



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
FÍSICA-LICENCIATURA

**VISÕES DEFORMADAS DA CIÊNCIA SOBRE RELATIVIDADE
RESTRITA EM MANUAIS DIDÁTICOS.**

Orientador: Augusto César Lima Moreira

Rawhadson Felipe Machado Coraciara

CARUARU

2016

Rawhadson Felipe Machado Coraciara

**VISÕES DEFORMADAS DA CIÊNCIA SOBRE
RELATIVIDADE RESTRITA EM MANUAIS DIDÁTICOS**

Monografia apresentada no curso de graduação à Universidade Federal de Pernambuco para conclusão do curso de Licenciatura em Física

Orientador: Augusto César Lima Moreira

CARUARU

2016

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Paula Silva CRB/4 - 1223

C237v Coraciara, Rawhadson Felipe Machado
Visões deformadas da ciência sobre relatividade restrita em manuais didáticos./
Rawhadson Felipe Machado Coraciara. – 2016.
34f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Augusto César Lima Moreira.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de
Pernambuco, Licenciatura em Física, 2016.
Inclui Referências.

1. Ciência – Estudo e ensino. 2. Física. 3. Professores – Formação. 4. Aprendizagem.
I. Moreira, Augusto César Lima (Orientador). II. Título.

371.12 CDD (23. ed.) UFPE (CAA 2016-286)



Campus 
AGRESTE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

GRADUAÇÃO EM FÍSICA-LICENCIATURA

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE DEFESA NA DISCIPLINA DE TRABALHO DE
CONCLUSÃO DE CURSO II

RAWHADSON FELIPE MACHADO CORACIARA

Título

“Visões Deformadas da Ciência sobre Relatividade Restrita em Manuais Didáticos”

A comissão examinadora composta pelos professores: **AUGUSTO CÉSAR LIMA MOREIRA**, NICIT/UFPE; **JEHAN FONSECA NASCIMENTO**, NICIT/UFPE e **KÁTIA CALLIGARIS RODRIGUES**, NFD/UFPE sob a presidência do primeiro consideram o graduando **HAW APROVADO**.

PAULO HENRIQUE RIBEIRO PEIXOTO

Coordenador do curso de Física–Licenciatura

AUGUSTO CÉSAR LIMA MOREIRA

Orientador e 1.º examinador

JEHAN FONSECA NASCIMENTO

2.º examinador

KÁTIA CALLIGARIS RODRIGUES

3.º examinador

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho de conclusão de graduação à minha família, em especial à minha mãe, que sempre acreditou em tudo que eu faço e que sempre me repreendeu na hora certa, e também aos professores, colegas de classe e amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado esperança e paciência na elaboração desse trabalho, à minha família, em especial à minha mãe, aos meus colegas de turma que durante toda a graduação compartilharam os seus conhecimentos, experiências que de certa forma me incentivaram e me ajudaram na elaboração desse trabalho e a todos os meus professores que se dedicaram ao máximo na minha formação.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	09
CAPÍTULO II-SOBRE A HISTÓRIA DA TEORIA DA RELATIVIDADE	11
CAPÍTULO III-. VISÕES DEFORMADAS DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA.....	16
CAPÍTULO IV- DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	19
CAPÍTULO V- ANÁLISE DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES.....	21
CAPÍTULO VI- CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS.....	33

RESUMO

É comum encontrarmos na literatura referências que remetem o ensino das Ciências à mera transmissão propedêutica de conhecimentos, ou seja, a um contexto reducionista em que são ignorados tanto os aspectos epistemológicos quanto as relações entre a ciência e a tecnologia. Este fato tem conduzido estudantes e/ou futuros docentes a edificarem concepções sobre as Ciências que não correspondem à real natureza do trabalho científico; tais modelos, além de equivocados, vêm a tornar-se obstáculos para as relações de ensino e aprendizagem das mesmas, sendo reforçados por manuais didáticos que servem de base, por exemplo, para o ensino de disciplinas de Física básica. Nesse trabalho pretendemos identificar alguns dos possíveis equívocos para a compreensão das Ciências a partir da análise de quatro livros de Física Geral IV do ensino superior. Para tanto, foram apreciados alguns de seus capítulos por intermédio de categorias criadas a partir do tipo de ‘visões deformadas’ que os livros apresentam. Através desse estudo constatamos que todos os livros apresentam visões deformadas da ciência e da tecnologia, sejam elas por ação ou por omissão.

Palavras-chave: Ensino de Ciências, ensino de Física, visões deformadas da ciência.

ABSTRACT

It is common to find in the literature references that refer the teaching of science to the mere propaedeutic transmission of knowledge, that is, to a reductionist context in which both the epistemological aspects and the relations between science and technology are ignored. This fact has led students and / or future teachers to construct conceptions about Sciences that do not correspond to the real nature of scientific work; These models, in addition to being mistaken, become obstacles to their teaching and learning relationships, being reinforced by didactic manuals that serve as a basis, for example, for the teaching of Basic Physics subjects. In this work we intend to identify some of the possible misunderstandings for the understanding of Sciences from the analysis of four books of General Physics IV of higher education. For that, some of its chapters were appreciated through categories created from the type of 'deformed visions' that the books present. Through this study we find that all books present deformed visions of science and technology, whether by action or omission.

Keywords: Science Teaching, Physics teaching, deformed visions of science.

INTRODUÇÃO

É notório o desinteresse dos estudantes pela aprendizagem das chamadas Ciências exatas e da natureza. Em cursos universitários de Física (licenciatura/bacharelado), por exemplo, diversos trabalhos (ARRUDA et. al., 2006; SILVA FILHO et. al. 2007) retratam a enorme evasão de estudantes, grande parte deles ainda cursando o ciclo básico, compreendendo as Físicas Gerais de I até IV. Dentre os fatores que contribuem para essa evasão, frisa-se o fato de que durante a educação básica e até no ensino superior, o ensino das Ciências tem se dado de forma *simplista* e dogmática, voltado, muitas vezes, à mera apresentação de conteúdos já elaborados e descontextualizados, tanto do ponto de vista histórico, quanto epistemológico. Tal fato gera uma espécie de ‘distanciando’ dos estudantes daquilo que é característico de uma atividade científica: situações-problema, hipóteses e teste de hipóteses, gerando um processo iterativo entre teoria e experiência, sem que, ao final deste processo chegue-se a uma conclusão ‘do que é’, mas sim a um consenso sobre ‘o que pode ser’. Desta forma boa parte dos conteúdos acaba transmitindo uma visão com grande discordância quanto à natureza da ciência, ou seja: “Visões empobrecidas e distorcidas que criam o desinteresse, quando não a rejeição, de muitos estudantes e se convertem num obstáculo para a aprendizagem” (CACHAPUZ, et. al., 2011, p. 38).

Não podemos ignorar a importância dos livros na educação superior. Ele é um acervo de conhecimentos produzido pela humanidade que, além de desenvolver o currículo, também conduz a uma configuração pedagógica e profissional. Além disso, não se pode ignorar que: “para que um determinado conhecimento seja ensinado em situação acadêmico-científica ou escolar, necessita passar por uma transformação” (BATISTA FILHO; GOMES; TERÁN, 2011, p. 05). Assim, como percebido por (CHEVALLARD, 1991), para se chegar ao conhecimento elaborado conforme apresentado nos livros didáticos, os conteúdos sofrem certas “alterações”, sendo tal processo chamado de *transposição didática*. Entretanto, Chevallard alerta que tais alterações não devem acarretar em abordagens que ocultem aspectos importantes da atividade científica ou que levem a imagens ingênuas e deformadas da ciência.

Tomaremos como pressuposto o fato de que as visões deformadas da ciência e da tecnologia, que estão presentes tanto nas concepções dos professores quanto na dos

alunos (que as ‘absorvem’ de seus mestres), têm como uma de suas possíveis fontes, os livros-textos utilizados no ensino das Ciências. Desta forma, esse trabalho tem como objetivo identificar nos textos dos livros de Física, possíveis visões deformadas da ciência e da tecnologia. Para tal, faremos uma breve digressão acerca das sete visões deformadas da ciência, sugeridas por Gil-Pérez e colaboradores (2001) com as quais construiremos categorias de análise. De posse de tais categorias, analisaremos o conteúdo de eletrostática de alguns livros de Física III comumente utilizados em cursos de graduação de Física (licenciatura/bacharelado)

2. SOBRE A HISTÓRIA DA TEORIA DA RELATIVIDADE.

Nesta seção descreveremos de forma sucinta algumas etapas relevantes da construção da Teoria da Relatividade Especial sem que, obviamente, se esgote o assunto.

2.1 O princípio de relatividade de Galileu (1564-1642):

Para entendermos o Princípio da Relatividade de Galileu (1632), tomemos o seguinte exemplo: se R' é um sistema de coordenadas que realiza um movimento uniforme sem rotação em relação a R , então todos os fenômenos da natureza que se desenrolam em relação a R' também são válidos em relação a R . Chamamos este enunciado de “princípio da relatividade”. Por exemplo, as estrelas fixas são uma boa aproximação da lei da inércia inserida nas transformações de Galileu. Outro princípio fundamental da relatividade galileana é: um ponto material abandonado do repouso e afastado dos outros corpos a sua vizinhança realiza um movimento uniforme e retilíneo. Relativamente a um corpo de referência galileano, as leis da natureza devem ser o mais simples possível. Este princípio prevê que a velocidade da luz é diferente para dois sistemas de referenciais inerciais com movimento relativo. Este resultado era incompatível com o segundo postulado de Einstein que diz que a velocidade da luz é a mesma para todos os referenciais inerciais independente do movimento da fonte.

Na mecânica newtoniana, espaço e tempo são absolutos e distintos ou separados. Independente do sistema de referência, o tempo precisava ser medido ou quantificado por definição. Esses pressupostos levam à invariância, ou seja, à imutabilidade das leis da mecânica por transformações de coordenadas, por exemplo, R e R' : considerando esses dois sistemas de referenciais inerciais, isto é, onde vale a lei de inércia que diz que: os corpos estão em repouso ou em movimento, executando um movimento retilíneo uniforme, se deslocando em relação aos eixos x e x' com uma velocidade vetorial relativa uniforme v : $x' = x - vt$, $y' = y$, $z' = z$ e $t' = t$. Newton usou as transformadas de Galileu para explicar as leis da mecânica e mostrar que elas eram válidas em referenciais inerciais, isto é, em mais de um referencial inercial comparando um com outro, mostrando a equivalência de suas leis. As

equações acima se referem à transformação de Galileu. Como as leis de Newton são invariantes, isto é, não se modificam em relação às transformações de Galileu é chamado princípio de relatividade de Galileu-Newton ou invariância de Galileu. A segunda lei de Newton nos dois sistemas de referenciais inerciais são $F_j = m \frac{d^2x}{dt^2} = F_j' = m \frac{d^2x'}{dt'^2}$. O que mostra que elas são válidas em mais de um referencial inercial. O mesmo não se poderia afirmar sobre a luz viajando em um meio em movimento. Para isso Fizeau (1819-1852) propõe um experimento para ver se a luz se propagava em um líquido em repouso, com uma determinada velocidade k , com que velocidade a luz se propagaria nesse tubo quando este líquido flui dentro do tubo com velocidade w ? A resposta será a mesma velocidade k , esteja o líquido em movimento relativamente a outros corpos ou não. Tal fato violava o princípio da relatividade de Galileu.

Assim como a segunda lei de Newton, a primeira lei e a terceira lei (lei de ação e reação) são válidas nas transformações de Galileu já discutidas acima. Por exemplo, as estrelas fixas são uma boa aproximação da lei da inércia inserida nas transformações de Galileu. Contudo, o conceito de espaço absoluto era um tanto quanto metafísico e foi questionado por contemporâneos de Newton. Quando desafiado a propor um experimento que mostrasse uma “prova” da existência desse espaço absoluto, Newton propôs o experimento do balde (Figura 0). O que Isaac Newton queria demonstrar com este experimento é que se sustentando dois baldes com água presos a uma corda, ao contrário da rotação de dois globos, Newton imaginou que a rotação absoluta do balde com água em relação ao solo. A subida da água pelas paredes do balde devido ao atrito desta com as paredes quando o mesmo se encontrava com velocidade angular constante em relação ao solo, seria uma forma de detectar com este experimento o movimento relativo ao espaço absoluto. Como a forma côncava da água não é alterada pela velocidade angular que o balde executa em torno da haste preso pela corda, seria possível diferenciar a rotação absoluta de uma rotação relativa da água em relação aos corpos materiais (como o balde, a Terra e as estrelas fixas), lembrando que o cientista decidiu trabalhar apenas com água e não com outros líquidos viscosos.

Os efeitos que distinguem movimento absoluto de relativo são as forças que agem no sentido de provocar um afastamento a partir do eixo do movimento circular. Pois não há tais forças em um movimento circular puramente relativo; mas em um

movimento circular verdadeiro ou absoluto elas são maiores ou menores, dependendo da quantidade do movimento (Isaac Newton). Inicialmente, Mach foi o primeiro a discordar da existência de espaço absoluto discutido por Isaac Newton em seu livro lançado em 1687 (O principia).

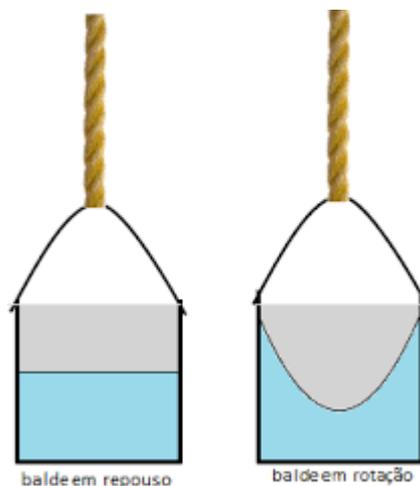


Figura 0: Experimento do balde de Newton. À esquerda o balde em repouso e à direita o balde em rotação.

Para Newton (1642-1727) bastava somente utilizar como espaço vazio e absoluto e as estrelas fixas como referenciais para descrever movimentos de planetas, cometas e outros corpos celestes. Inicialmente, Mach foi o primeiro a discordar da existência de espaço vazio e espaço absoluto discutido por Isaac Newton em seu livro lançado em 1687 (O principia). Para Mach (1838-1916) não fazia sentido medir a posição de um corpo em relação a outros corpos, se se utilizasse o conceito de espaço desvinculado da matéria conforme defendia Newton. Ernest Mach desconsiderou que os conceitos de tempo absoluto que aparecem nas leis de Newton, não são, na realidade, válidos, ao invés disso, Mach considerou o tempo t pelo ângulo de rotação da Terra em relação às estrelas fixas. Mas não provou definitivamente que o tempo é relativo. Para Mach o tempo não existe desligado da matéria, havia dito que não faz sentido trabalhar com conceitos metafísicos e sim com uma configuração em que o tempo estava sujeito a mudanças. Mach dizia que podemos eliminar o tempo de toda lei da natureza ao colocar um fenômeno que dependa do ângulo de rotação da Terra.

Além disso, o conceito de massa não fica explicitamente claro ao fazer uso do produto da densidade pelo volume, uma vez que o conceito de densidade é

simplesmente massa sobre volume. Nos dizeres de Ernest Mach: *Diz-se que têm massas iguais todos os corpos que, ao agir mutuamente um sobre o outro, produzem cada um com acelerações iguais e opostas.* Com as proposições citadas acima por Ernest Mach (1838-1916) da Teoria da Mecânica Relacional, Albert Einstein (1879-1955) diz que foi fortemente influenciado pelas teorias da Mecânica de Mach. As equações de Newton passaram a ser válidas para baixas velocidades. Já para altas velocidades era necessário a Mecânica Relativística. Era preciso uma transformada na qual incluía a invariância nas equações do eletromagnetismo (eq. De Maxwell). Tal transformada foi chamada por Poincaré de transformadas de Lorentz (1853-1928) construídas pelo último entre os anos de 1903 a 1904.

Falando um pouco sobre Poincaré (1854 – 1912) que, utilizando a análise de Thomson, determinou que a luz possui um momento e era dado por $p = E/c$ e que como $p = mv$, Poincaré mostrou que é possível associar a massa pela seguinte relação $m = E/c^2$. Para manter o teorema do centro de massa ele usou essa relação a fim de estabelecer a radiação eletromagnética. Neste caso, associa-se a essa massa ao momento relativístico chamada de massa maupertuisiana, uma vez que a luz não pode ser acelerada.

2.2 Contribuições de Maxwell (1831 – 1879).

Com as equações de Maxwell, conclui-se que a luz era uma onda eletromagnética. Assim, pelo fato de o eletromagnetismo ser um ramo da física que trabalha com a velocidade da luz, era necessário que suas leis fossem descritas nas transformações de Lorentz nos que se seguem de 1903 a 1904. Uma vez que, as equações de Maxwell “resumem” o eletromagnetismo, sejam pra Gauss ou para Paul Dirac que trabalham na forma diferencial (que não vamos mostrar essas equações), as equações de Maxwell estão fortemente relacionadas com a velocidade da luz. Se caso fosse introduzida a velocidade da luz nas transformações de Galileu aí sim o eletromagnetismo funcionaria bem nessas transformadas. Os cientistas que, matematicamente, resolveram este problema foram Lorentz (1853-1928) e Poincaré (1854-1912). Nos anos consecutivos 1903 e 1904 de maneira tal que as leis do eletromagnetismo funcionaram bem devido a Lorentz “ter incluído”, antes mesmo de

Einstein, o segundo postulado de Einstein nas suas transformadas, ou seja, a velocidade da luz. Não se pode construir o todo isoladamente, sem termos as partes.

FitzGerald (1851-1901) e Lorentz (1853-1928) haviam mostrado independentemente que o resultado nulo do experimento de Michelson e Morley podia ser explicado supondo que as distâncias em relação ao movimento do interferômetro sofriam uma contração. Por isso se chama contração das distâncias de FitzGerald – Lorentz. Assim, o experimento de Michelson-Morley (1887) foi nulo porque não se observaram as franjas de interferência e o objetivo do experimento era se o braço do interferômetro sofresse uma contração, as franjas de interferência apareceriam.

Maxwell, em seu livro *treatise on electricity and magnetism* em 1873, afirmou serem as ações elétricas a causa das tensões do meio elástico (o éter). Mesmo sem ter trabalhado com as linhas de força, Maxwell propôs uma idéia de que todo o espaço vazio era preenchido por uma substância em que os efeitos eletromagnéticos eram transmitidos. Nessa época a maior parte dos cientistas pensava que a luz se propagaria em um meio viscoso que era o éter, Maxwell concluiu, através de rotacionais e divergentes de campos elétrico e magnético, que não vamos deduzir a maneira conforme Maxwell encontrou a equação que mostra que a luz é uma onda eletromagnética e que viajaria no éter, “um referencial privilegiado”. Ao calcular as pressões e tensões nos campos magnético e elétrico no éter, Maxwell provou através de cálculos, que não vamos discutir aqui, que as ondas eletromagnéticas exercem pressão e, portanto, transportam momento.

Hoje sabemos que a teoria corpuscular de Einstein mostra que a luz é constituída por fótons e que essas partículas não têm massa no repouso. Apesar de Michelson e Morley não terem detectado o éter, e caso houvessem detectado o éter, a velocidade da luz seria a mesma para esse referencial e para todos os referenciais inerciais. A experiência independe da elaboração da Teoria da Relatividade Especial e o éter seria apenas um meio em que a luz viajaria, visto que a luz não retarda e nem é acelerada.

Vemos, portanto, que a construção de uma teoria é um processo coletivo, com erros e interpretações que hoje são consideradas como absurdas.

3. VISÕES DEFORMADAS DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA

As possíveis visões deformadas da ciência e da tecnologia a partir de Gil-Pérez (2001) e colaboradores são:

V1 - Elitista: Esta é outra das deformações mais freqüentemente assinaladas pelas equipas de docentes e também mais tratadas na literatura. Os conhecimentos científicos aparecem como obras de gênios isolados, ignorando-se o papel do trabalho coletivo, dos intercâmbios entre equipas, essenciais para favorecer a criatividade necessária para abordar situações abertas, não familiares.

V2 - Descontextualizada: Esta é uma deformação criticada por todas as equipas de docentes implicadas neste esforço de clarificação e por uma abundante literatura: a transmissão de uma visão descontextualizada, socialmente neutra que esquece dimensões essenciais da atividade científica e tecnológica, como o seu impacto no meio natural e social, ou os interesses e influências da sociedade no seu desenvolvimento.

V3 - Exclusivamente analítica: Referimo-nos em primeiro lugar, ao que temos denominado “visão exclusivamente analítica”, que está associada a uma incorreta apreciação do papel na análise no processo científico. Assinalemos, para iniciar, que uma característica essencial de uma aproximação científica é a vontade explícita de simplificação e de controle rigoroso de condições pré-estabelecidas, o que introduz elementos de artificialidade indubitáveis, que não devem ser ignorados nem ocultados: os cientistas decidem abordar problemas resolúveis e começam ignorando consciente e voluntariamente muitas das características das situações estudadas, o que evidentemente nos “afasta” da realidade; e continuam afastando-se mediante o que, sem dúvida, há que considerar a essência do trabalho científico: a invenção de hipóteses e modelos. O trabalho científico exige, pois, tratamentos analíticos simplificados, artificiais. Mas isto não supõe como às vezes se critica incorrer necessariamente em visões parciais e simplistas: na medida em que se trata de análises e simplificações conscientes, tem-se presente a necessidade de síntese e de estudos de complexidade crescente. Pensemos,

por exemplo, que o estabelecimento da unidade de matéria - que constitui um claro apoio a uma visão global, não parcial - é uma das maiores conquistas do desenvolvimento científico dos últimos séculos: os princípios de conservação e transformação da matéria e de energia foram estabelecidos, respectivamente, nos séculos XVIII e XIX, e foi só nos finais do século XIX quando se produziu a fusão de três domínios aparentemente autônomos – eletricidade, óptica e magnetismo – na teoria eletromagnética, que se abriu um enorme campo de aplicações que seguem revolucionando a nossa vida de cada dia. E não há de se esquecer de que os processos de unificação exigiram, com frequência, atitudes críticas nada cômodas que tiveram que vencer fortes resistências ideológicas e inclusive perseguições e condenações, como nos casos, bem conhecidos, do heliocentrismo e evolucionismo. A história do pensamento científico é uma constante confirmação de que os avanços têm lugar aprofundando o conhecimento da realidade em campos definidos; é esse aprofundamento inicial a que permite chegar posteriormente a estabelecer laços aparentemente desligados.

V4 - Aproblemática: Transmitissem-se os conhecimentos já elaborados, sem mostrar os problemas que lhe deram origem qual foi sua evolução, as dificuldades encontradas e não dando igualmente a conhecer as limitações do conhecimento científico atual nem as perspectivas que, no entanto, se abrem perde-se assim de vista que, como afirma Bachelard *“todo conhecimento é resposta a uma pergunta”*.

Este esquecimento dificulta captar a racionalidade do processo científico e faz com que os conhecimentos apareçam como construções arbitrárias. Por outra parte, ao não completar a evolução dos conhecimentos, ou seja, a não ter em conta a história das ciências, desconhece-se quais foram as dificuldades, os obstáculos epistemológicos que foram preciso superar, o que resulta fundamental para compreender as dificuldades dos alunos.

V5 - Cumulativa: Consiste em apresentar o desenvolvimento científico como fruto de um conhecimento lineal, puramente acumulativo. Esta deformação é complementar, em certo modo, do que temos denominado visão rígida e algorítmica, ainda que devam ser diferenciadas: enquanto a visão rígida ou algorítmica se refere como se concebe a *realização de uma investigação dada* à visão cumulativa é uma interpretação simplista

da evolução dos conhecimentos científicos ao longo do tempo, como fruto do conjunto de investigações realizadas em determinado campo. Esta é uma visão simplista à qual o ensino costuma contribuir, ao apresentar as teorias hoje aceites sem mostrar o processo do seu estabelecimento, nem ao se referir às frequentes confrontações entre teorias rivais, nem aos complexos processos de mudança que incluem autênticas “revoluções científicas”.

V6 – Algorítmica, rígida e infalível: Esta é uma concepção amplamente difundida entre o professorado de ciências, como se tem podido constatar utilizando diversos desenhos (Fernández, 2000). Assim, em entrevistas realizadas com professores, uma maioria refere-se “ao Método Científico” como uma seqüência de etapas definidas em que “observações” e as “experiências rigorosas” desempenham um papel destacado contribuindo à “exatidão e a objetividade” dos resultados obtidos.

V7 - Empírico-indutivista: Baseia-se somente no descobrimento feliz de um experimento. É uma concepção que destaca o papel “neutro” da observação e da Experimentação (não influenciadas por idéias aprioristas), esquecendo o papel essencial. Das hipóteses como orientadoras da investigação, assim como dos corpos coerentes de Conhecimentos (teorias) disponíveis, que orientam todo o processo. De fato, numerosos estudos têm mostrado as discrepâncias entre a ciência vista por Meio das epistemologias contemporâneas e certas concepções docentes, amplamente difundidas, marcadas por um empirismo extremo.

4 – DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Este trabalho tem como objetivo fazer uma análise simples da presença de visões deformadas da ciência a partir de critérios propostos por Gil-Pérez (2001) que caracterizam o que são *visões deformadas da ciência*, em alguns livros-textos indicados pelos autores. Aqui, este estudo foi ampliado e aplicado para as principais referências bibliográficas de física básica adotadas pelos discentes e docentes da Graduação em Física-Licenciatura do Centro Acadêmico do Agreste (CAA) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). A idéia básica consiste no pressuposto de uma correlação entre visões deformadas da ciência e o material didático, no nosso caso os livros/manuais didáticos de física básica utilizados em cursos de física básica na graduação. Em particular, focaremos nas visões V1, V4 e V7, por considerá-las, de maneira intuitiva, as mais recorrentes em apenas um capítulo de livro. Os livros da análise estão organizados por título, autor, edição e capítulos analisados na tabela a seguir:

Tabela 1: Capítulos, Título, Autores, Volume, Edição e Ano dos Livros analisados.

Título do Livro Analisado	Autores/volume/edição	Capítulos
Fundamentos de Física (Texto1 – T1)	D.Halliday, R. Resnick, J. Walker/vol.4/8ª ed.	37
Física IV (Texto 2 – T2)	H. Young, R. Freedman/ 12ª ed.	37
Curso de Física Básica 3 (Texto 3 – T3)	M. Nussenzveig/ 1ª ed.	6

Uma vez estabelecido o *escopo* da pesquisa, os próximos passos consistiu em uma aplicação de um questionário em turmas dos 3.º, 4.º, 5.º, 6.º, 7.º e 8.º períodos de Física no qual obtiveram-se respostas de acordo com o entendimento dos entrevistados sobre a Teoria da Relatividade Restrita /Especial, tendo como foco a história da Teoria, ou seja, os prelúdios dos acontecimentos ou desenvolvimento das etapas que deram origem à Teoria da Relatividade Especial.

Levou-se um questionário para as salas de aula, distribuindo-o, esperando o estudante responder ou às vezes, tirando fotocópias e deixando o estudante resolver em casa e trazer o questionário respondido, o público-alvo foram estudantes de graduação em licenciatura em Física da UFPE CAA (Campus do Agreste). Coletaram-se os dados

e então se fez uma introdução com base nas perguntas do questionário. Ao todo foram recolhidos cerca de 20 questionários, cujo esquema tem o seguinte esqueleto:

1) De acordo com o que foi lido no texto, quais os cientistas que contribuíram para a formulação/construção da teoria da relatividade especial?

2) De acordo com o que foi lido no texto, qual foi a principal motivação/problema que levou à teoria da relatividade restrita?

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES

Constatamos, sem dificuldades, que, por muitas vezes, não estão presentes apenas uma *visão deformada*, mas todo um conjunto delas. No que segue faremos uma breve descrição sobre como os livros abordam o tema Relatividade Restrita para posteriormente, analisarmos os resultados obtidos pelos questionários.

5.1 Análise do capítulo 37 da relatividade especial do Halliday (texto 01).

O texto começa definindo relatividade como sendo a medida de eventos (acontecimentos). O texto descreve que foi Albert Einstein que em 1905 elaborou a Teoria da Relatividade Especial. Einstein mostrou que a relatividade restrita fornece resultados excelentes e corretos para velocidades possíveis e efeitos que, na época, pareciam estranhos (Seção 37-1). Claramente é uma visão elitista porque não mostra de forma contextualizada a história da Teoria da Relatividade Especial. Assim, concentra todo o poder intelectual e todo o cerne da teoria num único cientista, como no exemplo Albert Einstein. Trata-se de “gênios isolados”. O capítulo descreve antecipadamente os dois postulados de Einstein, sem escrever como o próprio chegou a postular, não mostrando as principais etapas da construção da Teoria da Relatividade Restrita, como na ordem cronológica: Transformadas de Galileu (1632), o eletromagnetismo de Maxwell (1831-1879), as transformadas de Lorentz e as contribuições de Poincaré para tal (1903-1904). É uma visão Não-problemática, a-histórica e descontextualizada porque não se tem um problema a ser investigado. No que concerne à história da Relatividade Especial/Restrita, esta aparece sem mostrar os principais eventos da que contribuíram para a formulação da Teoria a qual estamos investigando.

O autor mostra uma visão socialmente neutra, sem mostrar as dificuldades encontradas pelos cientistas, sendo assim, não existem linhas de pensamento de investigação que causem possíveis repercussões na ciência no meio social e no meio natural. Há uma ruptura do processo de estruturas da racionalidade científica. Além disso, o autor não cita nenhuma ordem cronológica dos acontecimentos prévios da citação no início do texto quando se refere ao ano em que Einstein complementou a formulação final da Teoria da Relatividade Especial, isto porque se Einstein tivesse

seguido outra linha de pensamento, a Teoria seria construída pelos demais cientistas da época.

A partir daí, o texto mostra os postulados da relatividade especial. Afirmando que as leis da mecânica precisavam ser corrigidas e que Einstein havia estendido, incluindo a óptica e o eletromagnetismo. Daí cita-se um experimento, realizado muito depois de 1905, onde os cientistas haviam acelerado os elétrons a uma velocidade igual 0,9999999995 vezes a velocidade da luz. Essa velocidade é menor que a velocidade limite que vale $c = 299792458$ m/s. (Seção 37-2).

O autor cita um experimento que, apesar de ter ligação com a Teoria da Relatividade Especial /Restrita, se baseia somente nesse descobrimento feliz da aproximação da velocidade da luz por meio da aceleração de elétrons. Sabemos que o experimento de Michelson e Morley não tem correlação com a Teoria da Relatividade Especial.

Não há hipóteses focalizadoras de um conjunto de conhecimentos e coerências científicos e tecnológicos, fazendo com que o texto fique mais enriquecido, mais teórico havendo assim a questão da multidisciplinaridade e uma maior contextualização dos fatos históricos com os conteúdos da Relatividade Especial.

O texto apresenta-se exclusivo e analítico, ou seja, não usa o método científico por completo como “Observações”, “experimentações” e “Objetividade e Exatidão”, isto é, é socialmente neutro”.

Baseia-se em condições simplificatórias e parcializadas já pré-estabelecidos dos conteúdos e exercícios de maneira simplista e parcial, esquecendo as relações essenciais para a construção de conhecimentos científicos e tecnológicos e, que por isso, não dá espaço pra criatividade nem para questão de se pensar em compreensão do que está sendo lido no texto, quer-se dizer mais ênfase, que o texto apresenta aplicação da história nos conteúdos, avaliação dos conteúdos e da parte histórica do mesmo e síntese do capítulo como instrumento reflexivo para o leitor.

O capítulo do livro-texto destaca um comentário importante para o leitor: *“o leitor talvez esteja curioso para saber por que estas equações não são chamadas de equações da transformação de Einstein (e o fator gama não é chamado de fator de Einstein). Na verdade essas transformações foram propostas por H. A. Lorentz antes que Einstein o fizesse, mas o grande físico holandês reconheceu que não deu o passo*

decisivo de interpretá-las como uma descrição da real natureza do espaço e do tempo. É nesta interpretação, apresentada pela primeira vez por Einstein que está o cerne da teoria da relatividade”.

O livro-texto propõe que as transformadas de Galileu são uma boa aproximação quando v é pequena em relação a c . E que as transformações de Lorentz :

$$X' = \gamma(x - vt), y' = y, z' = z, t' = \gamma(t - vx/c^2)$$

as quais inclui os dois postulados de Einstein. Tem-se que uma exigência formal é que todas as equações relativísticas devem ser reduzidas às equações clássicas para baixas velocidades (Seção 37-7). O texto do Halliday apresenta-se acumulativo do ponto de vista de conteúdos e fórmulas elaborando exercícios que envolvem aplicação de fórmulas, sem que a história dos conceitos, envolvendo tais conteúdos de Relatividade Especial seja apresentada. Portanto, é puramente acumulativo e linear nos conteúdos, mostrando apenas as consequências da Teoria da Relatividade Especial de forma descontextualizada, sugerindo um desenvolvimento acumulativo, em termos temporais, dos fatos.

O texto do Halliday expõe que conteúdos como contração de comprimento, dilatação temporal apenas do ponto de vista matemático. Na realidade a contração de comprimento foi detectada por Lorentz e por Fitzgerald ao preverem que o braço do interferômetro giraria caso fossem detectadas as franjas de interferência e que dilatação temporal é um conceito intuitivo.

5.2 Análise do capítulo 37 sobre a teoria da relatividade do Sears (Texto 2).

O texto começa afirmando que Albert Einstein, em 1905, quando tinha 25 anos de idade, funcionário do escritório de patentes em Berna, publicou três artigos que versavam sobre o movimento browniano, o efeito fotoelétrico (que lhe deu o prêmio Nobel) e o outro artigo versava sobre a Teoria da Relatividade Especial. É uma visão elitista, uma vez que se restringe a um único cientista que elaborou a Teoria da Relatividade Especial, no caso Albert Einstein.

A história mostra que não foi assim, teve todo um processo de formulações e reformulações e tentativas juntando os conhecimentos sobre várias áreas da Física como

a mecânica e o eletromagnetismo e também a óptica essencialmente falando. Foram estas áreas da Física que contribuíram para a formulação da Relatividade Especial.

Mais à frente, o texto começa enunciando o primeiro postulado de Einstein sem previamente descrever as transformadas de Galileu (1632), o eletromagnetismo de Maxwell (1831-1879) e as transformadas de Lorentz (1903 – 1904) e por fim as idéias de Poincaré sobre a Teoria da Relatividade Restrita. É uma visão descontextualizada e Aproblemática porque o texto começa desconexo, não seguindo a ordem cronológica dos fatos, por exemplo, antes dos postulados de Einstein temos o desenvolvimento do eletromagnetismo e antigas idéias da mecânica.

É uma visão socialmente neutra, apresentando os conhecimentos já elaborados sem, contudo, mostrar as causas que deram origem, ou seja, todo um processo de conhecimentos previamente já discutidos que contribuíram para a formulação da Teoria da Relatividade Especial.

Não mostra as dificuldades que Newton enfrentou para achar as equações da mecânica e as dificuldades que Maxwell enfrentou para incluir a velocidade da luz nas leis do eletromagnetismo e também as mesmas para Lorentz construir suas transformadas.

É um texto empobrecido, quase que por completo, de conhecimentos sobre a história da Relatividade Especial, fora de contexto. O autor não pensa que apresentando a história melhoraria a compreensão e a criatividade do leitor, cientista, professores a respeito do assunto.

O texto descreve que as equações de Maxwell mostram que ondas eletromagnéticas é na realidade a luz. E que usando rotacionais e divergentes de campos elétrico e magnético se chegaria ao resultado numérico do valor da velocidade da luz como sendo $c = 299792458$ m/s ou aproximadamente 3×10^8 m/s. É uma visão exclusivamente analítica porque o texto se baseia na análise do resultado do valor da velocidade da luz.

Não há um processo de conhecimento sobre a história da Relatividade, compreensão sobre a história da mesma, aplicação da história da Teoria que está sendo analisada em centros de estudos, quer dizer instituições de ensino, pesquisa e extensão, avaliação sobre os fatos históricos.

O texto descreve que durante o século XIX, os cientistas discutiam sobre a existência ou não do éter. E que assim como o som se propaga no ar, a luz deveria se propagar em um referencial privilegiado, daí ele expõe que Michelson e Morley tentaram medir o movimento de rotação da Terra em relação ao éter, o que não foi verificado. Corrobora com o segundo postulado de Einstein, mesmo sem Einstein saber do resultado nulo do experimento. É uma visão empírico-indutivista porque se baseia na atividade experimental relativa ao “descobrimento” da existência ou não do éter. Vale ressaltar que o experimento de Michelson e Morley não tem correlação com a Teoria da Relatividade Especial porque não interfere nos postulados de Einstein. Não há formulação de um conjunto de conhecimentos científicos e tecnológicos sobre tal experimento, não há hipóteses focalizadoras das quais este experimento poderia ser aperfeiçoado para outros fins, ou seja, eventos astronômicos.

Assim, por exemplo, como se prevê que a energia escura e o fluido da matéria escura podem ser soluções das equações de Einstein, mas estamos falando no terreno das hipóteses focalizadoras. Ou seja, a partir de conhecimentos tecnológicos e científicos, construir teorias, ou seja, a partir de uma abordagem geral sobre a história da Teoria da Relatividade Especial/Restrita gerar novas teorias ou complementá-la, talvez, seja quantitativamente assim como qualitativamente.

Nas transformações de Lorentz não dá mais para trabalhar com sistemas tridimensionais apenas, devemos trabalhar com sistemas onde espaço e tempo, estão interligados, ou seja, com coordenadas quadridimensionais – três dimensionais e uma temporal. As transformações de Lorentz são uma generalização das transformações de Galileu, só que incluindo a velocidade da Luz. É uma visão puramente linear, cumulativa, pois apresenta uma acumulação de conteúdos e aplicações de exercícios. Não se pensa a partir dessa acumulação de conteúdos existentes e expostos da Relatividade pelo autor, conhecimentos prévios, construir novos conhecimentos e fazer reflexões.

5.3 Análise do capítulo 6 da relatividade especial do Moysés (texto 03)

O livro começa falando sobre o eletromagnetismo explicitando a equação encontrada por Maxwell em 1865. O texto, preliminarmente, fala sobre o eletromagnetismo sem antes falar das transformadas de Galileu (1632) e, portanto, fora

de contexto. É preciso que se fale do princípio de relatividade de Galileu e depois fale sobre as leis da mecânica de Newton, dizendo que precisavam ser remodeladas, ou seja, reformuladas.

O capítulo sobre relatividade do Moisés abre espaço para críticas de forma que não é um capítulo desconexo, estruturalmente falando, mas sim um texto que tem um contexto com história, mesmo que pouca, com os conteúdos e consequências da Teoria da Relatividade Especial/Restrita.

O texto não é elitista, uma vez que mostra as principais etapas, ainda que, de forma um pouco descontextualizada com relação à ordem cronológica. Não é um texto que privilegia “gênios isolados”. Como no exemplo, o gênio que “inventou” de forma isolada a Teoria da Relatividade Especial, quer dizer, Albert Einstein.

Não se pensa sobre condições essenciais a fim de que causem repercussões no meio social ou no meio natural. É uma visão neutra e nem o autor expõe os problemas enfrentados para elaborar o seu texto nem as possíveis encontradas pelos leitores, cientistas, professores e alunos. O autor não cita ou não deixa claras as limitações do arcabouço histórico sobre a Teoria da Relatividade Especial.

Após isso, o livro-texto fala sobre o princípio da relatividade galileana, falando sobre a lei da inércia e que as estrelas fixas são uma boa aproximação da lei de inércia. Descreve que na mecânica newtoniana os conceitos de conservação de energia, momento e massa já haviam sido estabelecidos.

O texto fala que o problema da assimetria de Faraday foi resolvido por Einstein, adotando o campo eletromagnético em sua Teoria de Relatividade. Porém, o livro-texto não ressalva como e porque Einstein inseriu este experimento na Relatividade. O que sabemos é que o eletromagnetismo trabalha com a velocidade da Luz, contudo não deixa claro sobre a razão de Einstein ter introduzido o conceito de indução eletromagnética na Relatividade Restrita.

O texto apresenta-se de forma empírico-indutivista porque fala de um experimento sobre indução magnético envolvendo bobinas e ímãs assim, trabalha-se com a simples resolução dos problemas em questão, mas o autor do livro não mostra como Einstein resolveu o problema e não descreve como Einstein usou isto na Teoria da Relatividade.

Não há hipóteses focalizadoras sobre um conjunto de conhecimentos científicos e tecnológicos, gerando impactos no meio social e natural. Isto é, o texto não deixa explícito como elaborar teorias, levantar questionamento sobre a Teoria da Relatividade, uma vez que não houve nenhum experimento que mexesse na Relatividade Restrita.

O livro-texto descreve que o espaço deve ser unido ao tempo e não separados como defendia Isaac Newton por volta do século XVII. Einstein apenas incluiu a idéia de Minkowski de um espaço quadridimensional, ou seja, espaço-tempo em seu trabalho da Relatividade Especial. E que Newton havia inserido a lei de inércia, criando a partir dela a primeira lei, no “Principia” em 1687.

O texto não é exclusivamente analítico porque a análise não é somente sobre Einstein, traz as contribuições dos principais cientistas que formularam a Teoria da Relatividade Especial. Não há um controle rígido, como também não há condições pré-estabelecidas sobre modelos simplifcatórios e parcializados, tornando o texto simplista e parcial. De tal “forma que existem itens que fazem parte do “Método Científico” como” Observações”, “Experimentações”, “Exatidão e Objetividade”.

O texto do Moysés apresenta as idéias de maneira um pouco mais contextualizada, ou seja, evitando comparações, mas descreve por cima a história, misturando conteúdos com a história da Relatividade Restrita/Especial. A análise do livro-texto da história da Relatividade Especial fica como sendo o melhor texto comparado com outros livros porque o que nós queremos é um arcabouço histórico e não acúmulo de conteúdos quantitativos referentes a Teoria bem como soluções para problemas

5.4 Análise dos resultados

A partir das análises dos questionários de cada texto, fizemos uma coletânea de todos os nomes de cientistas que aparecem nas respostas dos estudantes. Lembrando que, como mais de um cientista poderia ser citado, dividimos (normalizamos) os resultados pelo número total de citações resultando assim no percentual de vezes que um dado nome foi citado. O mesmo procedimento foi feito com a segunda questão. Contudo nela as categorias possuem um significado um pouco mais abrangente que

explicitaremos abaixo:

- **Éter:** essa categoria se refere ao meio etéreo no qual a luz que caminha do Sol para a Terra deveria se propagar, ou seja, dado que, de acordo com as equações de Maxwell, a luz era uma onda eletromagnética, especulou-se haver um meio no qual a mesma deveria se propagar. Esse meio era o éter luminífero. A tentativa de detectar esse éter resultou no famoso experimento de Michelson e Morley. Fizeau também propôs experimentos, mas nesse caso foi para detectar a velocidade da luz.

- **Espaço/Tempo Absoluto:** de certa forma esses conceitos foram fortemente criticados por cientistas contemporâneos a Newton. Eles aparecem no *Principia* e cientistas como Berkley e Leibniz, consideravam as definições de Newton como metafísicas na medida em que não se poderia medir nenhum efeito em relação a esse espaço absoluto.

- **Gravidade:** de certa forma, a teoria da relatividade Geral é uma teoria de gravitação. Assim, como ela foi desenvolvida a posteriormente à teoria da relatividade Restrita, de alguma forma alguns estudantes relacionaram ambas.

- **Invariância (das leis) do Eletromagnetismo:** Se aplicarmos as transformações de Galileu às equações de Maxwell pode-se mostrar que elas não são invariantes e, portanto, o princípio da relatividade de Galileu e o eletromagnetismo de Maxwell são incompatíveis. Vale ressaltar que essa incompatibilidade só aparece graças a uma interpretação específica da formulação de Lorentz para a eletrodinâmica. As figuras 1 até 3 mostram os resultados obtidos.

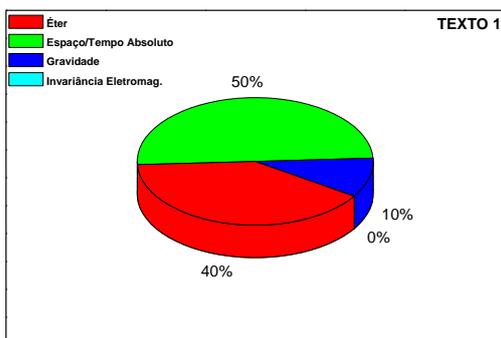
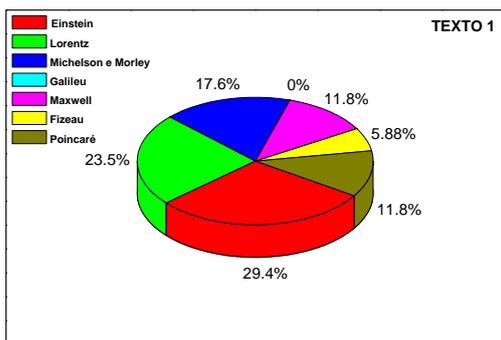


Figura 1: À esquerda – cientistas citados após a leitura do texto 1, com suas respectivas porcentagens. À direita: motivações citadas com suas respectivas porcentagens.

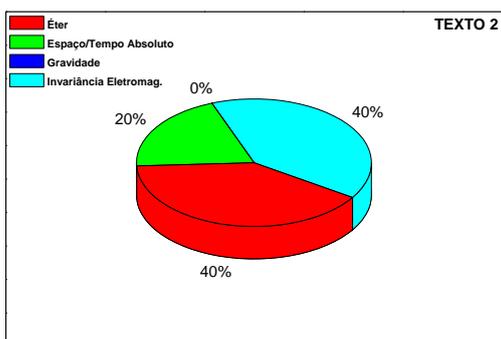
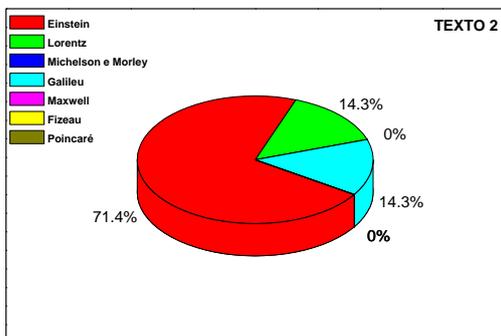


Figura 2: À esquerda – cientistas citados após a leitura do texto 1, com suas respectivas porcentagens. À direita: motivações citadas com suas respectivas porcentagens.

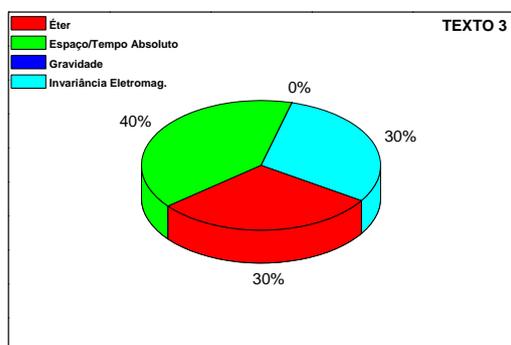
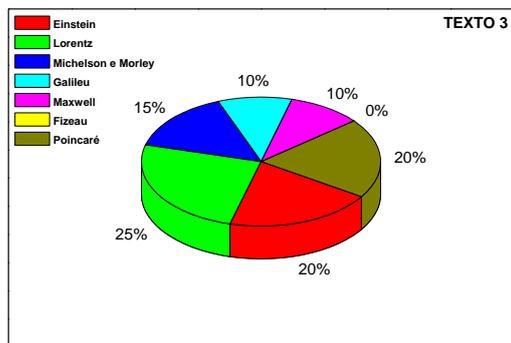


Figura 3: À esquerda – cientistas citados após a leitura do texto 3, com suas respectivas porcentagens. À direita: motivações citadas com suas respectivas porcentagens.

De maneira geral, vemos que nos textos 1 e 3 há uma variedade maior de nomes citados pelos estudantes. Tal fato seria louvável se, para cada texto, houvesse uma correlação dos gráficos da esquerda com os da direita. Dito de outra forma, se considerarmos o texto 1, por exemplo, temos à esquerda, majoritariamente a presença de nomes como Einstein e Lorentz correspondendo a 52.9% dos nomes citados. Já no gráfico da direita, temos o problema do éter seguido pelo problema do espaço absoluto como sendo majoritários. Ora, a grande motivação de Einstein e Lorentz estava na incompatibilidade entre o eletromagnetismo e a relatividade de Galileu. Ao citar o éter, por exemplo, temos claramente uma “indução” do estudante por parte do texto ao empirismo como base de uma descoberta e/ou motivação para a construção da teoria da relatividade especial. Essa narrativa pedagógica gera uma visão deformada da Teoria da Relatividade Restrita (TRR), a saber, a visão V7. Além disso, Einstein aparece como o principal formulador da teoria, seguido por Lorentz fazendo pressupor que esses dois

cientistas é que deram as contribuições relevantes. Tal fato transmite uma visão parcialmente elitista (VI) na medida em que os demais cientistas aparecem como meros coadjuvantes do processo ao apresentar apenas “idéias soltas” de um todo teórico. Ainda em relação ao texto 1 vemos que o mesmo tenta apresentar os problemas que deram origem à TRR mas de uma forma historicamente equivocada na medida em que narrativa pedagógica do autor induz ao empirismo como fonte do problema e, portanto, a categoria V4 vale parcialmente para esse texto.

Já com relação ao texto 3 temos à esquerda também majoritariamente a presença de nomes como Lorentz e Einstein correspondendo a 45% dos nomes citados. Contudo, desta vez, no gráfico da direita, temos o problema do espaço absoluto juntamente com a incompatibilidade das leis do eletromagnetismo como sendo majoritários. Lorentz é mais citado do que Einstein mais ainda sim vemos que a questão do éter ainda é muito presente nas respostas. Claramente o texto 3 é menos elitista que o texto 1 e menos empírico-indutivista. Este último está relacionado ao fato de que os problemas que deram origem à TRR são de fato discutidos no texto ainda que cronologicamente fora de ordem.

Por fim, vemos que o texto 2 é mais elitista de todos. Einstein aparece com 71.4% de citações sendo considerado o gênio que formulou quase que exclusivamente a TRR. Contudo, chamamos atenção para o fato de Galileu surgir com peso relevante e o gráfico à direita mostrar o eletromagnetismo como um dos principais problemas motivadores. Assim apesar de ser o mais elitista de todos (categoria - VI), a problematização, ainda que de forma sucinta, foge da narrativa pedagógica tradicional na medida em que o empírico-indutivismo não é percebido com tanta ênfase pelos estudantes.

Ressaltamos que exceção ao texto 3, os demais textos são marcados pelo simplismo e o empobrecimento de aspectos epistemológicos, que conduzem às visões a-problemática, a-histórica, acumulativa, de crescimento linear, rígida e algorítmica, elitista e descontextualizada da ciência.

6- CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise dos livros de física podemos identificar *visões deformadas da ciência e da tecnologia* e classificá-las, com o intuito de chamar atenção no sentido de concentrar esforços para superar visões que transmitem uma imagem “ingênua” da produção do conhecimento científico e incitar reflexões sobre a forma com que elementos importantes do ensino-aprendizagem de física, como o livros-texto, podem acabar por conduzir a visões deformadas acerca da construção da ciência. Não queremos com isso condenar propondo um abandono total dos mesmos. Contudo, acreditamos que superar essas visões constitui um passo importante para o enfrentamento de muitos problemas do ensino das ciências, como o desinteresse crescente pelas áreas da ciência, que entre outras coisas pode estar associada à transmissão de uma imagem simplista e distorcida da ciência e da tecnologia, como a ideia de que a atividade científica está reservada a minorias especialmente dotadas (CACHAPUZ, et al., 2011, p.42).

Chamar atenção para as visões deformadas tem como objetivo uma melhor adaptação de recursos didáticos e conhecimentos tecnológico-científicos para um maior esclarecimento e formação cidadãos críticos e conscientes da sua obrigação no meio social e natural com maior ênfase a conectividade e multidisciplinaridade seja no campo, seja na cidade. Não apenas em se tratando em visões não deformadas da história da Relatividade Especial/Restrita como também sobre outras histórias da ciência. Portanto, ciente da existência dessas deformações da ciência e da tecnologia nos livros de física, medidas tais como a adoção de textos complementares de história e filosofia da ciência, por exemplo, podem ser tomadas com intuito de melhorar a compreensão da atividade científica, promovendo assim um ensino de ciências que seja mais contextualizado e menos propedêutico.

REFERÊNCIAS

- ARRUDA, S. M.; CARVALHO M. A. Carvalho; PASSOS, M. M.; SILVEIRA, F. L. da. Dados comparativos sobre a evasão em Física, Matemática, Química e Biologia da Universidade Estadual de Londrina: 1996 a 2004. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 23, n. 3: p. 418-438, dez. 2006.
- BATISTA FILHO, A. R., et al. Transposição didática no ensino de ciências na escola do campo. In: ENCONTRO DE PESQUISA EDUCACIONAL NORTE NORDESTE, 20, 2011, Manaus.
- CACHAPUZ, A., et al (Org.). **A necessária Renovação do Ensino de Ciências**, 3ª Ed. São Paulo: Cortez, 2011. 264 p.
- CHEVALLARD, Y. (1991), **La Transposition Didactique: Du Savoir Savant au Savoir Ensigné**. Grenoble, La pensée Suavange.
- GIL-PÉREZ, D. G., et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p.125-153, 2001.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física volume 3 Eletromagnetismo**. 8ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009, 395 p.
- NUSSENZVEIG, M. **Curso de Física Básica IV**. 1. ed.. São Paulo: Edgard Blücher, 1997, 5. Reimpressão (2005), 323 p.
- SILVA FILHO, R. L. L.; MOTEJUNAS, P. R.; HIPÓLITO O.; LOBO, M. B. de C. M. A evasão no ensino superior brasileiro. **Cadernos de Pesquisa**, v. 37, n. 132, p. 641-659, 2007.
- YOUNG, H; FREEDMAN, R. **Física IV: Óptica e Física Moderna**. São Paulo: Addison Wesley, 2009, 425 p.

- TIPPLER, P.; MOSCA, G. **Física para Cientistas e Engenheiros vol.4 Eletricidade e Magnetismo, Ótica**. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009, 556 p.