as HQs podem ser úteis no processo de ensino-aprendizagem dos alunos, faremos agora a apresentação do produto educacional que é exigência parcial para a conclusão do Mestrado em Ensino de Física pelo Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Alagoas, e que consiste de uma história em quadrinhos (HQs) sobre relatividade restrita.

Em princípio, a proposta do produto educacional era a elaboração de um livro paradidático sobre Física Moderna, mas durante uma das primeiras seções de orientação desta dissertação surgiu a ideia de escrever sim o paradidático, mas em forma de HQs. O objetivo é apresentar o tema utilizando um recurso que provoque o interesse do aluno, sobretudo no que se refere ao despertar da curiosidade e estímulo a leitura, pois entendemos que a curiosidade é o combustível de uma mente criativa e a leitura é uma importante fonte de conhecimento. A escolha da Relatividade Restrita como tema principal do produto educacional se deu por conta de alguns motivos que consideramos relevantes como, por exemplo, por ser uma teoria que marcou historicamente uma época de transição da Física Clássica para a Moderna, por conter definições contra intuitivas levando o aluno a refletir sobre elas, por utilizar uma matemática relativamente simples e fácil de ser compreendida pelo aluno no nível médio, e claro, também pela popularidade da teoria e do nome de Einstein em todos níveis da sociedade. Além disso, trabalhar com as HQs atende o que consta nos incisos I e II, do artigo 3º da LDB, que diz:

Art. 3º O ensino será ministrado com base nos seguintes princípios:

I – igualdade de condições para o acesso e permanência na escola;

II – liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar a cultura, o pensamento, a arte e o saber;

Portanto, utilizar recursos didáticos que garantam um aprendizado motivador, que desperte a curiosidade, exercite a criatividade e facilite a aquisição de conhecimento, de forma que o aluno alcance resultados satisfatórios, é também uma

condição que pode levar a diminuição da evasão escolar, sendo um incentivador da permanência dos alunos na escola, permitindo-lhes a continuação dos estudos.

5.1 Nascimento do Produto

Efetivamente os quadrinhos começaram a ser desenvolvidos a partir de um planejamento, onde foi definido o número de páginas e a distribuição de quadros que cada página teria. Também foi estabelecido quantos e quem seriam os personagens. Depois disso os diálogos começaram a ser escritos, foram dois meses de trabalho que exigia uma leitura específica sobre o tema da HQ.

Como eu não tinha habilidade com desenhos, procurei saber, entre meus alunos, quem tinha facilidade e gostava de desenhar, dois alunos foram indicados pelas turmas, conversei com os mesmos e um deles mostrou disposição em me ajudar no trabalho. Apresentei ao referido aluno os diálogos que eu havia escrito e ele se mostrou bem entusiasmado. Encontrava-me com o “aluno desenhista” duas ou três vezes por semana, sempre no final do turno escolar onde eu lhe passava informações de como cada quadro deveria ficar e também onde eram feitas as correções dos desenhos que ele me trazia.

A medida que o trabalho era desenvolvido eu apresentava os resultados ao meu orientador, que sempre fazia correções nos desenhos e na forma como os diálogos eram colocados. Depois de pouco mais de noventa dias percebi que o meu aluno não mantinha o mesmo interesse em fazer os desenhos, não sei se devido a tantas correções ou por conta da minha cobrança por resultados, e como os desenhos não estavam ficando como eu e meu orientador esperava decidi então dispensar o aluno do compromisso e procurar outro desenhista.

Através de um amigo conheci o desenhista profissional chamado Adelmo Cândido, rapaz jovem e muito disposto. Conversei com o mesmo sobre o trabalho que eu estava desenvolvendo e lhe mostrei os resultados alcançados até aquele momento. Ele me falou que nunca havia trabalhado com quadrinhos, mas que seria um desafio muito interessante e gostaria de me ajudar na produção da HQ.

Em princípio ele me disse que não iria dar continuidade ao que já estava feito, pois o estilo de desenho com o qual trabalhava era outro. Então tudo foi reiniciado, criação de personagens, definição de páginas, disposição dos quadros, enfim, recomeçamos do zero. Após combinarmos o preço do trabalho e a forma de pagamento, os desenhos começaram a surgir.

Nos encontrávamos uma ou duas vezes por semana para tratarmos sobre o andamento dos desenhos e esse era o momento onde discutíamos sobre posicionamento dos personagens, tamanho dos diálogos, cores e cenário. Também nos comunicávamos por e-mail e telefone onde o desenhista tirava dúvidas sobre os diálogos, pois ele precisava entender o que estava escrito para desenhar um quadro que complementasse a leitura feita no balão (diálogo). Após cada etapa concluída (duas ou três páginas) eu apresentava ao meu orientador, onde este realizava as devidas correções, sempre com o intuito de melhorar o resultado final.

Após pouco mais de dois meses a História em Quadrinhos ficou pronta sob o título: Prof. Rodinstein e uma aula de Física Moderna – Relatividade Restrita. Mesmo depois de pronta, após algumas leituras realizadas por pessoas alheias ao trabalho, encontramos pontos que precisavam ser corrigidos e só após as correções apresentamos a HQ aos alunos.

5.2 Aplicação em Sala de Aula: O que dizem os Alunos?

A fim de comprovar a eficácia das HQs como recurso didático, realizamos um trabalho de pesquisa com três turmas do primeiro ano do ensino médio – exatamente 116 alunos – de uma escola pública da rede estadual de ensino, com alunos entre quatorze e dezesseis anos de idade. As turmas tem o mesmo professor de Física. O trabalho consiste na aplicação de dois questionários e na utilização das HQs numa aula sobre relatividade restrita. No primeiro momento os alunos respondem o questionário 01, onde será avaliado o nível de aproximação do aluno com física, como são as aulas e se o ele tem interesse por algum tipo de leitura. No segundo momento utilizaremos as HQs, produto desta Dissertação, onde observaremos a partir do seu emprego, se a participação dos alunos se tornou mais efetiva no desenvolvimento das aulas, se houve resistência a sua utilização e até

que ponto os estudantes tiveram interesse em ler a HQ. Finalizando, no terceiro momento, aplicaremos o questionário 02 com o intuito de saber com que frequência os estudantes leem histórias em quadrinhos, se entenderam o assunto com mais facilidade e saber como os alunos consideram a aula com a utilização desse recurso.

5.2.1 Análise dos resultados do Questionário 1

Figura 6: Gráfico da pergunta nº 1 - Questionário 1

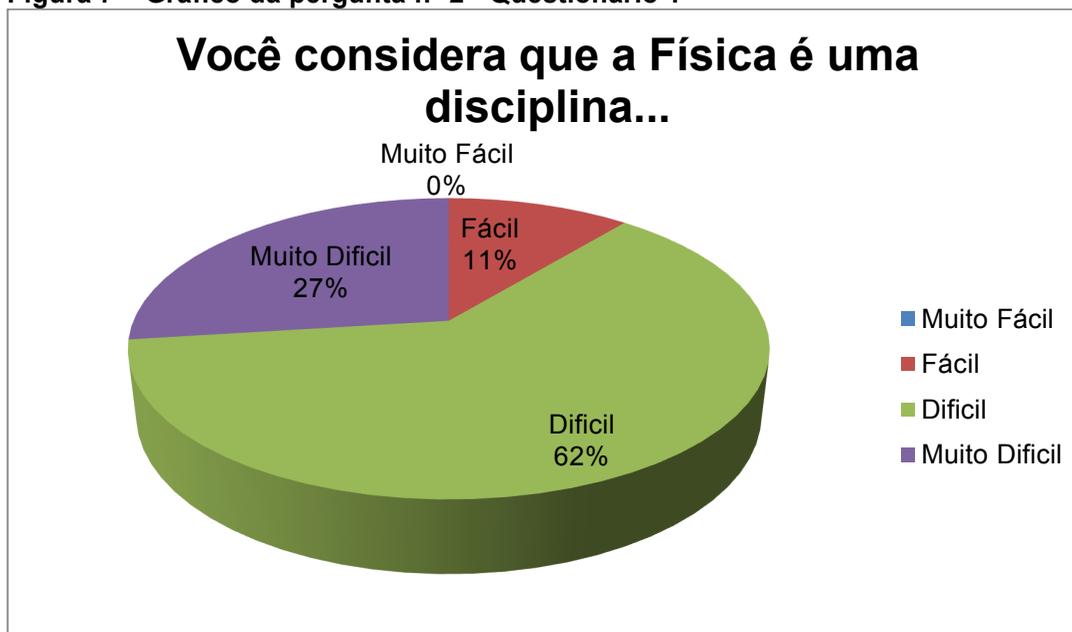


Fonte: Autor, 2013

Na primeira pergunta procuramos avaliar qual o sentimento dos alunos, após todo o primeiro ano do ensino médio, em relação a disciplina de Física. Notamos que, de acordo com as respostas, a maioria (73%) dos alunos afirma gostar de Física. Mas o que parece ser um ótimo resultado, esconde algumas ressalvas. Após a aplicação do questionário conversamos com alguns alunos sobre esta questão e boa parte deles afirmaram que gostam de física por conta dos cálculos, enquanto outros disseram que gostaram de ver a exposição da física (EXPOFÍSICA – exposição pública de experimentos científicos promovido pelo Instituto de Física da UFAL) mas não gostam muito das aulas. O que percebemos é que esses alunos

tiveram acesso a um ensino de física, extremamente, voltado para a matemática e à aplicação de fórmulas. Claro que a facilidade no trato da matemática é importante para o desenvolvimento mais aprofundado da física, mas não podemos reduzir o ensino de física em números sem significado.

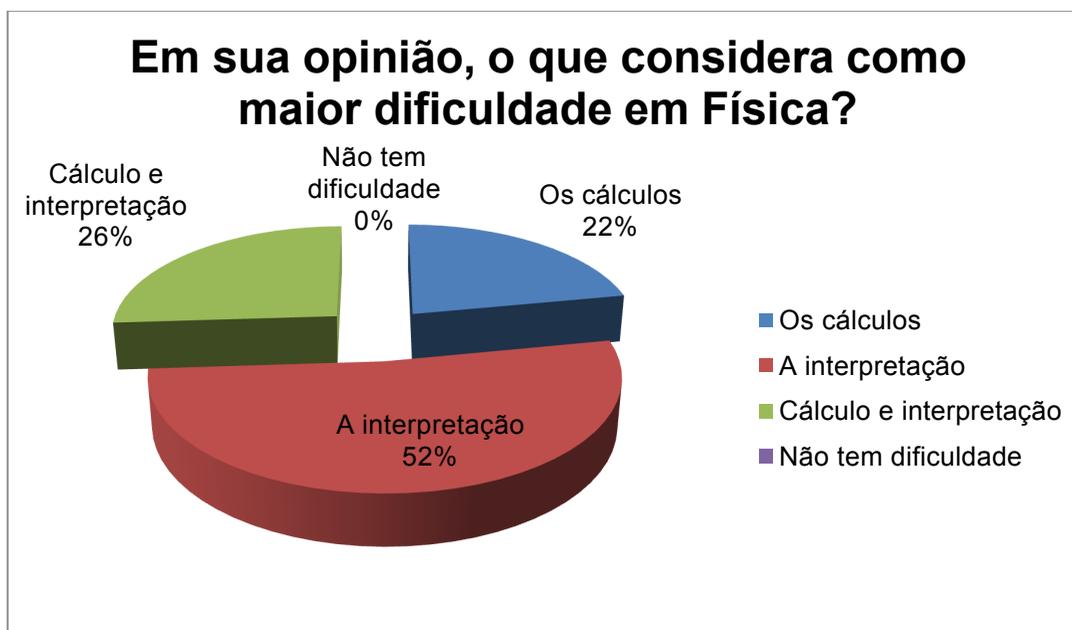
Figura 7 – Gráfico da pergunta nº 2 - Questionário 1



Fonte: Autor, 2013

Não é novidade para nenhum professor do ensino médio que a Física seja considerada pelos alunos uma matéria difícil, e isso foi comprovado pelas respostas dadas no questionário. O que chamou atenção foi o fato da proporção de alunos que acham a disciplina muito difícil ser exatamente igual a de alunos que não gostam de física. Mas claro que isso não quer dizer que todos os alunos que afirmaram não gostar de física também achem a disciplina muito difícil. Durante discussão do questionário com alguns alunos após a sua aplicação, um deles comentou: “a física tem muito cálculo, é muita fórmula pra decorar”. Essa declaração traduz o tipo de ensino que esses alunos tem. E essa visão que os estudantes adquirem da disciplina acaba contaminando o sentimento de admiração que eles poderiam ter pela física.

Figura 8 – Gráfico da pergunta nº 3 - Questionário 1



Fonte: Autor, 2013

Esse questionamento tinha o intuito de identificar, na opinião dos alunos, quais os principais obstáculos na aprendizagem de física. Podemos notar a partir dos resultados acima que a física a que eles tiveram acesso em sua vida escolar não foi muito além de aplicação de fórmulas, com pouca ou nenhuma abordagem conceitual dos princípios físicos envolvidos, sendo assim compreensível o fato de os estudantes afirmarem não gostar de física (pergunta nº 1). A dificuldade apresentada com relação a interpretação da física, segundo os próprios estudantes, tem como principal motivo o não entendimento dos problemas e a dificuldade de responder as questões propostas, o que fica claro na fala de alguns alunos:

“não consigo identificar os dados das questões pra saber qual fórmula utilizar.”

“é muito cálculo, é muito cansativo, eu não entendo nada e fico só copiando.”

“eu até gosto de física e dos cálculos, mas quando tem uma questão muito teórica eu não consigo entender direito.”

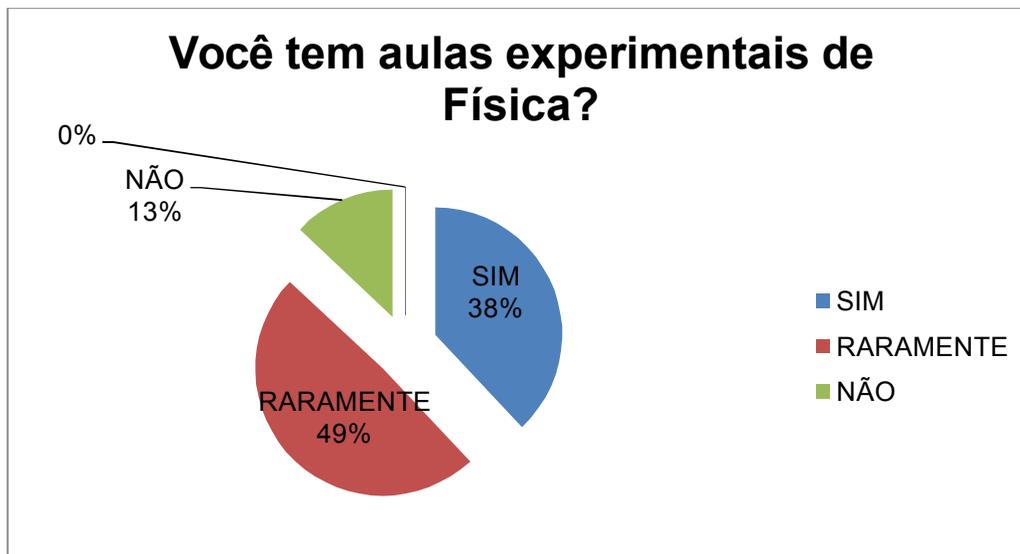
Concluimos assim que os alunos tem poucas aulas onde os fundamentos e as leis da física são realmente debatidos, criando assim uma imagem distorcida da física, onde a dificuldade de interpretar a disciplina é confundida com a dificuldade de resolver os problemas.

Figura 9: Gráfico da pergunta nº 4 - Questionário 1

Fonte: Autor, 2013

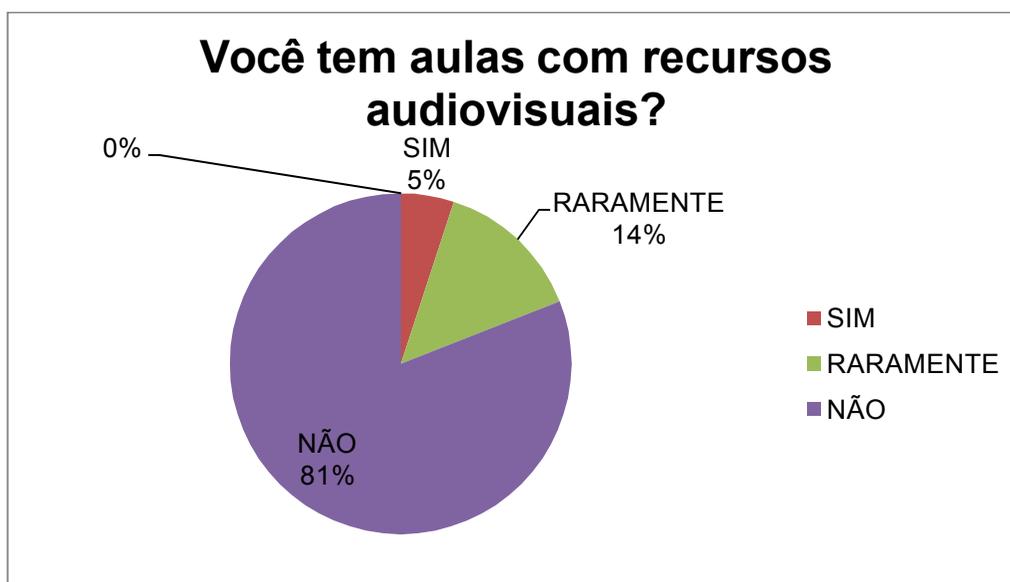
O objetivo dessa questão foi verificar se o seu resultado está coerente com o observado na primeira pergunta. De acordo com o que vemos no gráfico, notamos que existe uma certa aproximação na porcentagem de alunos que consideram a física interessante com a de alunos que gostam de física, ficando ainda explícito que boa parte dos estudantes que afirmaram não gostar de física acham interessantes os assuntos abordados durante as aulas. O resultado dessa pergunta nos mostrou ainda que mesmo a grande maioria dos alunos considerando a física interessante, mais de 50% dos estudantes apresentam dificuldade em interpretar o que leem ou o que escutam nas aulas de física, como visto no resultado da pergunta nº 3. Esse fato é um indício que pode nos levar a concluir que os alunos não estão se adaptando a forma como as aulas são conduzidas, possivelmente devido ao uso de métodos tradicionais de ensino e ao não uso de recursos didáticos que facilitem e ajudem na interpretação dos dados, fenômenos e problemas.

Figura 10: Gráfico da pergunta nº 5 - Questionário 1



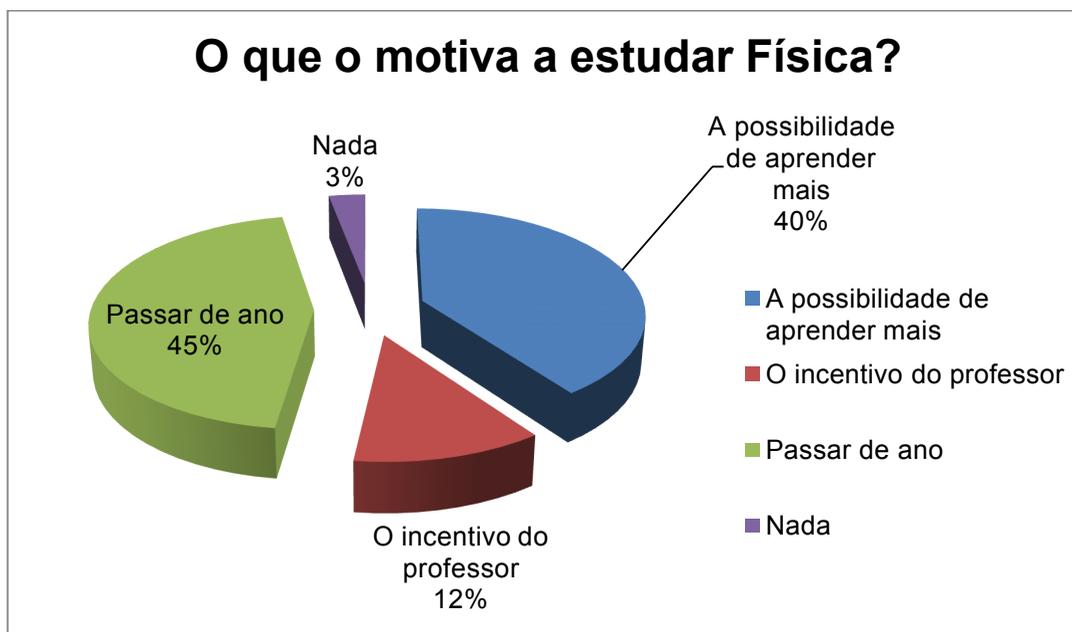
O objetivo dessa questão era saber se o experimento era utilizado como recurso didático nas aulas de física. Além da resposta objetiva no questionário, alguns alunos de cada turma foram chamados para esclarecerem como as aulas experimentais aconteciam, e eles explicaram que o professor, durante todo o ano, só levou dois experimentos para sala de aula e os alunos que responderam que não tinham aula experimental, na verdade faltaram a essas aulas ou não sabiam que aquela aula era uma prática.

Figura 11: Gráfico da pergunta nº 6 - Questionário 1



Semelhante a questão anterior, essa pergunta também tinha o objetivo de saber se a aula de física ia além do livro e quadro branco. E da mesma forma alguns alunos foram convidados para explicar como essas aulas aconteciam. Os alunos disseram que em algumas aulas de revisão o professor usou o projetor multimídia, e como nessas aulas a presença não é obrigatória, a maioria dos alunos não assistia, segundo alguns alunos porque não gostavam do professor.

Figura 12: Gráfico da pergunta nº 7 - Questionário 1



Fonte: Autor, 2013

Um fato que chamou atenção no resultado dessa pergunta foi quando os alunos comentaram sobre o incentivo do professor, eles disseram que o professor sempre fala: “se não estudarem não vão passar! Vocês tem que praticar nos exercícios para aprender!” e alguns estudantes viam isso como incentivo. Passar de ano foi a principal motivação, o que nos leva a crer que eles não tinham um real interesse em aprender física, sendo esta, apenas mais um degrau a ser superado. Observa-se que 40% dos entrevistados veem “a possibilidade de aprender mais” como motivação para estudar física, o que fica evidente nas seguintes falas:

“estudando física eu entendo melhor o mundo”

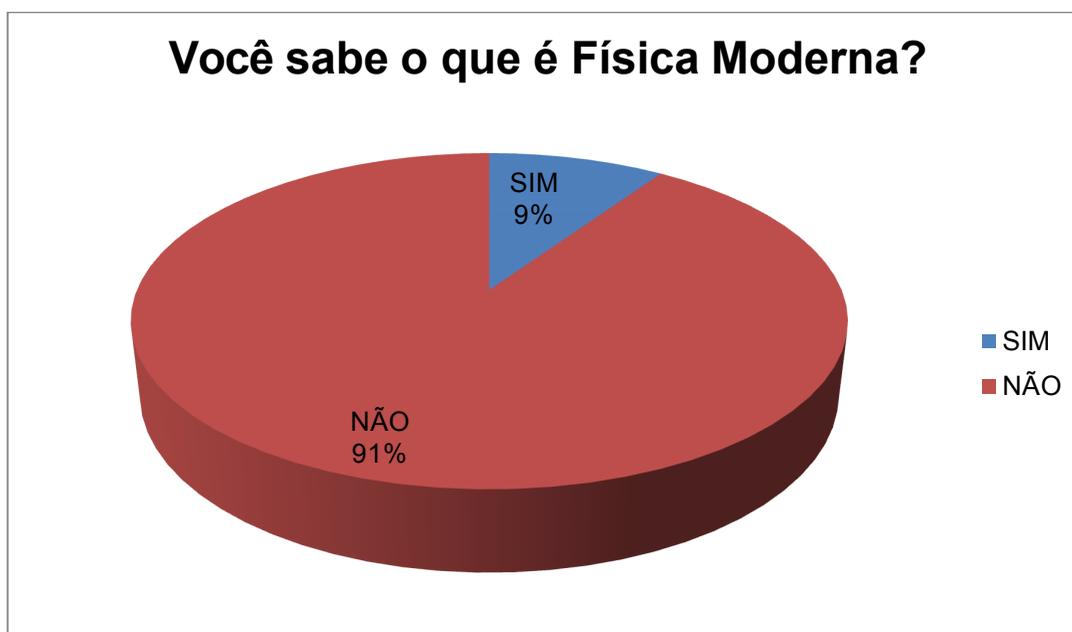
“com a física podemos descobrir muitas coisas interessantes”

“quero ser engenheiro e a física é muito importante para esta profissão”

“gosto de física. Ela é importante porque adquirimos conhecimento para poder entender como acontece às coisas”.

Alguns alunos responderam que nada os motiva a estudar física, mas considerando que sem aulas experimentais frequentes, sem o uso de recursos didáticos motivadores e com aulas notadamente tradicionais, é muito normal que alguns alunos não sintam motivação em estudar física. E claro, nem todos os alunos são obrigados a gostar de física ou de qualquer outra matéria.

Figura 13: Gráfico da pergunta n° 8 - Questionário 1



Fonte: Autor, 2013

O resultado desta pergunta nos mostra que poucos alunos sabem o que é Física Moderna e nos leva a crer que menos ainda compreendem suas teorias, mesmo que em nível básico. Isso significa que não podemos esperar para tratar de FMC apenas no 3° ano do ensino médio (no final do livro), e isso ainda vai depender da realidade de cada escola, pois algumas escolas públicas não tem nem professores de física.

Tabela 3: Pergunta nº 9: O que você mais gosta de ler? - Questionário 1

	1ª opção	2ª opção	3ª opção	4ª opção	5ª opção	Não lê
Histórias em quadrinhos	20%	22%	11%	5%	29%	13%
Romances	37%	4%	10%	8%	25%	16%
Jornal	15%	16%	8%	14%	32%	15%
Revistas	36%	19%	18%	10%	10%	7%
Outros (sites, biografias, paradidáticos, etc.)	51%	10%	9%	11%	16%	3%
Nada	3%					

Fonte: Autor, 2013

Percebemos, de acordo com a tabela acima, que a leitura de histórias em quadrinhos é bem significativa, ou seja, elas estão presentes na vida dos alunos, confirmando o que Silva (2012) nos diz: “As tirinhas ou HQs, geralmente, fazem parte do cotidiano dos alunos”. Observa-se que pelo menos 87% dos alunos leu uma revista em quadrinhos nos últimos seis meses. Em conversa com alguns alunos que responderam o questionário, eles relataram que leem com muita frequência sites (notícias, “fofocas”, e-mails, redes sociais), inclusive afirmaram que leem e compartilham quadrinhos nas redes sociais. Outro fato que merece atenção é que 3% dos alunos afirmaram que não gostam de ler, e um deles, durante a aplicação do questionário, chegou a dizer que só lê quando é obrigado, ou para estudar para as provas.

5.2.2 Aplicação dos Quadrinhos em Sala de Aula

Após analisar os resultados adquiridos através do questionário 1, ministramos seis aulas de física para cada uma das três turmas do primeiro ano, onde o tema principal foi Relatividade Restrita. Dentro das aulas procuramos utilizar os quadrinhos como principal recurso didático, tanto como elemento introdutor como também na discussão do conteúdo abordado, onde o objetivo foi verificar o potencial

das HQs enquanto elemento motivador no sentido de atrair a atenção dos alunos para o tema que está sendo tratado.

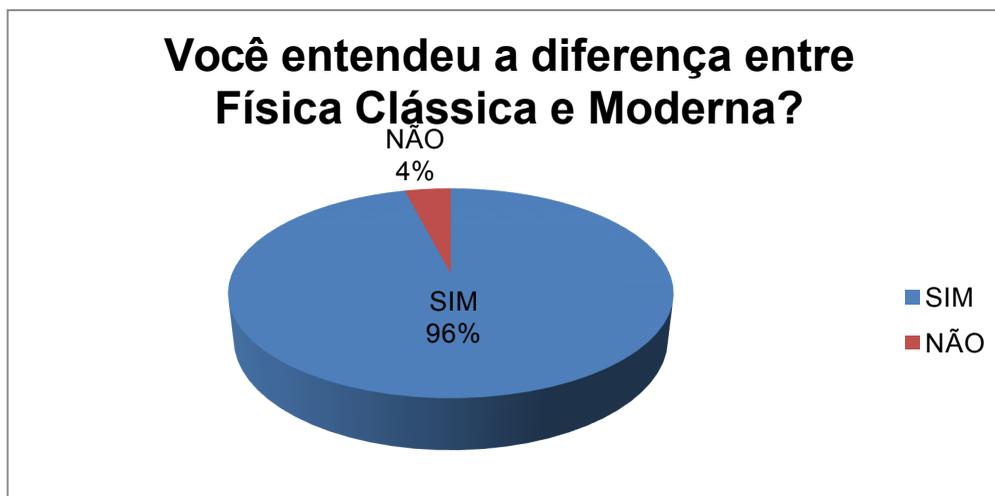
Na primeira semana foi entregue a cada aluno um exemplar do quadrinho, fizemos a apresentação da HQ e realizamos a leitura. Os alunos organizaram um mini teatro para interpretar os personagens dos quadrinhos e em seguida discutimos conceitos básicos como as definições de repouso e movimento, referenciais inerciais e não inerciais, os postulados da relatividade restrita e também falamos sobre a dilatação do tempo. Na segunda semana abordamos os seguintes tópicos: contração do comprimento, massa relativística e equivalência entre massa e energia. Fizemos alguns exercícios e na última aula foi feita uma avaliação onde os alunos tiveram que responder algumas questões e puderam refletir sobre o que foi ensinado. O resultado foi muito satisfatório, pois notamos durante todas as aulas que os alunos faziam questão de participar tanto com comentários como também com a participação na representação dos personagens.

Foram duas semanas intensas, visto que em tão pouco tempo (seis aulas) foi possível abordar vários tópicos e ainda realizar a dinâmica do teatro. Na nossa análise de sala de aula pudemos perceber algumas diferenças em relação às aulas tradicionais, como por exemplo: mais atenção nas aulas, maior participação e alunos menos dispersos. Além disso, o aproveitamento dos alunos na avaliação foi muito bom, visto que mais de 70% deles conseguiram nota acima de 7,0.

Após as aulas o questionário n° 2 foi aplicado e os resultados são vistos logo a seguir.

5.2.3 Análise dos resultados do Questionário 2

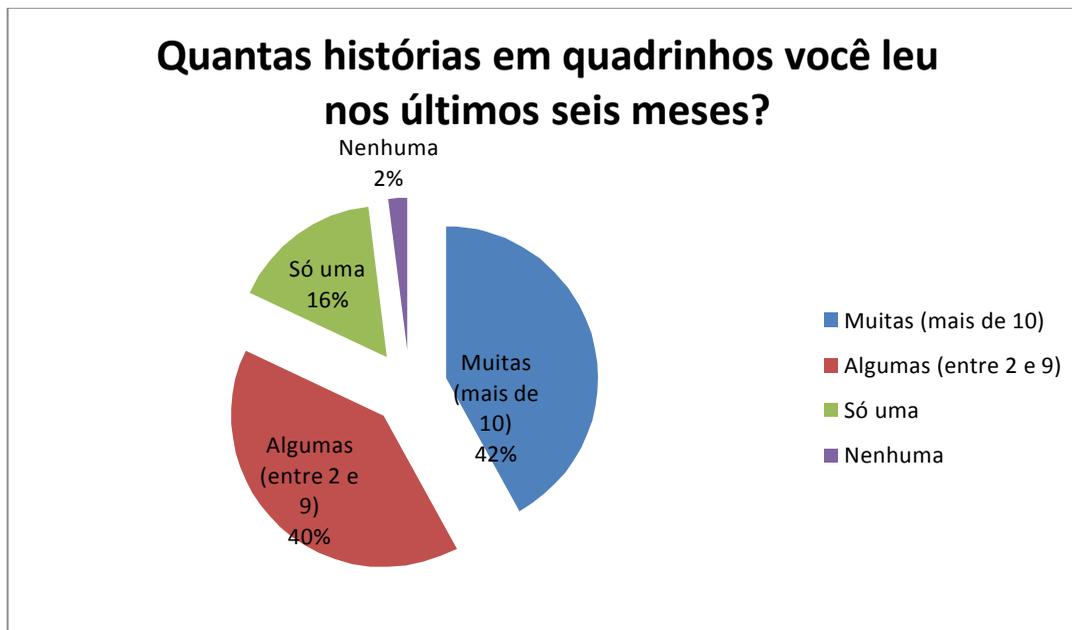
Figura 14: Gráfico da pergunta nº 1 - Questionário 2



Fonte: Autor, 2013

Após duas semanas de aulas sobre FMC, mais precisamente, sobre relatividade restrita, uma porcentagem muito pequena não compreendeu a diferença entre a FMC e a física clássica. Isso nos mostra o alcance dos quadrinhos enquanto ferramenta de ensino, pois sendo eles usados na introdução do tema, os alunos já conseguiram entender o que é física moderna.

Figura 15: Gráfico da pergunta nº 2 - Questionário 2



Fonte: Autor, 2013

Este resultado nos dá uma visão de como as HQs estão inseridas no mundo dos jovens. Quase todos os alunos fizeram leituras de quadrinhos. Esse dado não surpreende, visto que a faixa etária dos participantes da pesquisa está entre 14 e 17 anos, porém quando aumentamos a faixa etária, incluindo todos os leitores, segundo a 3ª edição da pesquisa Retratos da Leitura no Brasil, realizada em 2011 e divulgada no dia 28 de março de 2012, pelo Instituto Pró-Livro (IPL), mais de 30% da população brasileira de leitores (aproximadamente 28 milhões de pessoas) leem HQs. Ou seja, os quadrinhos são um meio de comunicação que merece atenção, pois atinge uma parcela significativa da população brasileira. E pensando nesse mercado de milhões de leitores a Mauricio de Sousa Produções criou as tirinhas da Turma da Mônica para os celulares¹³, onde as histórias serão enviadas através de mensagens MMS. Claro que, se as HQs não fossem um mercado tão “atraente”, também não haveria a preocupação em oferecer novas formas de acesso a esse tipo de leitura.

¹³Disponível em: <http://www.revistaleia.com/site/pagina_interna.asp?nID=6070&tp=1> Acessado em 07 de dezembro de 2012.

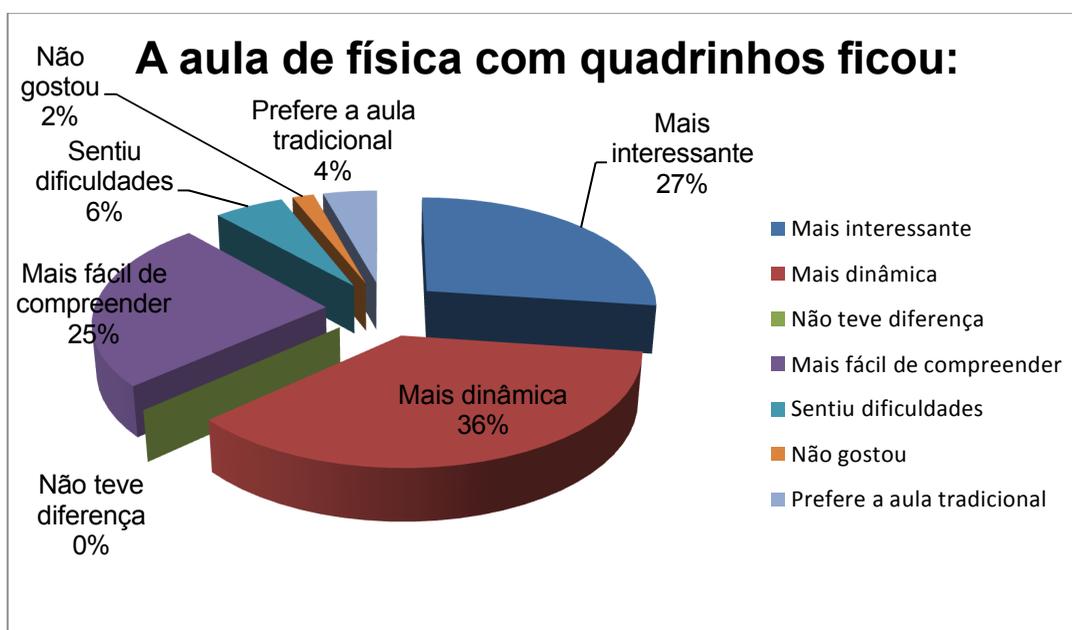
Figura 16: Gráfico da pergunta n° 3 - Questionário 2



Fonte: Autor, 2013

Observando o gráfico acima vemos o quanto é importante utilizar recursos didáticos motivadores, que despertem o interesse e chamem a atenção do aluno. A partir do momento que mais de 80% dos estudantes confirmam que a aula de física com os quadrinhos ficou mais fácil de entender, podemos concluir que as HQs, quando bem utilizadas, é um excelente auxílio no processo de ensino aprendizagem.

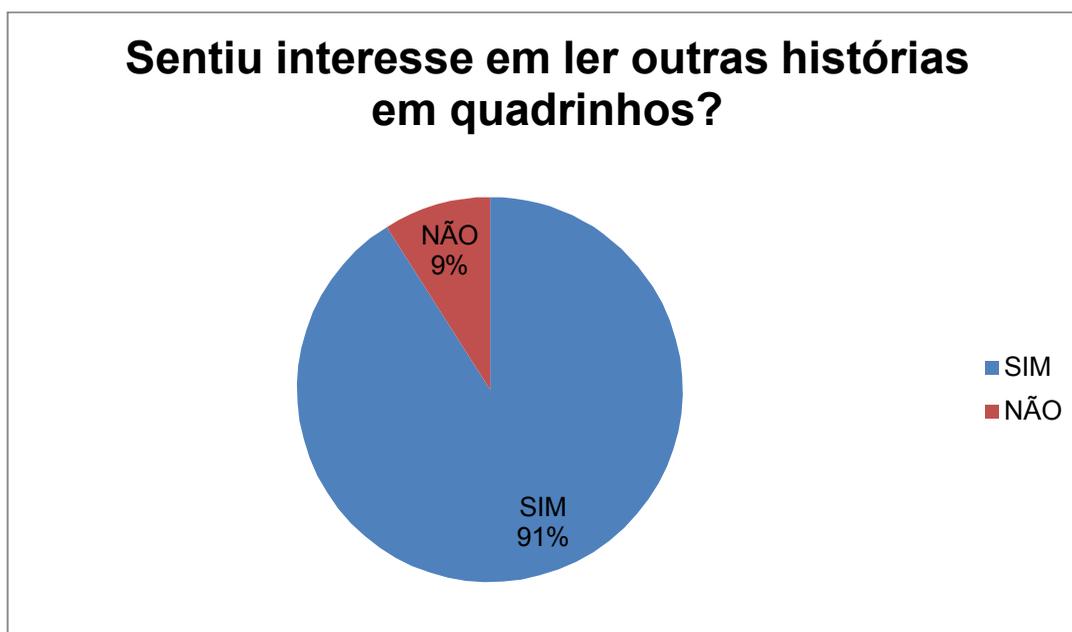
Figura 17: Gráfico da pergunta n° 4 - Questionário 2



Fonte: Autor, 2013

Observamos no resultado dessa questão que os quadrinhos atingiram os objetivos esperados, pois pouquíssimos alunos não gostaram das aulas, o que é absolutamente normal. Outro resultado importante foi que todos perceberam diferença(s) entre as aulas tradicionais e as que tiveram o quadrinho como recurso didático. A maioria dos estudantes acharam a aula com as HQs mais dinâmica, mais interessante e mais fácil de compreender, o que nos dá segurança em afirmar que os quadrinhos podem se tornar ferramentas de ensino muito eficientes quando bem trabalhadas. No caso do ensino de física, que é objeto do nosso trabalho, notamos que os alunos absorveram sem muitas dificuldades os assuntos tratados sobre FMC. Observamos também que os quadrinhos utilizados nas aulas foram compartilhados com outras turmas que não participaram da pesquisa, sendo assim o nosso principal objetivo atingido, divulgando e acessibilizando a FMC através da HQs.

Figura 18: Gráfico da pergunta nº 5 - Questionário 2



Fonte: Autor, 2013

Analisando os resultados da pergunta nº 9, do questionário nº 1, e comparando com os da pergunta acima, observamos que houve um aumento pelo interesse em ler quadrinhos. Em conversa com alguns alunos das turmas pesquisadas, os mesmos disseram que nunca tiveram aulas com o uso de HQs, em nenhuma disciplina, que gostaram muito das aulas e que iriam procurar na internet sites que ensinassem a física através dos quadrinhos.

CONCLUSÃO

No decorrer do presente trabalho ficou evidente que a Física Moderna e Contemporânea (FMC) está presente em, praticamente, todos os aspectos de nossa vida cotidiana, o que já é motivo suficiente para que a mesma seja abordada na educação básica. Através dela podemos compreender, por exemplo, que o desenvolvimento da sociedade, inclusive econômico, está fortemente relacionado com os avanços da ciência.

No século passado a tecnologia deu um salto significativo, principalmente, por conta dos prósperos estudos na área de FMC e isso levou a sociedade a ficar cada vez mais dependente das inovações tecnológicas, dessa forma, torna-se imprescindível o estudo de temas relacionados à FMC na educação básica, como foi abordado no decorrer do presente trabalho.

Com relação ao que consta nos documentos oficiais (LDB, PCN e PCN+) notamos um apelo a questão do debate de como a disciplina de Física é ensinada nas escolas, “é preciso rediscutir qual Física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada” (BRASIL, 1999, p. 230). Isso deixa claro que ensino Física não pode se restringir apenas ao livro didático e a sala de aula, mas deve estar atualizado com o contexto no qual os alunos estão inseridos, cercados de tecnologia e cada vez mais envolvidos com o “mundo virtual”.

Observamos que os livros de Física do ensino médio apresentam a FMC de forma não padronizada, se fazendo necessária uma minuciosa análise por parte dos professores, para que a escolha da obra seja adequada a vivência dos alunos. Também notamos que as HQs estão presentes de forma tímida nos livros didáticos sendo mais utilizadas para dar mais clareza na interpretação dos exercícios nos finais dos capítulos.

Apesar da FMC estar presente em todos os livros atuais de Física, notamos algumas dificuldades em relação a sua abordagem. Como visto anteriormente não depende apenas do professor suprir as deficiências de um ensino que visa somente à aprovação no vestibular, mas sim de toda comunidade escolar. É importante que se repense o objetivo da escola existir e a partir daí também se repensar num ensino

de Física que possibilite um melhor entendimento do mundo que nos rodeia e uma formação mais apropriada para o exercício da cidadania.

Também mostramos no presente trabalho que a utilização de recursos didáticos que despertem a atenção dos alunos podem ser fortes aliados no ensino de Física. Através de uma pesquisa realizada com alunos do primeiro ano do ensino médio, onde foram desenvolvidas seis aulas sobre Relatividade Restrita, tendo como principal recurso didático a HQ, observamos que, de acordo com os próprios alunos, a HQ facilitou o entendimento do assunto. Enfim, as histórias em quadrinhos seriam o objeto comum entre o que os alunos precisam aprender e o que gostam de ler. Acreditamos que a associação do ensino de FMC com as HQs podem tornar as aulas mais dinâmicas e interativas, ajudando na interpretação, facilitando o aprendizado e incentivando a leitura.

REFERENCIAS

ABIB, Maria L.V.S.; TESTONI, Leonardo A. **Histórias em Quadrinhos e o Ensino de Física: Uma Proposta para o Ensino Sobre Inércia**. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/ix/sys/resumos/T0229-1.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2011.

ALIPRANDINI, D. M.; SCHUHMACHER, E.; SANTOS, M. C. **Processo Ensino e Aprendizagem de Física apoiada em software de modelagem**. In.: Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, I., 2009, Blumenau. Anais. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da Universidade Regional de Blumenau, 2009. p.11.

BALAN, A. M. O. et al. **Grupo de Professores de Física Moderna: A importância do ambiente de discussão na formação continuada de professores**. (2012) Disponível em: <<http://www.unesp.br/prograd/ENNEP/Trabalhos%20em%20pdf%20-20Encontro%20de%20Ensino/T11.pdf>>. Acesso em: 05 maio 2012.

BARBOSA, J. I.; SERRA, K. C.; FIREMAN, E. C. **A Formação do Professor de Física na UFAL: As Intenções e Preocupações dos Egressos**. In.: Simpósio Nacional de Ensino de Física, XVII. 2007, São Luís. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/sys/resumos/T0628-1.pdf>> Acesso em: 02 set. 2011.

BASTOS FILHOS, J. B.; MONTEIRO, M. A.; NARDI, R. **A Sistemática Incompreensão da Teoria Quântica e as Dificuldades dos Professores na Introdução da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio**. Ciência & Educação, v. 15, n. 3, p. 557-580, 2009.

BISCUOLA, Gualter J.; BÔAS, Newton V.; DOCA, Ricardo H. **FISICA**. v. 1, 2 e 3. São Paulo: Saraiva, 2010.

BIZZO, Nelio. **CIÊNCIAS: Fácil ou Difícil?** 1. ed. São Paulo: Biruta, 2009.

BONJORNO, J. R. et al. **Física: História e Cotidiano**. v. 3. São Paulo: FTD, 2003.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – Inep. **Edital nº 3, de 24 de maio de 2012. Exame Nacional do Ensino Médio – Enem 2012**.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Diário Oficial da União, Brasília, 23 de dezembro de 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Guia de Livros Didáticos: PNLD 2012: Física**. Brasília, 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

BRENNAN, Richard P. **Gigantes da Física**. Tradução de Maria Luiza X de A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2003.

BRITO, Renato. **Física Moderna para Vestibulandos**. 5. Ed. Fortaleza: Garin Cópias Gráfica Rápida Ltda, 2003.

CAMPOS, Casemiro de Medeiros. **Saberes Docentes e Autonomia dos Professores**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2009.

CARUSO, F; OGURI, V. **Física Moderna – Origens Clássicas e Fundamentos Quânticos**. Rio de Janeiro: Campus, 2006.

CARVALHO, Samara S.; TEIXEIRA, Jorgina R. **A Importância dos Experimentos no Ensino de Física**. (2011) Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/55849764/A-IMPORTANCIA-DOS-EXPERIMENTOS-NO-ENSINO-DE-FISICA>. Acesso em: 05 nov. 2012.

CASTRO, Danielle A. **O Lúdico no Ensino-Aprendizagem na Língua Portuguesa: Sugestões de Aulas Criativas e Divertidas Aplicadas a Alguns Conteúdos do Ensino Fundamental - 5ª a 8ª Série**. Disponível em: <<http://www.pedagogiaemfoco.pro.br/let01.htm>> acesso em: 27 abr. 2012.

CAVALCANTE, Marisa A.; TAVOLARO, Cristiane R. C. **Física Moderna Experimental**. 2. ed. Barueri: Manole, 2007.

CEDRAZ, Antonio L. R. **Quadrinhos na Sala de Aula com a Turma do Xaxado**. 1. ed. Salvador: Cedraz, 2010. 28p.

CHAVES, Alaor (Org.). **Física para um Brasil Competitivo**. Brasília: Capes, 2007.

CHAVES, Alaor Silvério. **Física: Ondas, Relatividade e Física Quântica**. v. 3. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Ed., 2001.

CHAVES, Alaor; SHELLARD, Ronald C. **Física para o Brasil: Pensando o Futuro**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2005. 248p.

CHESMAN, C.; ANDRÉ, C.; MACÊDO, A. **Física Moderna Experimental e Aplicada**. 2. ed. São Paulo: Editora e Livraria da Física, 2004.

DELIZOICOV, Demétrio; et al. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

EINSTEIN, A.; INFELD, L. **A Evolução da Física**. Trad. de Giasone Rebuá. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2008.

EISBERG, Robert. **Fundamentos da Física Moderna**. Tradução de Francisco Antonio Bezerra Coutinho, Coraci Pereira Malta e José Fernando Perez. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1979.

EISBERG, R.; RESNICK, R. **Física Quântica**. Trad. de Paulo Costa Ribeiro. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

FELTRE, Ricardo. **Química: Físico-química**. v. 2. 6. ed.. São Paulo: Moderna, 2004.

FERREIRA, Rodrigo M. **A Importância da Inserção da Física Moderna no Ensino Médio Alagoano**. 2008. 39f. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto de Física da Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2008.

FILHO, Benigno B.; SILVA, Cláudio X. **Física Aula por Aula**. v. 1, 2 e 3. São Paulo: FTD, 2010.

FUKE, Luiz F.; KAZUITO, Yamamoto. **Física Para o Ensino Médio**. v. 1, 2 e 3. São Paulo: Saraiva, 2010.

GASIOROWICZ, Stephen. **Física Quântica**. Tradução de Antonio Luciano Leite Videira. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1979.

GASPAR, Alberto. **Compreendendo a Física**. v. 1, 2 e 3. São Paulo: Ática, 2010.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física**. v. 4. Tradução de Ronaldo Sergio de Biasi. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. Tradução de Trieste Freire Ricci e Maria Helena Gravina. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

HOSOUME, Y.; KAWAMURA, M.R.D. **A Contribuição da Física para um Novo Ensino Médio**. Física na Escola v.4, nº 2, p. 22-27, 2003.

KANTOR, Carlos A. et al. **Quanta Física**. v. 1, 2 e 3. São Paulo: Editora PD, 2010.

KRASILCHIK, Myrian; MARANDINO, Martha. **Ensino de Ciência e Cidadania**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2007.

LIMA, Maria C.A.; MOREIRA, Edvan. **FÍSICA MODERNA: Conteúdo para Vestibular das Universidades Públicas**. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/sys/resumos/T0314-1.pdf>>. Acesso em: 31 maio 2011.

LOVETRO, J. A.; LUYTEN, S. M. B.; MENDONÇA, R. H. **História em quadrinhos: Um Recurso de Aprendizagem**. TV Escola. Boletim 01. Rio de Janeiro, 2011. 30p.

MAXIMO, A., ALVARENGA, B. **Curso de Física**. v. 1, 2 e 3. São Paulo: Scipione, 2010.

NEIRA, Marcos G. **Por Dentro da Sala de Aula: Conversando Sobre a Prática**. São Paulo: Phorte, 2004.

OLIVEIRA, Fabio F. **O Ensino de Física Moderna com Enfoque CTS: Uma Proposta Metodológica para o Ensino Médio Usando o Tópico Raios X**. 2006. 232f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Educação da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2006.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. **Atualização do Currículo de Física na Escola de Nível Médio: Um estudo dessa Problemática na Perspectiva de uma Experiência em sala de aula e da Formação inicial de Professores**. Caderno Catarinense de Ensino de Física. v. 18. n. 2: p. 135-151, ago. 2001.

PALHARES, M. P. **História em Quadrinhos: Uma Ferramenta Pedagógica para o Ensino de História**. Disponível em:
<<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2262-8.pdf>> acesso em: 10 fev. 2012.

PENA, Fábio L. **Como Trabalhar com “Tirinhas” nas Aulas de Física**. Revista Física na Escola. São Paulo. v. 4, n. 2, 2003.

PENTEADO, Paulo Cesar M; TORRES, Carlos Magno A. **Física – Ciência e Tecnologia**. v. 1, 2 e 3. São Paulo: Moderna, 2010.

PESSOA, Alberto R. **Quadrinhos na Educação: Uma Proposta Didática na Educação Básica**. 2006. 186f. Dissertação de Mestrado. Instituto de Artes da Universidade Estadual Paulista – UNESP. São Paulo. 2006

PIETROCOLA, Mauricio. **Construção da realidade: o papel do conhecimento físico no entendimento do mundo**. In: PIETROCOLA, Mauricio (Org.). Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.

PIETROCOLA, Mauricio. et al. **Física em Contextos: Pessoal-Social-Histórico**. v. 1, 2 e 3. São Paulo: FTD, 2010.

PINO, J. C.; STRACK, R. **O Desafio da Cientificidade na Sala de Aula**. Pátio Ensino Médio. Porto Alegre, ano 4, nº 12, 2012.

PINTO, A. C.; ZANETIC, J. **É Possível levar a Física Quântica para o Ensino Médio?** Caderno Catarinense de Ensino de Física. Florianópolis, v. 16, n. 1: p. 7-34, abr. 1999.

POZO, J. I.; GOMEZ CRESPO, M. A. **A Falta de Motivação dos Alunos pelas Ciências**. Pátio Ensino Médio. Porto Alegre, ano 4, nº 12, 2012.

RODRIGUES, Carlos D. O. **A Inserção da Teoria da Relatividade no Ensino Médio**. 2001. 172f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2001.

SANCHES, Monica B. **A Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: Qual sua Presença em Sala de Aula?** 2006. 112f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática da Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2006.

SAGAN, Carl. **O Mundo Assombrado Pelos Demônios: A Ciência Vista Como uma Vela no Escuro**. Tradução de Rosaura Eichenberg. 17. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

SANT'ANNA, Blaidi. et al. **Conexões com a Física**. v. 1, 2 e 3. São Paulo: Moderna, 2010.

SANTOS, Roberto E. **A História em Quadrinhos na Sala de Aula**. In.: Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, 26., Núcleo de Comunicação Educativa. Belo Horizonte: INTERCOM, 2003.

SILVA, B. V. C. **Utilizando Tirinhas em Sala de Aula: Uma Experiência com Alunos ao Curso de Licenciatura em Física**. In: Congresso de Educação da UFPI, 2010. Disponível em: http://www.researchgate.net/publication/214383355_UTILIZANDO_TIRINHAS_EM_SALA_DE_AULA_UMA_EXPERINCIA_COM_ALUNOS_DO_CURSO_DE_LICENCIATURA_EM_FSICA> acesso em: 01 fev. 2012.

SILVA, C. A. B. **Uma Proposta de Introdução de Tópicos de Física Quântica no Ensino Médio: o Estudo da Luz Incluindo seu Caráter Dual de Onda-Partícula**. 2009. 91f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciência e Matemática, Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2009.

TERRAZZAN, E. A. **A inserção da Física Moderna e Contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau**. Caderno Catarinense de Ensino de Física. Florianópolis. v.9, n.3, p. 209-214, 1992.

ZANOTELLO, Marcelo; FAGUNDES, Maria B. **Ensino de Física Moderna e Contemporânea: Análise de uma Disciplina para Ingressantes na Educação Superior**. Revista Educação: Teoria e Prática. Rio Claro. v. 22, n. 40, p. 145-165, 2012.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionários**QUESTIONÁRIO nº 01**

1 – Você gosta de física?

- a) Sim
- b) Não

2 – Você considera que a Física é uma disciplina:

- a) Muito fácil
- b) Fácil
- c) Difícil
- d) Muito difícil

3 – Em sua opinião, o que considera como a maior dificuldade em física:

- a) Os cálculos
- b) A interpretação
- c) Calculo e interpretação
- d) Não tem dificuldade

4 – Você considera que os assuntos abordados em física são interessantes?

- a) Sim
- b) Não

5 – Você tem aulas experimentais de Física?

- a) Sim
- b) Raramente
- c) Não

6 – Tem aulas com recursos audiovisuais?

- a) Sim
- b) Raramente
- c) Não

7 – O que o motiva a estudar física?

- a) A possibilidade de aprender mais
- b) O incentivo do professor
- c) Passar de ano
- d) Nada

8 – Você sabe o que é Física Moderna?

- a) Sim
- b) Não

9 – o que você mais gosta de ler? (numere de 1 a 5, sendo o número “1” o que mais lê e o “5” o que menos lê)

- | | |
|----------------------------|---|
| () História em quadrinhos | () Revistas |
| () Romances | () Outros (sites, biografias, paradidáticos, etc.) |
| () Jornal | () Nada |

QUESTIONÁRIO nº 02

1 – Você entendeu a diferença entre Física Clássica e Moderna?

a) Sim

b) Não

2 – Quantas histórias em quadrinhos você leu nos últimos seis meses?

a) Muitas (mais de 10)

b) Algumas (entre 2 e 9)

c) Só uma

d) Nenhuma

3 – O quadrinho facilitou o entendimento do assunto?

a) Sim

b) Um pouco

c) Não

4 – A aula de física com quadrinhos ficou:

() Mais interessante () Sentiu dificuldades

() Mais dinâmica () Não gostou

() Não teve diferença () Prefere a aula tradicional

() Mais fácil

5 – Sentiu interesse em ler outras histórias em quadrinhos?

a) Sim

b) Não

APÊNDICE B – AVALIAÇÃO APLICADA AOS ALUNOS

QUESTÃO 1 – A energia relativística do fóton é dada por $E = Xc$, onde c indica a velocidade da luz. Utilizando conhecimentos de física moderna e análise dimensional, assinale a alternativa correta no tocante à dimensão de X .

- a) Força.
- b) Massa.
- c) Velocidade.
- d) Comprimento.
- e) Quantidade de movimento.**

QUESTÃO 2 – Paulo Sérgio, viajando em sua nave, aproxima-se de uma plataforma espacial, com velocidade de $0,7c$, em que c é a velocidade da luz. Para se comunicar com Paulo Sérgio, Priscila, que está na plataforma, envia um pulso luminoso em direção à nave. Com base nessas informações, é CORRETO afirmar que a velocidade do pulso medida por Paulo Sérgio é de:

- A) $0,7 c$.
- B) $1,0 c$.**
- C) $0,3 c$.
- D) $1,7 c$.

QUESTÃO 3 – Uma das teorias mais famosas do século XX, é a teoria da relatividade especial, desenvolvida por Albert Einstein em 1905. Foi graças a essa teoria que muitos inventos atuais foram possíveis, entre eles podemos destacar o GPS (Sistema de Posicionamento Global). Este instrumento nos informa entre outras coisas qual a nossa posição no globo terrestre e em que altitude nos encontramos. Esta teoria foi baseada em dois postulados. É correto afirmar que o primeiro e o segundo postulados dizem respeito à(s):

- a) Dilatação do tempo e contração do comprimento.
- b) Leis físicas e velocidade da luz.**
- c) Impossibilidade de viagem no tempo.
- d) Possibilidade de viagem no tempo.

QUESTÃO 4 – Se o astronauta de uma nave assistiu um filme durante 150 minutos, o filme dentro da nave. Quanto tempo durou o filme para uma pessoa que o assistiu da Terra, admitindo que a velocidade da nave é $0,8c$ onde c é a velocidade da luz no vácuo?

QUESTÃO 5:



Fonte: <<http://www.fisicadescomplicada.com.br/2011/06/quadrinhos-de-fisica-de-outras-ciencias.html>> Acessado em 10.10.2012.

Explique o fato dos relógios não marcarem o mesmo tempo.

APÊNDICE C – Ofício n° 001/2012

p/ 27/02/12

*encontrar-se no
CONSED*



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA - PPGECIM

Ofício n.º 001/2012

Maceió, 31 de janeiro de 2012.

A Senhora
Tereza Lúcia Costa Melo
Coordenadoria Especial de Gestão e Desenvolvimento de Pessoas
Secretaria de Estado da Educação e do Esporte

Assunto: Solicitação de dados

Senhora Coordenadora,

Considerando que este signatário é aluno do curso de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática pelo PPGECIM/UFAL;

Considerando que o tema do trabalho final (dissertação) de curso esta relacionado com a Física Moderna e conseqüentemente com a formação dos professores;

Considerando que, visando subsidiar os argumentos levantados no referido trabalho, este signatário precisará de alguns dados a serem fornecidos por esta Secretaria de Estado;

Diante do exposto solicito a V.ª os dados abaixo relacionados visando a conclusão da Dissertação de Mestrado.

1. Quantidade de Professores de Física previsto no quadro de pessoal;
2. Quantidade de Professores de Física que estão em sala de aula;
3. Quantidade de Professores de Física licenciados em Física;
4. Quantidade de escolas estaduais com Ensino Médio.

Atenciosamente,


Rodrigo Medeiros Ferreira
Mestrando

Recebi em 31/01/12

Rodrigo

8864-0206

rodrigomfal@hotmail.com

ANEXO – Resposta ao Ofício nº 001/2012

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO E DO ESPORTE
 COORDENADORIA ESPECIAL DE GESTÃO DE PESSOAS
 NÚCLEO DE VIDA FUNCIONAL
 UNIDADE DE MOVIMENTAÇÃO DE PESSOAL
 Rua Barão de Alagoas, 141 – Centro – Maceió – AL – CEP:57.020.210 - FONE: (82) 3315 -1285

Quantitativo dos Professores Efetivos do Nível Médio por Disciplina

DISCIPLINA	QUANTITATIVO
Português	464
Matemática	206
Física	81
Química	155
Biologia	231
História	272
Geografia	263
Língua Estrangeira	168
Artes	88
Educação Física	151
Área Técnico Profissional	
Outra (Sociologia)	160
Outra (Filosofia)	175
Total	2414

Carência atual/Física 277

Numero de Escola c/ E. Médio 190


 Kátia Coimbra de Carvalho
 Chefe da Unidade de Movimentação
 de Pessoal - UNMP - Mat. 44.794-3
 SEE/AL

Em 29/02/12.