



INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE-CAMPUS
LAGARTO
COORDENADORIA DO CURSO DE
LICENCIATURA EM FÍSICA

ALDAIR JOSÉ DIAS DE ARAUJO

**AVALIANDO A EFICÁCIA DO USO DE EXPERIMENTOS
NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM: ESTUDO DE CASO**

LAGARTO/SE

2017

ALDAIR JOSÉ DIAS DE ARAUJO

**AVALIANDO A EFICÁCIA DO USO DE EXPERIMENTOS
NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM: ESTUDO DE CASO**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Instituto Federal
de Sergipe como pré-requisito
para a obtenção do grau de
Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. André
Neves Ribeiro

LAGARTO/SE

2017

ALDAIR JOSÉ DIAS DE ARAUJO

**AVALIANDO A EFICÁCIA DO USO DE EXPERIMENTOS
NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM: ESTUDO DE CASO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Instituto Federal de Sergipe como pré-requisito para
a obtenção do grau de Licenciado em Física.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Dr. André Neves Ribeiro

Dr. Paulo Jorge Ribeiro Montes

Dr. José Osman dos Santos

Dedico este trabalho a minha avó
Josefa, que sempre esteve ao meu
lado em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus pela força para superar as dificuldades.

À minha família, pela compreensão, respeito e carinho durante estes anos de produção deste trabalho.

Agradeço ao meu orientador, Professor Dr. André Neves Ribeiro, pela paciência e incentivo na elaboração desta monografia.

Agradeço também a professora Alessandra Conceição Monteiro Alves pelo auxílio no desenvolvimento deste trabalho, e também ao professor Ricardo Monteiro por colaborar efetivamente para que fosse possível a realização deste trabalho.

Ao Curso de Licenciatura em Física do IFS e às pessoas com quem tive o prazer de conviver ao longo desses anos.

A todos os professores do curso de Licenciatura em Física que foram tão importantes na minha vida acadêmica e no desenvolvimento desta monografia.

A todos aqueles que de alguma forma me apoiaram...

“Professor não é o que ensina,
mas o que desperta no aluno a
vontade de aprender.”
(Jean Piaget)

RESUMO

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's+) indicaram uma mudança na educação que passou a objetivar a formação cidadã dos alunos. Nesse contexto os experimentos emergiram como ferramentas para trabalhar competências citadas nos PCN's+. Diante disso, professores passaram a se utilizar de experimentos como facilitadores da aprendizagem, que deveria ser significativa como defende Ausubel, porém o ensino tradicional costuma separar os alunos em três grupos: os capacitados, que tiram notas altas, aqueles que tiram notas médias e os que tiram notas baixas. Tendo vista esta divisão, surge uma questão primordial: em que medida os experimentos contribuem para a melhoria do processo ensino-aprendizagem dos alunos de todos os três grupos? Para responder tal questão foi realizado um experimento sobre a lei de Ampère e foram aplicados questionários em quatro momentos a uma turma do ensino médio do Instituto Federal de Sergipe – Campus Lagarto. Foram analisados também alguns dos livros didáticos do PNLD para o 3º ano do ensino médio, além dos históricos dos alunos, considerando as notas do IDEB e do ENEM das escolas nas quais eles cursaram a 8ª série do ensino fundamental e o 1º ano do ensino médio. Os resultados mostraram que os alunos apresentam uma queda de rendimento em Português e Matemática nesta transição; alunos capacitados e aqueles que normalmente tiram notas baixas mantiveram suas notas nos quatro momentos – os primeiros por terem um conhecimento maior a respeito do que foi tratado no experimento e os outros por não terem adquirido subsunçores para compreenderem o fenômeno estudado. Os experimentos contribuíram para aprendizagem dos alunos que normalmente tiram notas médias, que ao longo dos momentos demonstraram uma evolução nas notas.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa, PCN's+, Experimentos.

ABSTRACT

The National Curriculum Parameters (PCN's+) indicated a change in education that started to objectify the students' citizenship education. In this context the experiments emerged as tools to work on competencies cited in the PCN's+. Faced with this, teachers began to use experiments as facilitators of learning, which should be significant as Ausubel argues, but traditional teaching usually separates students into three groups: those who are trained, who take high grades, those who take middle grades and who take low notes. Given this division, a fundamental question arises: to what extent do the experiments contribute to the improvement of the teaching-learning process of the students of all three groups? To answer this question an experiment was carried out on the Ampère law and questionnaires were applied in four moments to a high school class of the Instituto Federal de Sergipe - Campus Lagarto. We also analyzed some of the textbooks of the PNLD for the 3rd year of high school, in addition to the students' histories, considering the IDEB and ENEM notes of the schools in which they attended the 8th grade of elementary school and the 1st year of high school. The results showed that the students present a drop in Portuguese and Mathematics in this transition; Trained students and those who normally take low grades kept their grades in the four moments - the first ones because they had a greater knowledge about what was treated in the experiment and the others because they did not acquire subsumption to understand the studied phenomenon. The experiments contributed to the learning of the students who normally take middle notes, who during the moments demonstrated an evolution in the grades.

Key words: Significant learning, PCN's +, Experiments.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Aparato Experimental	20
Figura 2 – Frequência de notas obtidas pelos alunos nos quatro momentos em que os questionários foram aplicados	22
Figura 3 – Notas de Física por bimestre nos três anos do ensino médio, por aluno.	24
Figura 4 – Notas em Português, Matemática e Física, do Aluno E	26
Figura 5 – Notas em Português, Matemática e Física, do Aluno H	27
Figura 6 – Notas em Português, Matemática e Física, do Aluno B	28
Figura 7 – Notas em Português, Matemática e Física, do Aluno D	29
Figura 8 – Notas em Português, Matemática e Física, do Aluno C	30
Figura 9 – Notas em Português, Matemática e Física, do Aluno F	31
Figura 10 – Notas em Português, Matemática e Física, do Aluno I	32
Figura 11 – Notas em Português, Matemática e Física, do Aluno G	33
Figura 12 – Representação do comportamento das notas dos alunos	34
Figura 13 – Relação entre as notas do IDEB, ENEM _N e as notas da 8ª Série e 1º ano.	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Notas dos alunos em cada um dos momentos	22
Tabela 2 – Notas em Português, Matemática e também Física, do Aluno E	26
Tabela 3 – Notas em Português, Matemática e também Física, do Aluno H	27
Tabela 4 – Notas em Português, Matemática e também Física, do Aluno B	28
Tabela 5 – Notas em Português, Matemática e também Física, do Aluno D	29
Tabela 6 – Notas em Português, Matemática e também Física, do Aluno C	30
Tabela 7 – Notas em Português, Matemática e também Física, do Aluno F	31
Tabela 8 – Notas em Português, Matemática e também Física, do Aluno I	32
Tabela 9 – Notas em Português, Matemática e também Física, do Aluno G	33

LISTA DE ABREVIATURAS

CRE – Coordenadoria de Registro Escolar

CNLD – Comissão Nacional do Livro Didático

CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

EJA – Educação de Jovens e Adultos

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

ENEM_N – Nota Média Geral dos alunos do IFS-Campus Lagarto no ano de ingresso da turma da pesquisa no instituto dividido por 100.

FAE – Fundação de Assistência ao Estudante

FNDE – Fundo de Desenvolvimento da Educação

IDEB – Índice de Desenvolvimento da Educação Básica

IFS – Instituto Federal de Sergipe

INL – Instituto Nacional do Livro

PCN's+ – Parâmetros Curriculares Nacionais

PNLD – Programa Nacional do Livro Didático

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1. OBJETIVOS	15
1.2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2. METODOLOGIA.....	19
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4. CONCLUSÃO.....	35
REFERÊNCIAS	36
ANEXO I – ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS	39

1. INTRODUÇÃO

As atividades experimentais fazem parte das aulas de Física desde o século XIX. Estas foram inseridas com a finalidade de proporcionar ao aluno o contato direto com fenômenos físicos. São usados termos tais como “aulas práticas” ou “aulas de laboratório” para designar atividades nas quais os alunos interagem com um experimento, se utilizando dele para observar e compreender fenômenos naturais (Carvalho *et al.*, 2010).

Atividades experimentais ganharam ainda mais importância a partir dos PCN's+ (Parâmetros curriculares nacionais) quando foram lançadas as bases para uma educação voltada para a formação do cidadão atuante, crítico com conhecimento da ciência Física, e que compreende a sua influência na sociedade e tecnologia, além dos impactos ambientais dela decorrentes. Nesse contexto a utilização de experimentos emergiu como ferramenta dos professores para uso em sala no desenvolvimento de habilidades necessárias para a formação cidadã.

O processo educacional parece estar estagnado, embora se constate nas últimas décadas muitos avanços, dentre eles os tecnológicos. A abordagem instrucionista se mantém, desconsiderando-se ainda as potencialidades de cada indivíduo não o auxiliando a desenvolver seu pensamento crítico. Na visão moderna da educação, aprender através de experimentos e simulações, torna-se parte integrante da ação educadora por prover o emprego do elemento lúdico como forma de atrair a atenção do aprendiz, convidando-o a experimentar um universo que se foge da abordagem instrucionista.

Segundo Piaget (1993), a aprendizagem com crianças deve contemplar a brincadeira e o jogo é um tipo de atividade particularmente poderosa para o exercício da vida social e da atividade construtiva da criança. De acordo com Balestro e Montovani (2000), o jogo possui duas funções educativas: uma função lúdica, na qual a criança encontra prazer ao jogar, e uma função educativa, através da qual o jogo ajuda a desenvolver o conhecimento da criança e sua apreensão do mundo.

Nesse sentido, a Escola é considerada um elemento de transformação da sociedade, e uma de suas funções é contribuir, junto com outras instâncias da vida social, para que essas transformações se efetivem. De acordo com a teoria Epistemológica de Piaget (1993) o desenvolvimento infantil passa por estágios evolutivos. Conforme Ausubel (2006) destaca, o processo de aprendizagem significativa para ocorrer no ambiente escolar necessita que alguns requisitos básicos sejam cumpridos. Um destes é que a aprendizagem significativa ocorra quando o conteúdo ensinado possa ser relacionável com a estrutura cognitiva do aluno. Para tal

o material instrucional deve ser potencialmente significativo, organizado de maneira lógica e que possibilite ao aluno uma interação substancial, não-arbitrária, e de contato com conceitos relevantes na estrutura cognitiva do aluno.

Sendo assim, vemos a utilização de experimentos como estratégia de ensinar/aprender e construir conhecimentos prévios, definir prioridades e consequentemente tornar o indivíduo autônomo capaz de construir seus próprios conceitos. A educação tem investido nesta proposta de ensinar através de jogos, simuladores entre outros e nesta iniciativa percebemos que os *experimentos* tem ganhado credibilidade a ponto de tornarem-se canal de construção e assimilação de conhecimento. A teoria da aprendizagem cognitiva defendida por Ausubel (2003) afirma que a aprendizagem pode ocorrer por recepção ou por descoberta, mecânica ou significativa, e pode ser facilitada através da apresentação de organizadores prévios, que são materiais organizados com conexão lógica às ideias-âncora (conceitos) existentes na estrutura cognitiva do aluno.

A eficácia do experimento, aponta algumas potencialidades educacionais, uma delas é trabalhar raciocínio lógico. Para Piaget (1975), o conhecimento evolui progressivamente, por meio de estruturas de raciocínio que substituem umas às outras, através de estágios. Isto significa que ao utilizar esse tipo de metodologia estimula-se ao usuário várias formas de pensar e resolver problemas, além de proporcionar a capacidade de gerir suprimentos e definir prioridades e consequentemente tomar decisões criteriosas de suma importância para sua evolução frente à realização da experiência em sala de aula. Demo, baseado em Dewey, desenvolveu a proposição do "aprender a aprender" como marco norteador para construir novas metodologias criativas no trabalho docente. A contribuição Demo (1992, p.24) torna-se significativa, quando propõe:

O que marcaria a modernidade educativa seria a didática do aprender a aprender, ou do saber pensar, englobando num todo a necessidade de apropriação do conhecimento disponível e seu manejo criativo e crítico. A primeira necessidade é da ordem dos insumos instrumentais, enquanto a segunda perfaz mais propriamente o desafio humano da qualidade. A competência que a escola deve consolidar e sempre renovar é aquela fundada na propriedade do conhecimento como instrumento mais eficaz da emancipação das pessoas e da sociedade. Neste contexto, mera transmissão é pouco, embora como insumo seja indispensável. Em termos emancipatórios, competência jamais coincidiria com cópia, reprodução, imitação. Torna-se essencial construir atitude positiva construtiva, crítica e criativa, típica do aprender a aprender.

Segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980), a aprendizagem mecânica é inevitável no caso de conceitos inteiramente novos para o aluno, mas posteriormente ela se transformará em significativa. Por exemplo, ao se apresentar ao aluno o conceito de “arranjo”, ele só terá sentido, à medida que ele for relacionado com alguma ideia relevante, que esteja clara e organizada na sua estrutura cognitiva. Caso contrário, a princípio será armazenado de forma mecânica. Nesse contexto, o experimento é apresentado como uma nova abordagem educacional que transforma o paradigma pedagógico do instrucionismo para o construcionismo em que a aprendizagem colaborativa faz atribuições aos novos métodos educacionais e consequentemente as novas ferramentas colaborativas de aprendizagem.

1.1. OBJETIVOS

O ensino tradicional separa os alunos de acordo com as notas em três grupos: os alunos capazes, que costumam tirar as notas altas; aqueles que tiram notas médias; e aqueles que tiram notas baixas. Diante disso, surge uma questão primordial no que diz respeito à utilização de experimentos em sala: em que medida eles contribuem para a melhoria do processo de ensino aprendizagem dos alunos de todos os três grupos? Este trabalho investiga essa questão aplicando um experimento sobre lei de Ampère e questionários em uma turma do ensino médio do Instituto Federal de Sergipe – campus Lagarto. Além disso, investigou-se também a relação dos resultados dos alunos aos questionários com o histórico escolar.

1. 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As proposições de Ausubel partem da consideração de que os indivíduos apresentam uma organização cognitiva interna baseada em conhecimentos de caráter conceitual, sendo que a sua complexidade depende muito mais das relações que esses conceitos estabelecem em si que do número de conceitos presentes. Entende-se que essas relações têm um caráter hierárquico, de maneira que a estrutura cognitiva é compreendida, fundamentalmente, como uma rede de conceitos organizados de modo hierárquico de acordo com o grau de abstração e de generalização. Ausubel (apud Moreira, 1982) em sua teoria da aprendizagem, defende a valorização dos conhecimentos prévios dos alunos possibilitando os a construção de estruturas mentais por meio da utilização de mapas conceituais que abrem um leque de possibilidades

para descoberta e redescoberta de outros conhecimentos, viabilizando uma aprendizagem que dê prazer ao professor que ensina e ao aluno que aprende e também que tenha eficácia. A aprendizagem torna-se mais significativa à proporção que o conteúdo apresentado incorpora-se ao conhecimento prévio de um aluno adquirindo significado para ele, incorporando a atribuição do significado, por interagir com conceitos relevantes pré-existentes na estrutura cognitiva. Quando essa relação não se estabelece o novo conteúdo proposto é trabalhado de forma isolada ou através de associações arbitrárias na estrutura cognitiva acontecendo a aprendizagem mecânica ou repetitiva, onde o conhecimento é armazenado de forma memorizada, o aluno memoriza os conteúdos que tem prazo de validade: esquece após ser avaliado.

Para esclarecer como é produzida a aprendizagem escolar, Ausubel propõe distinguir dois eixos ou dimensões diferentes que originarão, a partir dos diversos valores que possam tomar em cada caso, as classes diferentes de aprendizagem: • Aprendizagem significativa; • Aprendizagem memorística. O primeiro é o eixo relativo à maneira de organizar o processo de aprendizagem e a estrutura em torno da dimensão aprendizagem por descoberta/aprendizagem receptiva. Essa dimensão refere-se à maneira como o aluno recebe os conteúdos que deve aprender: quanto mais se aproxima do pólo de aprendizagem por descoberta, mais esses conteúdos são recebidos de modo não completamente acabado e o aluno deve defini-los ou “descobri-los” antes de assimilá-los; inversamente, quanto mais se aproxima do pólo da aprendizagem receptiva, mais os conteúdos a serem aprendidos são dados ao aluno em forma final, já acabada. Ao contrário, o segundo eixo remete ao tipo de processo que intervém na aprendizagem e origina um continuum delimitado pela aprendizagem significativa, por um lado, e pela aprendizagem mecânica ou repetitiva, por outro. Nesse caso, a distinção estabelece, ou não, por parte do aluno, relações substanciais entre os conceitos que estão presentes na sua estrutura cognitiva e o novo conteúdo que é preciso aprender. Quanto mais se relaciona o novo conteúdo de maneira substancial e não-arbitrária com algum aspecto da estrutura cognitiva prévia que lhe for relevante, mais próximo se está da aprendizagem significativa. Quanto menos se estabelece esse tipo de relação, mais próxima se está da aprendizagem mecânica ou repetitiva. Segundo a teoria de Ausubel, na aprendizagem há três vantagens essenciais em relação à aprendizagem memorística. Em primeiro lugar, o conhecimento que se adquire de maneira significativa é retido e lembrado por mais tempo. Em segundo, aumenta a capacidade de aprender outros conteúdos de uma maneira mais fácil, mesmo se a informação original for esquecida. E, em terceiro, uma vez esquecida, facilita a aprendizagem seguinte – a “reaprendizagem”, para dizer de outra maneira. A explicação dessas vantagens está nos processos específicos por meio dos quais se produz a aprendizagem significativa onde se

implica, como um processo central, a interação entre a estrutura cognitiva prévia do aluno e o conteúdo de aprendizagem.

Daí a importância da problematização que permite a busca de respostas sendo os conteúdos tratados como meios para a busca de soluções e não um fim em si mesmos. Ainda para Ausubel (apud Brito, 1988, p. 2), os alunos precisam estar predispostos para que aconteça uma aprendizagem significativa e com resultados. Para tanto o professor deve diversificar sua metodologia e servir de suporte para os alunos organizando o trabalho e o tempo pedagógico de forma que permanentemente os alunos se sintam motivados e parte integrante do processo de construção de conhecimento desde o planejamento até a execução do mesmo.

As ideias de Ausubel tem características diversas, pois não tentam unicamente generalizar e transferir para aprendizagem escolar definições ou princípios extirpados de situações e/ou contextos de aprendizagem, mas, se pautam numa reflexão direcionada a aprendizagem escolar e ao ensino.

Uma maneira adequada de ampliar e/ou modificar as estruturas do aluno consiste em provocar discordâncias ou conflitos cognitivos que representem desequilíbrios a partir dos quais, mediante atividades, o aluno consiga reequilibrar-se, superando a discordância reconstruindo o conhecimento (Piaget, 1997). Para isso, é necessário que as aprendizagens não sejam excessivamente simples, o que provocaria frustração ou rejeição.

No ano de 1929 o estado brasileiro criou o Instituto Nacional do Livro (INL), primeiro órgão responsável por criar políticas em âmbito nacional para legalizar e incentivar a produção de livros didáticos. Nove anos depois foi criada a Comissão Nacional do Livro Didático (CNLD), por meio do Decreto-Lei nº 1.006, de 30/12/38 (BRASIL, 1938), que estabeleceu a primeira política de legislação e controle da produção e circulação do livro didático no País, todavia até 1985 os professores não tinham uma participação efetiva na seleção dos livros didáticos. Foi somente a partir da criação do Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) por meio do Decreto nº 91.542, de 19/8/85 (BRASIL, 1985) que os professores passaram a indicar os livros que seriam adotados. Além disso, o plano trouxe outras mudanças tais como:

- Reutilização do livro, implicando a abolição do livro descartável e o aperfeiçoamento das especificações técnicas para sua produção, visando maior durabilidade e possibilitando a implantação de bancos de livros didáticos;
- Extensão da oferta aos alunos de 1ª e 2ª série das escolas públicas e comunitárias;
- Fim da participação financeira dos estados, passando o controle do processo decisório para a Fundação de Assistência Estudantil (FAE) e garantindo o critério de escolha do livro pelos professores.

A distribuição do livro didático não abrangia todas as séries do fundamental, perduraram sete anos até que o plano atendesse da 1ª a 4ª série, isso se deu pela falta de recursos financeiros, as turmas de 5ª a 8ª só passaram receber livros didáticos a partir da PNLD de 2002. Essa distribuição para os anos finais do fundamental era parcial, até que em 2004 o plano passou a atender todas as séries do fundamental integralmente. Já as turmas do ensino médio só começaram a receber livros a partir da PNLD de 2003, porém não atendiam integralmente todos os alunos do ensino médio.

No ano de 2011 o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) adquiria e distribuía integralmente livros para o ensino médio, a evolução do PNLD permitiu ao longo dos anos atender aos alunos do ensino regular e do EJA (Educação de Jovens e Adultos), contribuindo assim com professores e alunos (Histórico PNLD). Destacasse ainda a melhora significativa dos livros adotados, que ao longo dos anos passaram a tratar de temas relevantes na formação cidadã tais como: Impactos ambientais, fontes de energia, questões sociais dentre outros. Temas de CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) essas mudanças são sugestões dos PCN's+ (Parâmetros Curriculares Nacionais), estes servem para orientar professores e gestores sobre os objetivos de uma educação que busque a formação cidadã.

Os PCN's para o ensino médio foram lançados em 1996, de acordo com os PCN's o ensino de Física deveria ser voltado para a formação do cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para intervir, compreender e participar na realidade (Carlos, 2004). Nesse sentido a Física deve buscar que os alunos adquiram competências investigativas que recuperem o espírito questionador, desejo de conhecer o mundo em que habita (BRASIL, 2006).

Os PCN's+ surgiram para complementar os PNC's, de acordo esses parâmetros os alunos ao final do ensino médio devem ter competências tais como:

- Reconhecer e utilizar adequadamente, na forma oral e escrita, símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.
- Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.
- Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de ciência e tecnologia veiculados por diferentes meios.

- Elaborar comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, questões, entrevistas, visitas, correspondências.
- Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia.
- Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la.
- Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações.
- Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.
- Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea.

Essas são apenas algumas das competências que os alunos devem ter ao concluir o ensino médio, nesse contexto o Ensino de Física deve se utilizar de métodos que levem o aluno a ter o contato direto com fenômenos que exponham o a situações novas, ou que permitam uma compreensão ampla dos conceitos físicos relevantes (MEC, 2017). Os experimentos, se utilizados com este objetivo, e adotando uma metodologia adequada, contribuem para trabalhar as competências citadas anteriormente.

2. METODOLOGIA

Inicialmente foi feita uma análise dos livros didáticos no que se refere aos assuntos do eletromagnetismo, isto é, livros dedicados ao 3º ano do ensino médio. Os livros analisados aqui estão entre aqueles sugeridos pelo PNLD (Programa Nacional do Livro Didático). Foram adotados os seguintes critérios na análise:

1. Clareza na abordagem dos conceitos;
2. Rigor matemático;
3. Profundidade na abordagem do conteúdo;
4. Quantidade de exemplos e exercícios;
5. Relação com tecnologia;

6. Sugestão de experimentos.

Os resultados das análises encontram-se no Anexo I.

Concluída a análise, optamos por trabalhar a lei de Ampère junto aos alunos de uma turma do 3º ano do ensino médio integrado ao curso técnico de redes de computadores do Instituto Federal de Sergipe - Campus Lagarto. Uma pesquisa bibliográfica foi realizada para encontrar um experimento de fácil construção que abordasse a lei de Ampère. Através dessa pesquisa selecionamos o artigo de Souza Filho *et al.* (2007), que trata da força entre fios paralelos percorridos por correntes elétricas de mesmo sentido (força atrativa) e de sentidos opostos (força repulsiva), e construímos nossa versão do aparato experimental (ver Figura 1).

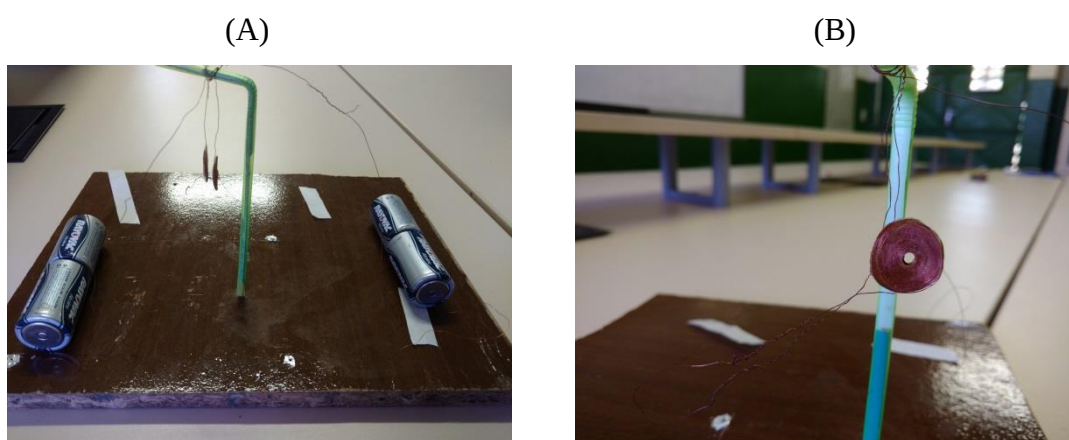


Figura 1: Aparato Experimental, na imagem (A) é mostrado uma foto lateral, na (B) uma foto frontal da espira.

A lei de Ampère foi abordado na turma da seguinte forma: inicialmente foi dado uma aula tradicional dialógica sobre o tema e realizada discussões sobre a força que surge entre condutores devido à relação íntima entre eletricidade e magnetismo; uma semana após, logo no início da aula, foi apresentado o experimento e permitido que os alunos refletissem e discutissem sobre os resultados observados (atração e repulsão entre os fios); após esse período, mas na mesma aula, o professor voltou a explicar o assunto lei de Ampère com base na experiência e a discutir com os alunos. Diante disso, foi aplicado um questionário sobre lei de Ampère em quatro momentos distintos e foram atribuídas notas de 0 a 10 às respostas dos alunos. Os momentos do questionário foram:

- **1º Momento:** Início da aula, para aferir sobre o conhecimento adquirido decorrente da aula tradicional ocorrida uma semana antes.

- **2º Momento:** Depois dos alunos analisarem o aparato experimental, observarem a experiência e discutirem os resultados (atração e repulsão entre dois fios quando ligados a pilhas).
- **3º Momento:** Após a explicação do professor ocorrida depois da experiência.
- **4º Momento:** Uma semana após a aula em que o experimento foi usado.

Os itens que constituíram o questionário estão a seguir:

- 1º) Comente sobre a lei de Ampère e com base nela explique a força entre dois fios condutores percorridos por correntes elétricas
- 2º) Mudaria algo na sua resposta dada no início da aula? O que mudaria?
- 3º) Não mudaria nada mesmo depois da explicação da interação eletromagnética entre condutores paralelos?
- 4º) Comente sobre a lei de Ampère e com base nela explique a força entre dois fios condutores percorridos por correntes elétricas

Durante a aula, após aplicação do questionário no primeiro momento, a turma foi reunida no centro da sala e a experiência foi iniciada com as pilhas colocadas de modo que a corrente em cada fio tivesse o mesmo sentido. Feito isso, a posição de uma pilha foi alterada para que os sentidos das correntes nos fios fossem opostos. Durante a realização da experiência os alunos tiveram liberdade para realizarem eles mesmos a experiência, mas sob a supervisão do professor por conta da fragilidade do equipamento (em determinados momentos o equipamento era perturbado e a força entre os fios não era intensa o suficiente para a atração/repulsão entre os fios ser observada).

A turma era composta por 27 (vinte e sete) alunos, 13 mulheres e 14 homens, de faixa etária entre 17 a 21 anos, do total 4 cursaram o ensino fundamental em escolas particulares e os demais em escolas públicas, 74% dos alunos eram de Lagarto e os 26% restantes de cidades circunvizinhas, como alguns dos alunos faltaram a uma das aulas para seleção dos dados que seriam analisados foram selecionados os dados somente daqueles alunos que estiveram presentes nos quatro momentos da pesquisa, dessa forma do universo de dados foram selecionados somente os dados referentes a 9 (nove) alunos, para verificar através da análise dos dados o efeito do experimento na aprendizagem dos alunos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As notas obtidas pelos alunos selecionados, em cada momento em que o questionário foi aplicado, estão na Tabela 1.

Tabela 1: Notas dos alunos em cada um dos momentos

ALUNOS	MOMENTOS			
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Aluno A	5	5	5	7
Aluno B	6	6	6	8
Aluno C	0	0	0	0
Aluno D	10	10	10	10
Aluno E	10	10	10	10
Aluno F	2	2	2	2
Aluno G	5	6	7	8
Aluno H	5	6	6	6
Aluno I	8	8	8	6

A partir dos dados da Tabela 1 foram montados quatro histogramas, um para cada momento, apresentado na Figuras 2.

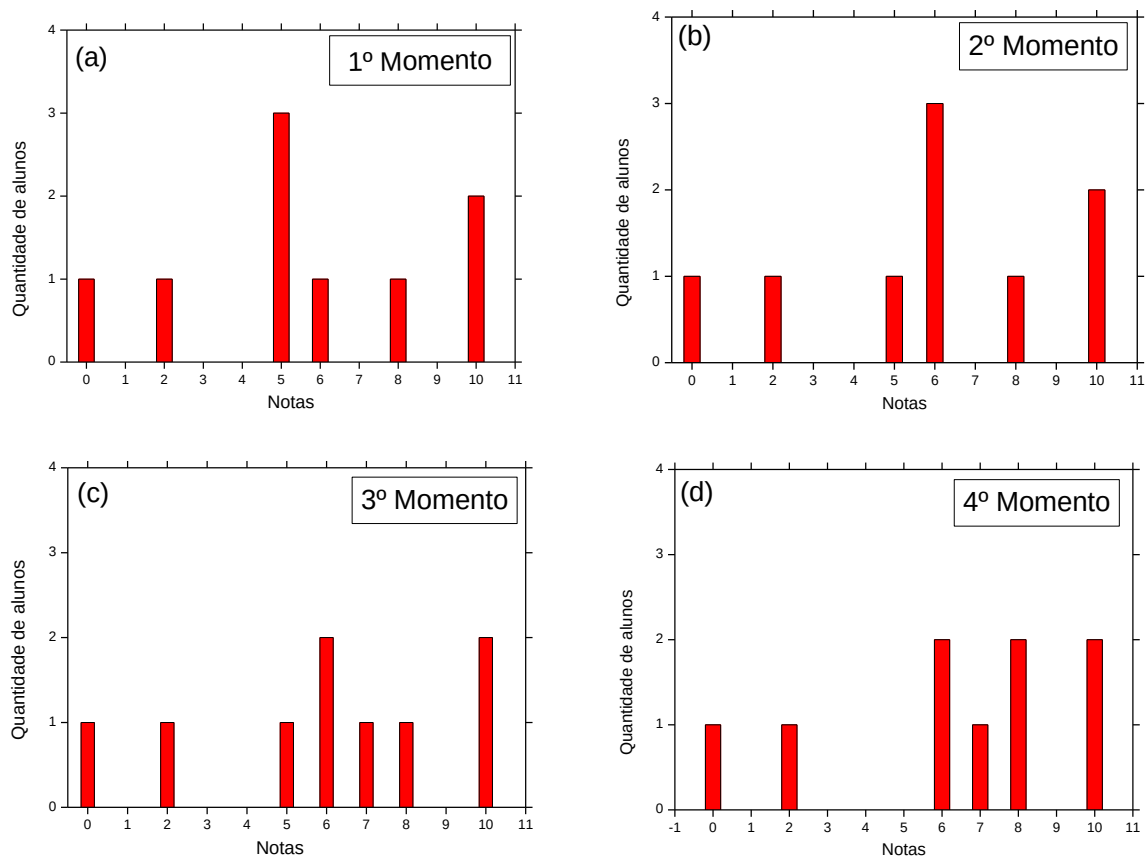
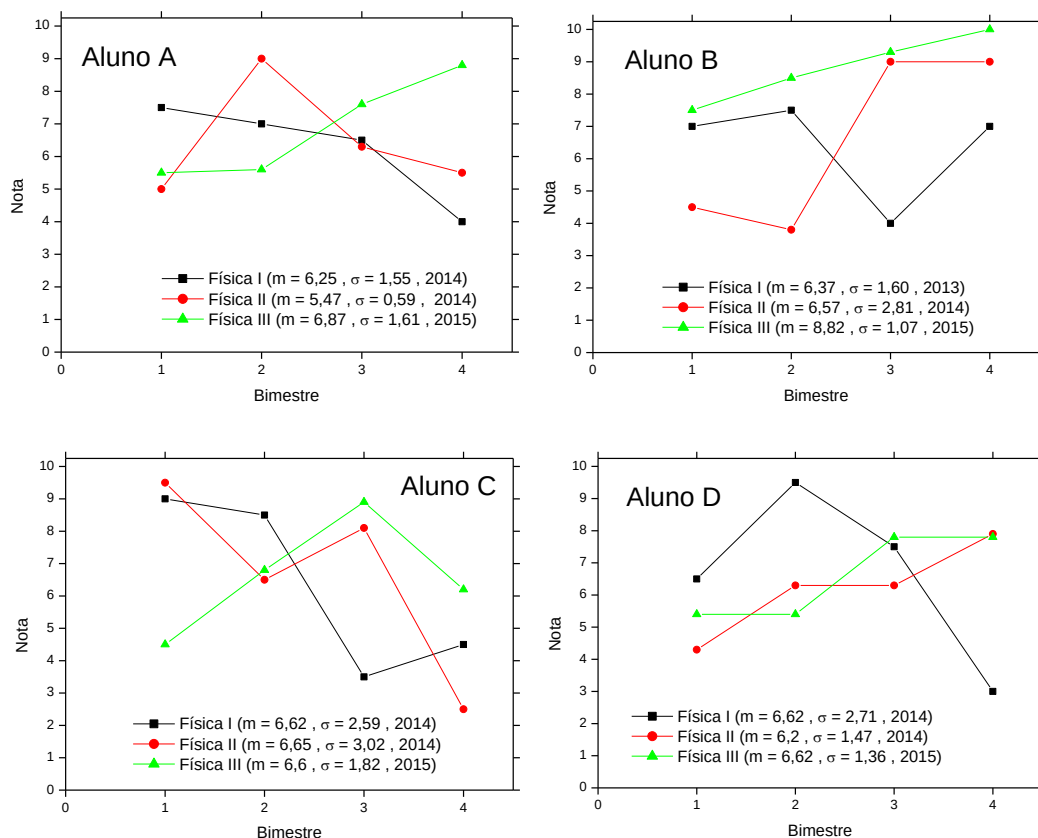


Figura 2: Frequência de notas obtidas pelos alunos nos quatro momentos em que os questionários foram aplicados

Comparando os histogramas é possível notar que há variação para cima das notas, entre os diferentes momentos, somente no intervalo de notas de 5 a 8. Ou seja, a quantidade de alunos com notas muito baixas (0 e 2) e com nota 10 não foi alterado após o experimento. Consultando

a Tabela 1, percebe-se que os alunos com notas baixas e nota 10 são os mesmos ao longo do processo, isto é, alunos que antes da experiência apresentaram desconhecimento ou baixo conhecimento sobre a lei de Ampère não tiveram seu grau de conhecimento modificado por conta da realização da experiência em sala de aula. Analisando os histogramas juntamente com a Tabela 1, encontra-se que a realização da experiência se mostrou eficaz, no sentido de contribuir para a aprendizagem do aluno, para alunos que após a aula tradicional, ocorrida uma semana antes, apresentaram desempenho mediano (nota igual a 5 ou 6).

Para compreender os motivos pelos quais os alunos obtiveram estes desempenhos, analisamos as notas em Física, por bimestre, de cada aluno. Para obtenção das notas foi solicitado junto a CRE (Coordenadoria de Registro Escolar) do IFS – Campus Lagarto os históricos dos alunos com a devida autorização do gerente de ensino respeitando o regulamento institucional. Essas notas são apresentadas nos gráficos da Figura 3.



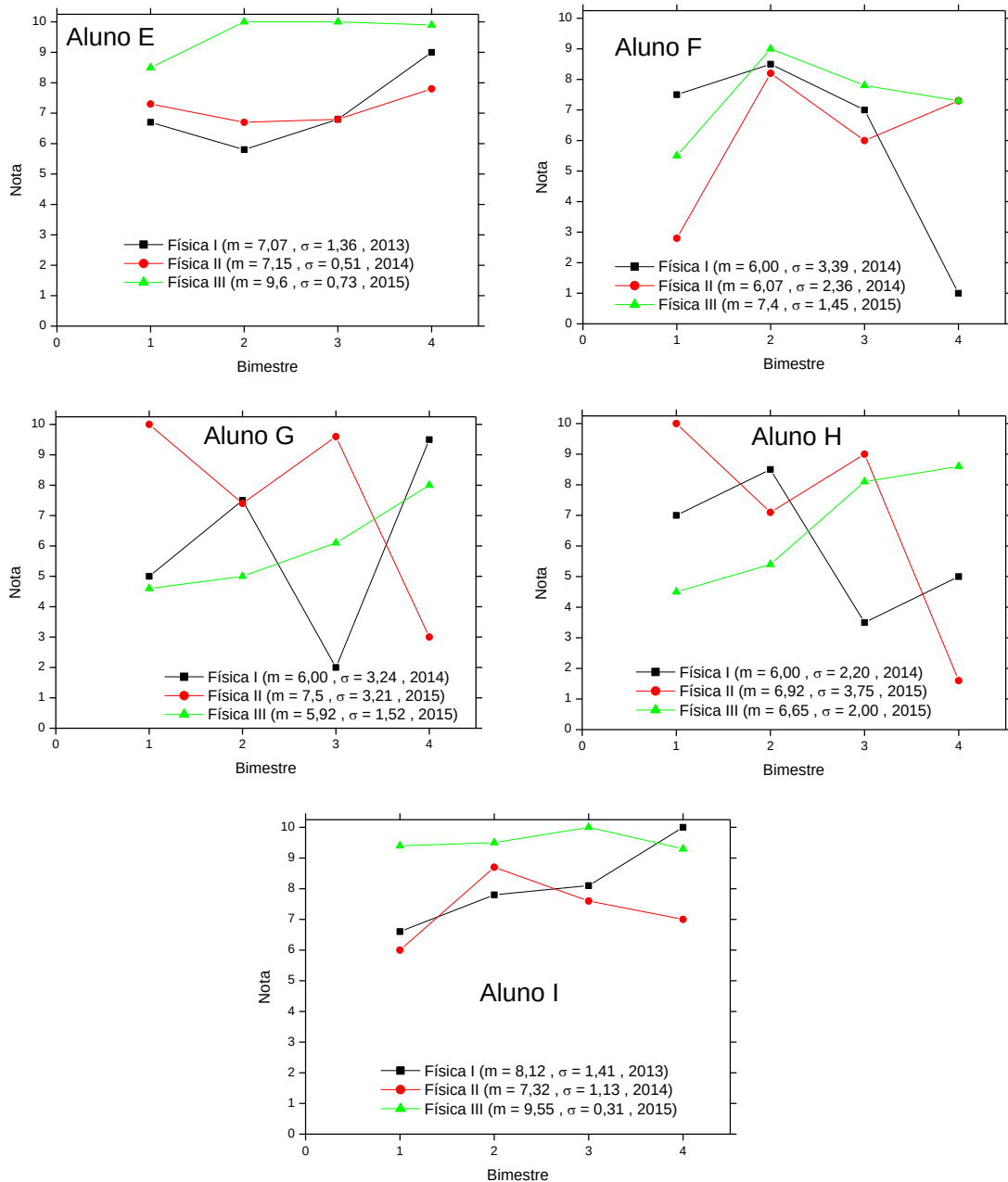


Figura 3: Notas de Física por bimestre nos três anos do ensino médio, por aluno. Na legenda, m denota a média das notas nos bimestres de cada ano e σ é o desvio padrão amostral das notas nos bimestres com relação à média. Os anos indicados na legenda foram aqueles nos quais os alunos conseguiram a aprovação nas respectivas séries.

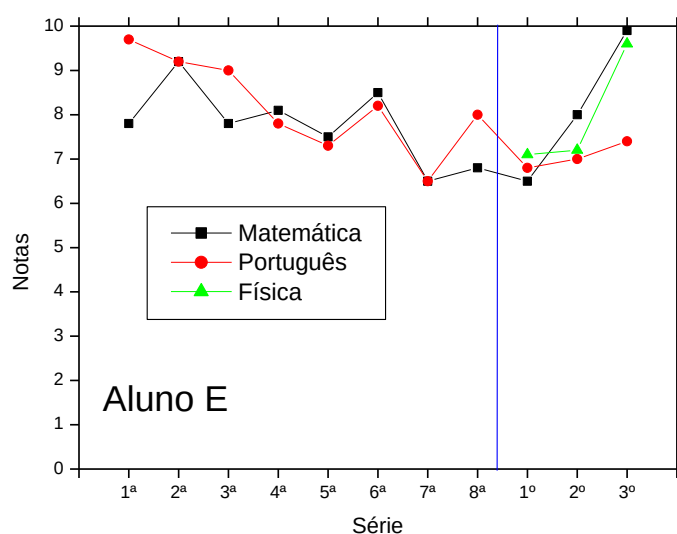
Na figura 3 é possível observar que estes não se relacionam com os resultados obtidos pelos alunos nos questionários, tendo em vista que mesmo aqueles dois alunos que obtiveram nota 10 nos quatro momentos, ao longo dos bimestres em Física não foram alunos com média superior aos demais em Física I, II e III. Além disso, comparando os gráficos dos alunos D e E nota-se que os comportamentos são bem distintos, o aluno E foi melhorando de ano em ano, já o aluno D apresentou uma melhora significativa por bimestre nas Físicas II e III, e a linha que

mostra o comportamento das notas em Física I é diferente se comparado com as outras duas linhas, essa diferença pode estar associada à adaptação do aluno a instituição. Nos outros casos os comportamentos foram bem distintos, não revelando assim a causa dos resultados nos questionários.

Na busca para encontrar uma possível relação entre as respostas nos questionários e a vida escolar pregressa do aluno, e tendo em vista que Português e Matemática são fundamentais para um bom desempenho em Física, no que diz respeito à interpretação, escrita científica e aos cálculos necessários para compreensão dos fenômenos Físicos, foram construídos gráficos apresentando as médias anuais em Português, Matemática e Física ao longo da vida escolar dos alunos (ver Figuras 4 – 11). Essas médias também são apresentadas nas Tabelas 2 – 9, juntamente com o ano em que as séries escolares foram cursadas e informações sobre as escolas frequentadas pelos alunos em sua vida acadêmica – de qual município era a escola, se ficava na sede ou em povoado, se era particular ou pública e seu IDEB ou nota no ENEM. As notas do IDEB das escolas do fundamental foram obtidas no site do INEP, porém como o IDEB usa como base a nota da prova Brasil as notas divulgadas são de anos ímpares e dos nove alunos oito cursaram a 8ª série em ano par nestes casos foram selecionadas as notas do IDEB referente ao ano anterior e posterior ao ano que alunos cursaram a 8ª série. Já as notas do ENEM foram obtidas nos sites Portal G1 e no Portal do MEC (ver referências), porém foi necessário dividir as notas por 100 para que as notas ficassem no intervalo de 0 a 10. Não foi possível realizar esse estudo para o Aluno A por não haver essas informações no histórico.

Tabela 2: Notas em Português, Matemática e também Física, do Aluno E

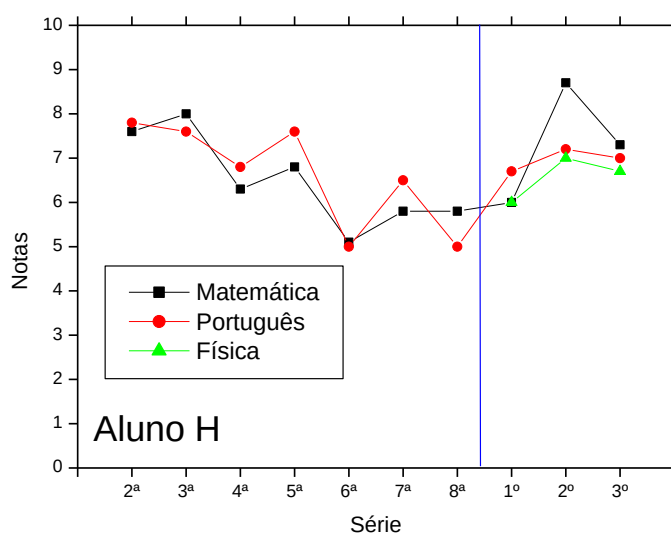
	Aluno E											
	Ensino Fundamental								Ensino Médio			Colégios
Disciplina/Ano	1 ^a (05)	2 ^a (06)	3 ^a (07)	4 ^a (08)	5 ^a (09)	6 ^a (10)	7 ^a (11)	8 ^a (12)	1 ^o (13)	2 ^o (14)	3 ^o (15)	Ensino Fundamental: Escola Pública Municipal na cidade de Lagarto/SE (1 ^a a 8 ^a série) Ensino Médio: IFS
Matemática	7,8	9,2	7,8	8,1	7,5	8,5	6,5	6,8	6,5	8,0	9,9	
Português	9,7	9,2	9,0	7,8	7,3	8,2	6,5	8,0	6,8	7,0	7,4	
Física									7,1	7,2	9,6	
IDEB/ ENEM _N								3,7	5,35			

**Figura 4:** Notas em Português, Matemática e Física, do Aluno E

Na Figura 4 é possível observar que o aluno E teve um bom desempenho em Português e em Matemática ao longo do ensino fundamental e também no médio, porém da 8ª série para o 1º ano do ensino médio ocorreu uma queda nas notas em ambas as disciplinas aqui mencionadas. Ele não conseguiu em Português no ensino médio obter uma média igual ou superior àquela obtida na 8ª série, o que indica que essa transição entre a escola do fundamental a do médio teve um impacto no desempenho dele. Todavia, em Matemática ele teve uma evolução ao longo dos três anos, alcançando uma nota média superior a todas obtidas no ensino fundamental. Além disso, em Português o aluno teve uma evolução nas médias ao longo dos três anos do ensino médio.

Tabela 3: Notas em Português, Matemática e também Física, do Aluno H

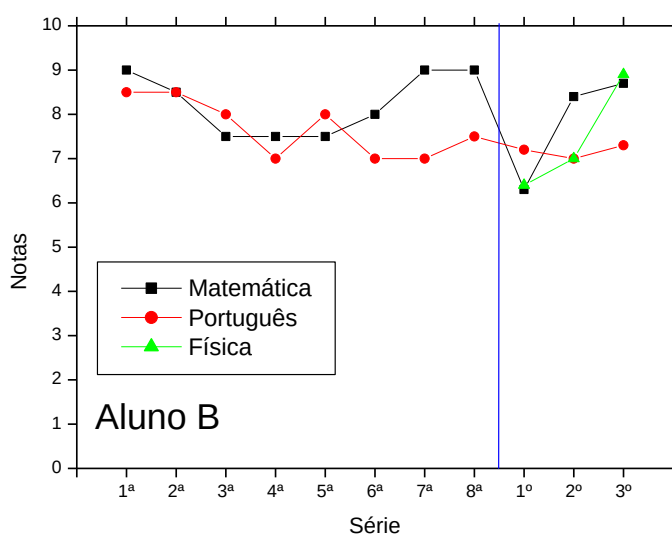
	Aluno H											
	Ensino Fundamental								Ensino Médio			Colégios
Disciplina/Ano	1 ^a (05)	2 ^a (06)	3 ^a (07)	4 ^a (08)	5 ^a (09)	6 ^a (10)	7 ^a (11)	8 ^a (12)	1 ^o (13)	2 ^o (14)	3 ^o (15)	Ensino Fundamental: Escola Pública Estadual na cidade de Lagarto/SE (1 ^a a 8 ^a série) Ensino Médio: IFS
Matemática	-	7,6	8,0	6,3	6,8	5,1	5,8	5,8	6,0	8,7	7,3	
Português	-	7,8	7,6	6,8	7,6	5,0	6,5	5,0	6,7	7,2	7,0	
Física									6,0	7,0	6,7	
IDEB/ ENEM _N	-							3,95	5,35			

**Figura 5:** Notas em Português, Matemática e Física, do Aluno H

Comparando o gráfico da Figura 5 com o da Figura 4, observa-se que o Aluno H, o qual teve um desempenho mediano (notas 5 e 6) nos questionários, durante o ensino fundamental apresentou um desempenho um pouco abaixo em Português e em Matemática em relação ao desempenho do Aluno E, que obteve nota máxima nos questionários. Já no médio ocorreu uma relativa melhora com alguma oscilação, porém somente essa comparação não dá subsídios para que seja possível vincular o resultado do questionário ao desempenho no ensino fundamental.

Tabela 4: Notas em Português, Matemática e também Física, do Aluno B

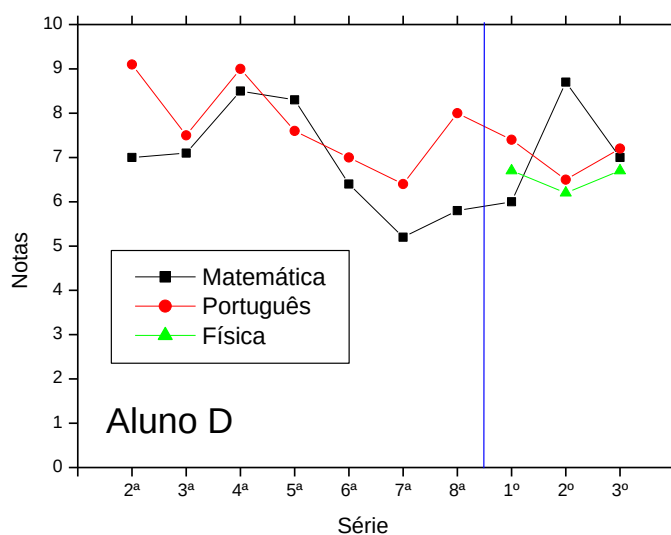
	Aluno B											
	Ensino Fundamental								Ensino Médio			Colégios
Disciplina/Ano	1 ^a (05)	2 ^a (06)	3 ^a (07)	4 ^a (08)	5 ^a (09)	6 ^a (10)	7 ^a (11)	8 ^a (12)	1 ^o (13)	2 ^o (14)	3 ^o (15)	Ensino Fundamental: Escola Particular na cidade de Lagarto/SE (1 ^a a 8 ^a série) Ensino Médio: IFS
Matemática	9,0	8,5	7,5	7,5	7,5	8,0	9,0	9,0	6,3	8,4	8,7	
Português	8,5	8,5	8,0	7,0	8,0	7,0	7,0	7,5	7,2	7,0	7,3	
Física									6,4	7,0	8,9	
IDEB/ ENEM _N								5,25	5,35			

**Figura 6:** Notas em Português, Matemática e Física, do Aluno B

Destaca-se na figura 6 o bom desempenho do Aluno B em Português e em Matemática, sendo no fundamental semelhante ao Aluno E. Nos questionários o aluno B se manteve com nota 6 até o quarto momento, já o aluno E obteve 10 em todos os momentos, isso mostra, num primeiro momento, que o fato do aluno ter obtido um desempenho mediano durante os três primeiros momentos não é resultado de um desempenho mediano no ensino fundamental.

Tabela 5: Notas em Português, Matemática e também Física, do Aluno D

	Aluno D											
	Ensino Fundamental								Ensino Médio			Colégios
Disciplina/Ano	1 ^a (05)	2 ^a (06)	3 ^a (07)	4 ^a (08)	5 ^a (09)	6 ^a (10)	7 ^a (11)	8 ^a (12)	1 ^o (13)	2 ^o (14)	3 ^o (15)	Ensino Fundamental: Escola Municipal na cidade de São Paulo/SP (2 ^a série) Escola Municipal na cidade de Paripiranga/BA (3 ^a a 6 ^a série) Escola Particular na cidade de São Paulo/SP (7 ^a série) Escola Municipal na cidade de Simão Dias/SE (8 ^a série) Ensino Médio: IFS
Matemática	-	7,0	7,1	8,5	8,3	6,4	5,2	5,8	6,0	8,7	7,0	
Português	-	9,1	7,5	9,0	7,6	7,0	6,4	8,0	7,4	6,5	7,2	
Física									6,7	6,2	6,7	
IDEB/ ENEM _N								2,65	5,35			

**Figura 7:** Notas em Português, Matemática e Física, do Aluno D

Como é possível observar na figura 7, o Aluno D sempre teve um desempenho oscilatório em Matemática e Português ao longo dos anos, e isso também se repetiu em Física. Este aluno foi um dos dois únicos alunos a conseguir nota 10 em todos os questionários. Comparando o desempenho deste aluno com o outro aluno a conseguir tal resultado, observa-

se dois alunos de vidas escolares distintas. O Aluno E teve um bom desempenho em toda sua vida escolar, conseguindo se manter sempre ao menos um ponto acima da média mínima para a aprovação, enquanto o Aluno D teve aprovações em algumas séries com notas próximas da média mínima.

Tabela 6: Notas em Português, Matemática e também Física, do Aluno C

	Aluno C											
	Ensino Fundamental								Ensino Médio			Colégios
Disciplina/Ano	1 ^a (04)	2 ^a (05)	3 ^a (06)	4 ^a (07)	5 ^a (08)	6 ^a (10)	7 ^a (11)	8 ^a (12)	1 ^o (13)	2 ^o (14)	3 ^o (15)	Ensino Fundamental: Escola Pública em Município de Jacaraí/SP (1 ^a e 2 ^a série) Escola Pública Estadual na cidade de Lagarto/SE (3 ^a a 8 ^a série) Ensino Médio: IFS
Matemática	-	-	6,8	7,5	8,6	9,1	7,5	8,0	6,9	7,0	7,4	
Português	-	-	6,3	7,2	6,1	6,3	7,6	8,5	7,2	7,6	7,0	
Física									6,7	6,7	6,6	
IDEB/ ENEM _N								3,95	5,35			

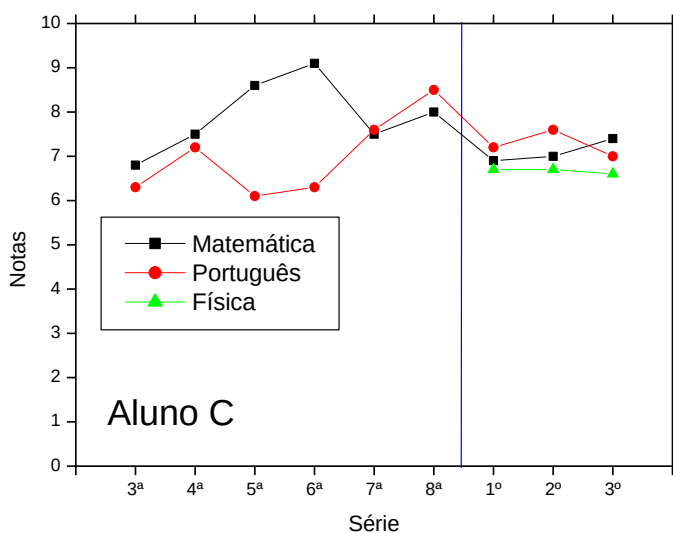


Figura 8: Notas em Português, Matemática e Física, do Aluno C

O gráfico da figura 8 mostra que o Aluno C teve um desempenho crescente em Matemática até a 6ª série do ensino fundamental e em português da 5ª à 8ª série. Posteriormente, no ensino médio, ocorreu uma queda considerável nas notas de ambas as disciplinas. Ao longo do ensino médio este aluno não conseguiu nem igualar as notas obtidas em ambas as disciplinas na 8ª série, o que pode ser reflexo do impacto natural dessa transição entre o fundamental e o

médio. No que se refere à disciplina Física no ensino médio, o rendimento do Aluno C nos três anos foi praticamente constante.

Tabela 7: Notas em Português, Matemática e também Física, do Aluno F

	Aluno F											
	1 ^a (04)	2 ^a (05)	3 ^a (06)	4 ^a (07)	5 ^a (08)	6 ^a (09)	7 ^a (10)	8 ^a (11)	1 ^o (12)	2 ^o (14)	3 ^o (15)	Colégios
Disciplina/Ano												Ensino Fundamental: Escola Pública Municipal na cidade de Lagarto/SE (1 ^a a 8 ^a série) Ensino Médio: IFS
Matemática	8,6	8,3	8,5	8,3	8,0	8,3	8,3	7,2	6,0	6,0	7,3	
Português	7,8	7,0	8,2	8,6	8,3	7,3	7,1	8,0	6,3	6,2	7,5	
Física									6,0	6,1	7,4	
IDEB/ ENEM _N								3,3	5,30			

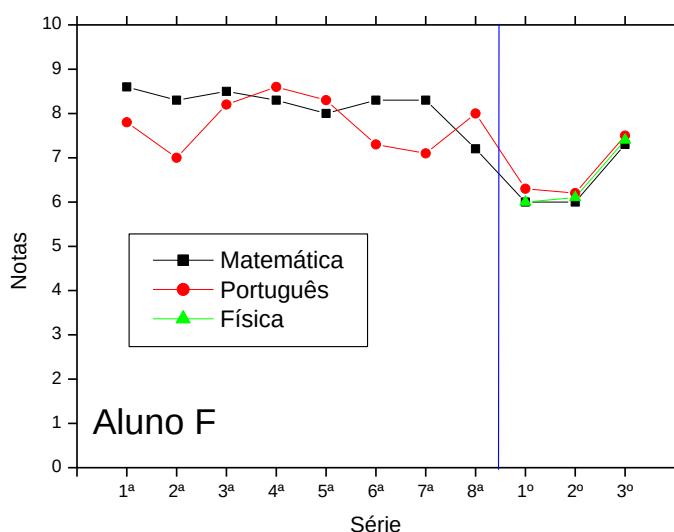


Figura 9: Notas em Português, Matemática e Física, do Aluno F

O Aluno F obteve desempenho ruim nos questionários em todos os momentos (sempre nota 2), todavia, teve um desempenho ao longo do ensino fundamental em Português e em Matemática praticamente igual ao aluno E que conseguiu nota máxima em todos os questionários. A média geral em Matemática dos Alunos F e E foi respectivamente 8,19 e 8,21; já em Português, 8,19 e 7,79. Apesar de terem históricos semelhantes no ensino fundamental, no ensino médio o aluno F teve uma queda no desempenho enquanto o aluno E manteve o bom

desempenho e terminou o médio com a maior nota do seu histórico escolar em Matemática. Além disso, observando somente as notas do ensino médio em Português, Matemática e Física, nota-se que no caso do Aluno E as notas aumentaram nas três disciplinas, ao longo dos três anos, já no caso do Aluno F as notas obtidas nas três disciplinas foram praticamente iguais tendo uma diferença de menos de 0,5 pontos. A diferença de rendimento no ensino médio entre esses alunos pode ser devido à diferença na qualidade das escolas onde eles cursaram o ensino fundamental. O IDEB da escola do Aluno F no ano em que ele cursou a 8ª série foi 3,3, enquanto no caso do Aluno E o IDEB correspondente foi 3,55.

Tabela 8: Notas em Português, Matemática e também Física, do Aluno I

	Aluno I											
	Ensino Fundamental								Ensino Médio			Colégios
Disciplina/Ano	1 ^a (05)	2 ^a (06)	3 ^a (07)	4 ^a (08)	5 ^a (09)	6 ^a (10)	7 ^a (11)	8 ^a (12)	1 ^o (13)	2 ^o (14)	3 ^o (15)	Ensino Fundamental: Escola Pública num Município da cidade de Pedrinhas/SE (1 ^a a 2 ^a série) Escola Pública na cidade de Pedrinhas/SE (3 ^a a 8 ^a série) Ensino Médio: IFS
Matemática	8,9	8,2	8,3	8,0	6,4	7,7	7,3	9,2	8,5	8,5	7,4	
Português	7,0	7,8	9,2	8,6	7,8	7,5	6,4	5,1	7,2	7,5	6,5	
Física									8,2	7,4	9,6	
IDEB/ ENEM _N								3,95	5,35			

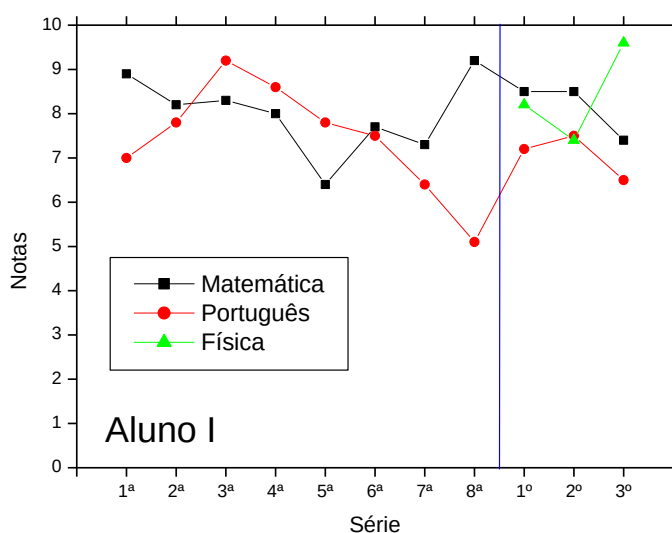


Figura 10: Notas em Português, Matemática e Física, do Aluno I

O Aluno I foi o que obteve o maior aumento de nota comparando o 1º ano do ensino médio e a 8ª série do ensino fundamental. A partir da Tabela 8 encontra-se que em Português a nota desse aluno no 1º ano foi superior por 2,1 pontos à nota obtida na 8ª série, mesmo ele tendo saído de uma escola com IDEB de 3,95 para outra com ENEM_N de 5,35. Com relação às notas obtidas nos questionários sobre a lei de Ampère, o Aluno I apresentou manteve a mesma nota (8) nos três primeiros momentos, mas houve uma diminuição (para 6) no quarto momento. O que é bastante curioso é que os Alunos A e B tiveram um desempenho oposto, isto é, obtiveram notas 5 e 6, respectivamente, nos três primeiros momentos e uma semana após o experimento suas notas subiram para 7 e 8. Esse resultado pode ser atribuído ao esforço dos próprios alunos que estudaram neste intervalo de tempo de uma semana entre o 3º e o 4º Momento, tendo em vista que estes alunos inclusive obtiveram uma nota maior em Física no 4º bimestre em relação à nota do 3º bimestre, já o Aluno I teve uma queda na nota como pode ser visto nos gráficos da figura 2.

Tabela 9: Notas em Português, Matemática e também Física, do Aluno G

	Aluno G											
	Ensino Fundamental								Ensino Médio			Colégios
Disciplina/Ano	1ª (05)	2ª (06)	3ª (07)	4ª (08)	5ª (09)	6ª (10)	7ª (11)	8ª (12)	1º (13)	2º (14)	3º (15)	Ensino Fundamental: Escola Particular na cidade de Lagarto/SE (1ª a 8ª Série) Ensino Médio: IFS
Matemática	8,3	6,9	6,5	8,5	8,0	8,0	7,5	7,0	6,0	8,2	7,5	
Português	8,4	7,9	8,1	9,1	9,0	7,5	7,5	7,5	6,1	6,9	6,8	
Física									6,0	7,5	6,0	
IDEB/ ENEM _N								5,25	5,35			

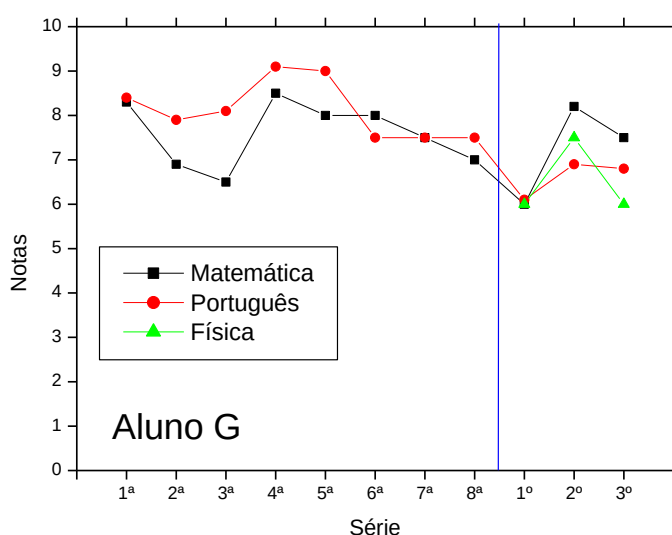


Figura 11: Notas em Português, Matemática e Física, do Aluno G

Nos questionários o Aluno G apresentou um comportamento unicamente de crescimento. Suas notas foram 5, 6, 7 e 8 nos quatro momentos, respectivamente. Esse comportamento assemelha-se ao de um sistema linear clássico, ou seja, com a realização de aulas e experiência em etapas sequenciais (estímulos) a nota (resposta) do Aluno aumentou durante o processo e sempre na mesma taxa (aumentos de 1 ponto). Esse comportamento é inusitado, embora desejado, porque o processo ensino-aprendizagem é notadamente algo bastante complexo (não linear). Dentre os nove alunos estudados, além do Aluno G, apenas o Aluno H também aumentou a nota do questionário após a realização da experiência (notas 5, 6, 6 e 6 durante o processo). Observando as Figuras 4 e 10 percebe-se o mesmo comportamento geral médio: notas de Português e Matemática, e também de Física no ensino médio, com comportamentos similares; e um decréscimo de notas no ensino fundamental seguido de um aumento e nova diminuição de notas no ensino médio (ver Figura 12). Importante observar nas Tabelas 3 e 9 que o Aluno G cursou o ensino fundamental em escolas particulares, enquanto o Aluno H frequentou escola pública.

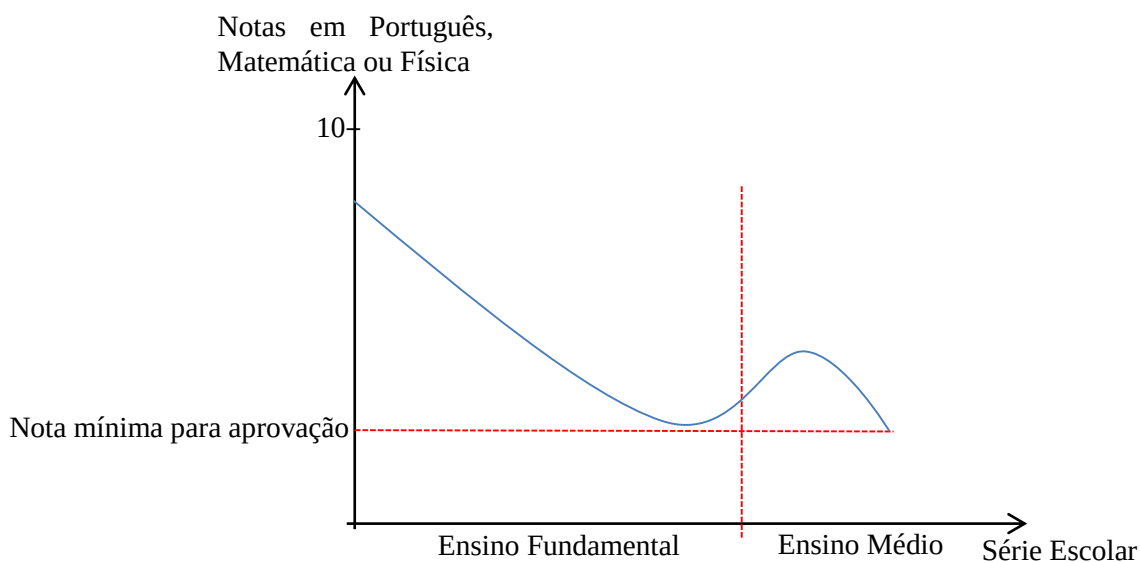


Figura 12: Padrão do comportamento das notas dos alunos que demonstraram uma melhora nas notas imediatamente após a realização da experiência.

Outro fato importante observado nos históricos escolares é que, com exceção do Aluno H, todos os outros tiveram uma queda nas notas em Português ou em Matemática ou em ambas na transição do ensino fundamental (8ª série) para o ensino médio (1º ano). Diante disso, surgiu

a necessidade de uma análise da correlação entre a diferença de nota entre essas séries com a diferença das notas das escolas (IDEB/ENEM_N). A figura 13 mostra os resultados.

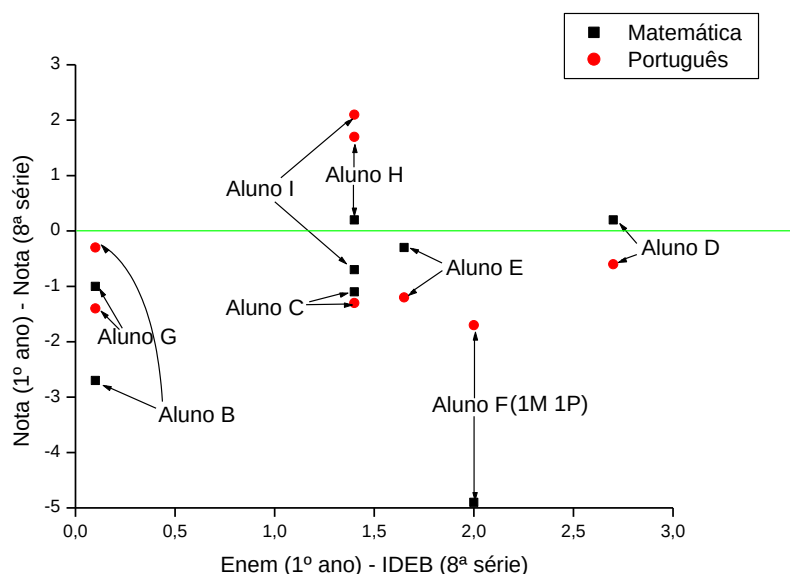


Figura 13: Relação entre as notas do IDEB, ENEM e as notas da 8ª Série e 1º ano. No gráfico “1M” e “1P” indicam, respectivamente, o número de reprovações em Matemática e Português no 1º ano do ensino médio.

Algo que merece destaque na Figura 13 é que alunos advindos de colégios com IDEB próximo à nota média no ENEM_N do IFS não conseguiram repetir logo no primeiro ano do ensino médio o desempenho apresentado na 8ª série – exemplo disso são os Alunos B e G. Essa situação pode se tornar ainda mais crítica quando a diferença entre a nota do ENEM_N (1º ano) e IDEB (8ª série) é maior que 2, caso do Aluno F que teve uma reprovação em Português e em Matemática. A exceção foi o aluno H, que apesar de cursar o ensino fundamental num colégio com IDEB com aproximadamente 1,5 pontos inferior ao ENEM_N do IFS, conseguiu, com relação às notas da 8ª série, obter notas melhores já no primeiro ano que cursou o ensino médio. Importante notar os alunos que tiraram nota máxima nos questionários (Alunos D e E) também sentiram essa transição, contudo o aluno D conseguiu melhorar sua nota em Matemática.

4. CONCLUSÃO

O uso de experimentos permite colocar os alunos em contato direto com fenômenos físicos, todavia, para uma efetiva aprendizagem significativa, como defende Ausubel, é necessário que os alunos tenham os subsunçores adequados em sua estrutura cognitiva. Na análise dos dados foi possível observar que alunos capacitados, que conseguiram nota máxima

no primeiro momento, ou seja, tinham subsunçores decorrentes da aula tradicional, ao longo dos demais momentos mantiveram sua nota. Do ponto de vista cognitivo isso ocorreu devido aos alunos terem uma compressão acerca do que foi abordado no experimento de modo que o que eles observaram apenas confirmou o que eles já sabiam.

Os alunos que no primeiro momento tiraram nota baixa não apresentaram uma evolução ao longo dos outros momentos. Eles não adquiriram os subsunçores para compreender o fenômeno da atração e repulsão entre fios percorridos por correntes elétricas. Isso deve ser trabalhado antes da apresentação do experimento através de uma aula que seja preparada especificamente para esses alunos, a partir da compreensão dos principais conceitos que eles devem ter para que ocorra aprendizagem significativa.

Além disso, foi observado que alunos que normalmente tiram notas médias apresentaram uma evolução ao longo dos momentos. Isso mostra que o uso de experimentos contribui para a aprendizagem significativa deste grupo. Os gráficos mostraram que os alunos apresentam uma queda de desempenho na transição da 8ª série do fundamental e ao 1º ano do ensino médio, mesmo os alunos de escola particular apresentaram uma queda no desempenho no ensino médio, porém há alunos que conseguem superar isso caso do Aluno H que melhorou suas notas.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Tradução de Eva Nick. Rio de Janeiro : Editora Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Tradução: Lígia Teopisto. Plátano Edições Técnicas: Lisboa, 2003.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa, Plátano. Edições Técnicas. Tradução ao português de Lígia Teopisto, do original *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*, 2006.

BALESTRO, C. O.; MONTOVANI, A. M. **Hiperhistórias-ambiente multimídia estimulador das inteligências múltiplas**. In: CONGRESO IBEROAMERICANO DE INFORMÁTICA EDUCATIVA, 5., 2000, Viña Del Mar. *Anais....* Viña Del Mar, 2000.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 1.006, de 30 de dezembro de 1938**. Disponível em: <<https://www.fnede.gov.br/fndelegis/action/UrlPublicasAction.php>>. Acessado em: 05 fev. 2017.

BRASIL. **Decreto nº 91.542, de 19 de agosto de 1985.** (Revogado) Disponível em: <<https://www.fnde.gov.br/fndelegis/action/UrlPublicasAction.php>>. Acesso em: 05 fev. 2017.

BRASIL. MEC/FNDE. **Histórico do Programa Nacional do Livro Didático.** Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/programas/livro-didatico/livro-didatico-historico>>. Acesso em: 05 fev. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio:** Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEB, 2006. 135 p.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PNC's+)/ Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 05 fev. 2017.

BRITO, R. M. C. **O Professor, a Aprendizagem Significativa e a Avaliação: Base para o Sucesso Escolar do Aluno.** Centro de Educação, UFPE, 2012. (Comunicação Oral)

CARLOS, E. R. **Física.** Brasília, 2004. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/08Fisica.pdf>>. Acesso em: 05 fev. 2017.

CARVALHO, A.M. P. et al. **Ensino de Física.** São Paulo: Cengage Learning, 2011.

DEMO, P. **Formação de Formadores Básicos.** Em Aberto, nº 54, Abr./Jun.1992.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel.** São Paulo: Moraes, 1982.

PIAGET, J. **O Nascimento da Inteligência na Criança.** Rio de Janeiro: Zahar, 1982.

PIAGET, J. **Gênese das estruturas lógicas elementares.** Rio de Janeiro: Forense, 1975.

PIAGET, J. **Seis Estudos de Psicologia** . 19.ed. Rio de Janeiro: Forense, 1993.

PORTAL G1. Disponível em: <<http://g1.globo.com/educacao/enem/2013/enem-2013-medias-por-escola.html>>. Acesso em: 04 fev. 2017.

PORTAL MEC. Disponível em: <portal.mec.gov.br/images/divulgacao_ministro.xls>.
Acesso em: 04 fev. 2017.

SECRETÁRIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA. Ciências da natureza, Matemática e Suas Tecnologias. – Brasília: Ministério da Educação, 2006. p.135. Disponível em:
<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2017.

SOUZA FILHO, M. P.; CHAIB, J. P. M. C.; CALUZI, J. J.; ASSIS, A. K. T. Demonstração Didática da Interação entre Correntes Elétricas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 29, n. 4, p.605-612, Out./Dez. 2007.

ANEXO I – ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS

No PNLD 2015 são sugeridos 14 coleções de livros para o ensino, dos quais foram selecionados 8 livros destinados ao 3ª ano do ensino médio. As análises dos livros estão a seguir:

Guimarães, Osvaldo. **Física**. vol. 3 1.ed. -São Paulo: Ática, 2013.



Clareza na abordagem dos conceitos	Rigor matemático	Profundidade na abordagem do conteúdo	Quantidade de exemplos e exercícios	Relação com tecnologia	Sugestão de experimentos
Bom	Regular	Bom	Regular	Bom	Bom

Física 3

O livro Física apresenta os temas relacionados a fenômenos elétricos e magnéticos, com linguagem simples sem, no entanto perder o rigor científico. Logo na unidade 1 o autor inicia fazendo uma análise do consumo médio de todos os aparelhos elétricos que os alunos têm em casa, mostrando nessa parte uma imagem ilustrativa de uma casa, onde é mostrada uma tabela do consumo médio de todos os aparelhos elétricos que as pessoas têm em casa, a exemplo: geladeira, ferro elétrico, computador, e etc. O autor aqui trabalha um dos aspectos que são defendidos nos PCN's que é a formação do consumidor consciente que sabe quais aspectos deve observar ao comprar um produto.

Nos capítulos seguintes algumas seções importantes são apresentadas, como *Física Explica*, nesta seção são apresentados assuntos ligados ao tema de cada capítulo, indo um pouco além tratando de fenômenos inter-relacionados. Além de Aplicações tecnológicas subjacentes. Como no capítulo 1 onde são apresentados fenômenos ligados correntes elétricas, tais como efeito magnético, fisiológico, Joule, luminoso e químico. Outra seção de destaque no livro é *Física tem História*, onde são apresentados fatos históricos da Física mostrando sua importância social, política, religiosa, econômica e cultural de descobertas Físicas. A exemplo disso no capítulo 2 é apresentado um texto cujo título é A guerra das correntes, no qual é apresentado a disputa histórica entre Thomas Edison e George Westinghouse, cujo discussão é centrado no fornecimento de energia elétrica através de corrente contínua e por corrente alternada.

Na seção *Em construção*, são apresentados textos de físicos que contribuíram para descobertas científicas relacionada a fenômenos elétricos e magnéticos. Além de sugestões de trabalhos para serem realizadas em grupos, dessa forma podem ser utilizadas durante as aulas para auxiliar o professor. Como no capítulo 4 é apresentado um texto sobre a vida e obra de

Robert Andrews Millikan, e também é sugerida uma pesquisa das obras que renderam a Millikan o prêmio nobel em Física no ano de 1923, para elaboração em grupo e apresentação em forma de seminário. Na seção *Compreendendo o mundo*, são apresentados nestes tópicos textos que abrangem conhecimentos de diversas áreas não só da Física, mas como da biologia, química entre outras. No capítulo, por exemplo, é apresentado um texto cujo título é “A eletricidade da inteligência” no qual é feita uma abordagem sobre os neurônios, falando sobre os processos que ocorrem no cérebro, como são enviadas as informações através dos neurônios.

O livro deixa a desejar quando se trata de rigor matemático como no capítulo 2 pág. 42. Ao tratar da associação de resistores em série para ilustrar os dados o autor lança mão da somatória sem, no entanto se apropriar de seu significado matemático, uma vez que ele mostra a fórmula e não diz o que é a somatória então o aluno que tivesse o primeiro contato com este ente matemático necessitaria de outro material auxiliar para entender a função dele. No capítulo 5 pág. 115. Ao tratar da associação de capacitores em série para ilustrar o valor do capacitor equivalente o autor emprega o produto e a somatória sem, no entanto dizer o que cada um desses entes matemáticos significa. Além disso, usa o termo C_{eq} sem explicar em nenhum parágrafo seu significado. No capítulo 2 pág. 48. são apresentados gráficos ao acaso, sem uma abordagem adequada do que é mostrado através dos mesmos. Apresentar gráficos sem uma explicação pode prejudicar aprendizagem uma vez que os alunos têm notoriamente dificuldades em trabalhar com gráficos.

O livro apesar de apresentar em média 25 exercícios propostos por capítulo em média, não apresenta exercícios resolvidos nos capítulos 4, 5, 6 e 7 são apresentados somente exercícios propostos sem, no entanto apresentar nenhum exercício resolvido antes destes, ou seja, o aluno que fosse utilizar esse livro teria que buscar outro material auxiliar que lhe apresentasse exercícios resolvidos que servissem de base para resolução dos exercícios que são propostos no livro.

Nas seções *Física explica* são apresentados aplicações tecnológicas dos conhecimentos oriundos dos temas abordados em cada capítulo, o livro apresenta uma boa quantidade de experimentos sugeridos, um por cada capítulo a maior parte é de fácil obtenção dos materiais e realização apenas alguns poucos dos experimentos sugeridos apresentam alguma dificuldade na obtenção dos materiais para realização dos mesmos.

Ser protagonista: Física, 3º ano: ensino médio. 2.ed.-São Paulo: Edições SM, 2013.



Clareza na abordagem dos conceitos	Rigor matemático	Profundidade na abordagem do conteúdo	Quantidade de exemplos e exercícios	Relação com tecnologia	Sugestão de experimentos
Bom	Regular	Bom	Muito bom	Regular	Bom

Ser protagonista

Logo no capítulo 1 página 13 o autor apresenta o princípio de conservação das cargas, no entanto o faz sem explicar o que são os termos Q_{inicial} e Q_{final} , além disso, não mostra o rigor matemático adequado para apresentação do princípio de conservação da carga ao não usar a somatória. No entanto, ele usa uma matemática de simples assimilação pelo aluno.

Em cada página além da apresentação do conteúdo é apresentado um quadro cujo título é *Ligado ao tema* no qual são tratados temas ligados ao conteúdo, tais como experimentos que contribuíram para descobertas científicas, além de aplicações tecnológicas, e cuidados que devem ser adotados para se evitar choques elétricos. Como no capítulo 4 onde ele trata sobre a corrente resultante de uma associação em paralelo de n geradores iguais, e utiliza linguagem matemática adequada para abordar esse assunto.

Ao longo do livro há seções como *Física e Geografia*, *Física e tecnologia*, *Física e astronomia* que complementam e aprofundam o conhecimento do aluno no tema abordado nos capítulos, uma vez que usa da interdisciplinaridade. Os assuntos abordados nessas seções: *desvendando os fascínios do raio*, *pequenos habitantes de um mundo próximo e alma*, *maior projeto astronômico da terra*. No entanto, o autor não o faz em todos os capítulos.

Nas seções *Física tem História* são apresentadas as bibliografias de físicos que contribuíram com descobertas através de experimentos para o desenvolvimento da ciência física, nas seções Laboratório são apresentados em média um experimento por capítulo, e todos de baixo custo e fácil construção constituindo dessa forma numa fonte de recursos didáticos aos professores e aos alunos.

O livro apresenta em média 66 exercícios (propostos + resolvidos) por capítulo o que contribui para fixação dos conteúdos abordados, os exercícios resolvidos tem forte ligação com os exercícios propostos, outro positivo aqui é a variedade de fontes utilizadas pelo autor na seleção dos exercícios, uma vez que tem-se no livro questões de vestibulares das principais instituições da rede federal do Brasil além de questões do enem.

Gonçalves Filho, Aurelio; Toscano, Carlos. **Física: Interação e Tecnologia**. vol. 3 1 ed. – São Paulo: Leya, 2013.



Clareza na abordagem dos conceitos	Rigor matemático	Profundidade na abordagem do conteúdo	Quantidade de exemplos e exercícios	Relação com tecnologia	Sugestão de experimentos
Bom	Regular	Regular	Regular	Bom	Bom

Física: Interação e Tecnologia

Oferece aos professores logo na primeira seção denominada *Assessoria Pedagógica* sugestões de atividades integradoras, onde há um modelo de atividade das áreas: ciência da natureza e suas tecnologias/Linguagem. Além de outras atividades com filmes e séries nos quais são abordados questões sociais, ambientais, dentre outros aspectos importantes no processo de ensino aprendizagem. Dessa forma o professor tem a disposição um material auxiliar na hora de planejar atividades em sala.

Na página 10 antes mesmo de iniciar o capítulo 1 é apresentado um texto no qual se discute a evolução da ciência, tecnologia e a influência dessa evolução na sociedade e os aspectos negativos como o uso dessas tecnologias nas duas guerras mundiais. Esse livro diferente de outros livros inicia pela eletrodinâmica, e tem sugestão de experimentos e o número de aulas necessárias para introduzir o assunto. Ele o faz em todos os capítulos dessa forma o professor pode iniciar cada tópico com um experimento para discutir os conceitos físicos de forma qualitativa e quantitativa.

Nas seções *ALGO A+* são apresentados conceitos importantes ligados aos temas abordados em cada capítulo, complementando assim o conteúdo abordado, entre os assuntos abordados nessas seções temos:

1. Fusíveis e disjuntores: qual a função deles em um circuito?
2. Choque e resistência elétrica
3. Resistência elétrica e temperatura
4. De onde vêm as descargas elétricas?

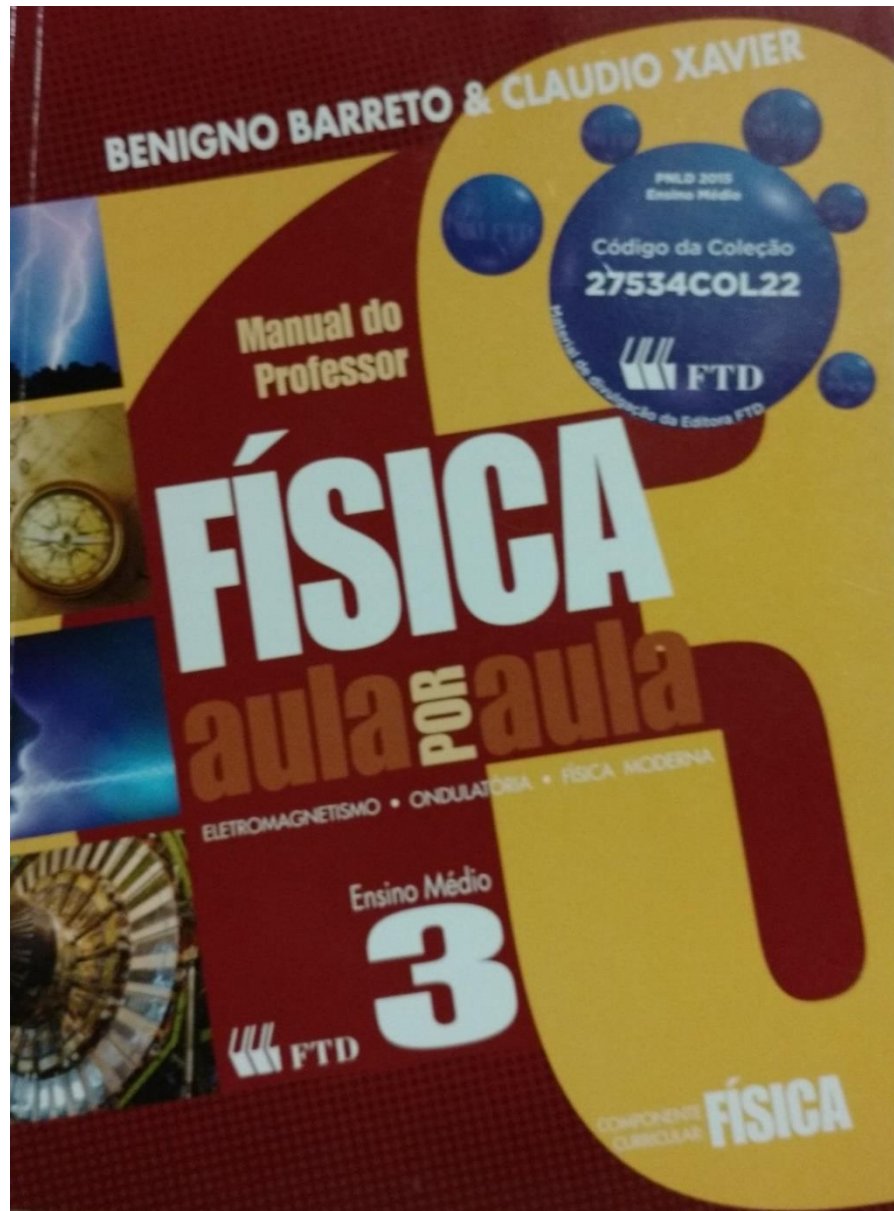
Dentre outros que trazem informações relevantes que contribuem para o aprofundamento dos temas abordados. No entanto, falta uma discussão mais ampla sobre os conceitos físicos. Outra seção fundamental no contexto do livro é *Texto e interpretação* onde são tratados aspectos históricos, e as controvérsias científicas, além do contexto social na produção do conhecimento. Ao final do livro o autor apresenta uma proposta de projeto para ser desenvolvido em sala cujo tema é uso racional e fontes alternativas de energia elétrica.

No capítulo 1 página 23 o autor ao descrever o conceito de potência de um aparelho não apresenta a expressão matemática que dá a potência como a razão entre a energia elétrica e a variação do tempo. Já na página 51 do mesmo capítulo ao tratar sobre circuitos com fontes, receptores em série é apresentada a expressão matemática da corrente do circuito como sendo a razão $i = \frac{\sum_{fem} - \sum_{fcm}}{\sum_{resistências}}$ e apesar de dizer que o termo usado aqui é a somatória, não há uma explicação do significado da somatória para fontes e receptores.

O livro apresenta em média 65 exercícios (Exercícios propostos + exemplos + exercícios resolvidos) por capítulo, número considerado bom, no entanto nos quatro capítulos aqui analisados só são apresentados somente 2 exercícios resolvidos e no mesmo capítulo. Dessa forma a falta de exercícios resolvidos é prejudicial ao aluno que muitas vezes busca no livro didático uma fonte de estudo.

Nos capítulos analisados são apresentados onze experimentos em média dois experimentos por capítulo, apenas o quarto capítulo não apresenta nenhuma sugestão de experimento. Todos os experimentos sugeridos são de baixo custo, e fáceis de serem realizados.

Barreto Filho, Benigno; Xavier, Claudio. **Física aula por aula: eletromagnetismo, ondulatória, física moderna: 3º ano.** 2 ed.-São Paulo: FTD, 2013.



Clareza na abordagem dos conceitos	Rigor matemático	Profundidade na abordagem do conteúdo	Quantidade de exemplos e exercícios	Relação com tecnologia	Sugestão de experimentos
Bom	Regular	Bom	Regular	Bom	Regular

Física aula por aula: eletromagnetismo, ondulatória, física moderna: 3º ano

O livro apresenta os conceitos de forma clara, sem no entanto apresentar qualquer incoerência física. Logo no capítulo 1 página 30 o autor apresenta o princípio de conservação das cargas, no entanto não mostra o rigor matemático adequado para apresentação do princípio de conservação da carga ao não usar a somatória. No entanto, ele usa uma matemática de simples assimilação pelo aluno. Além disso, ao tratar da associação de resistores em série e em paralelo (cap. 6, págs. 93 e 94), e da associação de capacitores em série e em paralelo (cap. 6, págs. 105 e 106) não são apresentadas as expressões matemáticas gerais para as associações de n capacitores diferentes e de n capacitores diferentes.

As seções *Pense Além*, abordam conceitos relacionados aos temas de cada capítulo de forma lúdica. Como no capítulo 7 que cujo título é *Afinal, o que há de errado em uma gambiarra?*, no qual o autor leva o aluno a refletir sobre algo presente na vida de muitos deles. Mas as seções não se restringem somente a conceitos, nessas seções são tratadas desde experimentos importantes para a Física como o experimento de Millikan há temas interdisciplinares como Física e arte. Outras seções que contribuem para enriquecimento do conhecimento do aluno são as *Quer saber?* Nas quais são tratados desde a história de Físicos como César Lattes, há assuntos tais como *Qual a diferença entre pilhas comuns e alcalinas?* Além de outros assuntos que dizem respeito à aplicação do conhecimento físico na tecnologia e na sociedade.

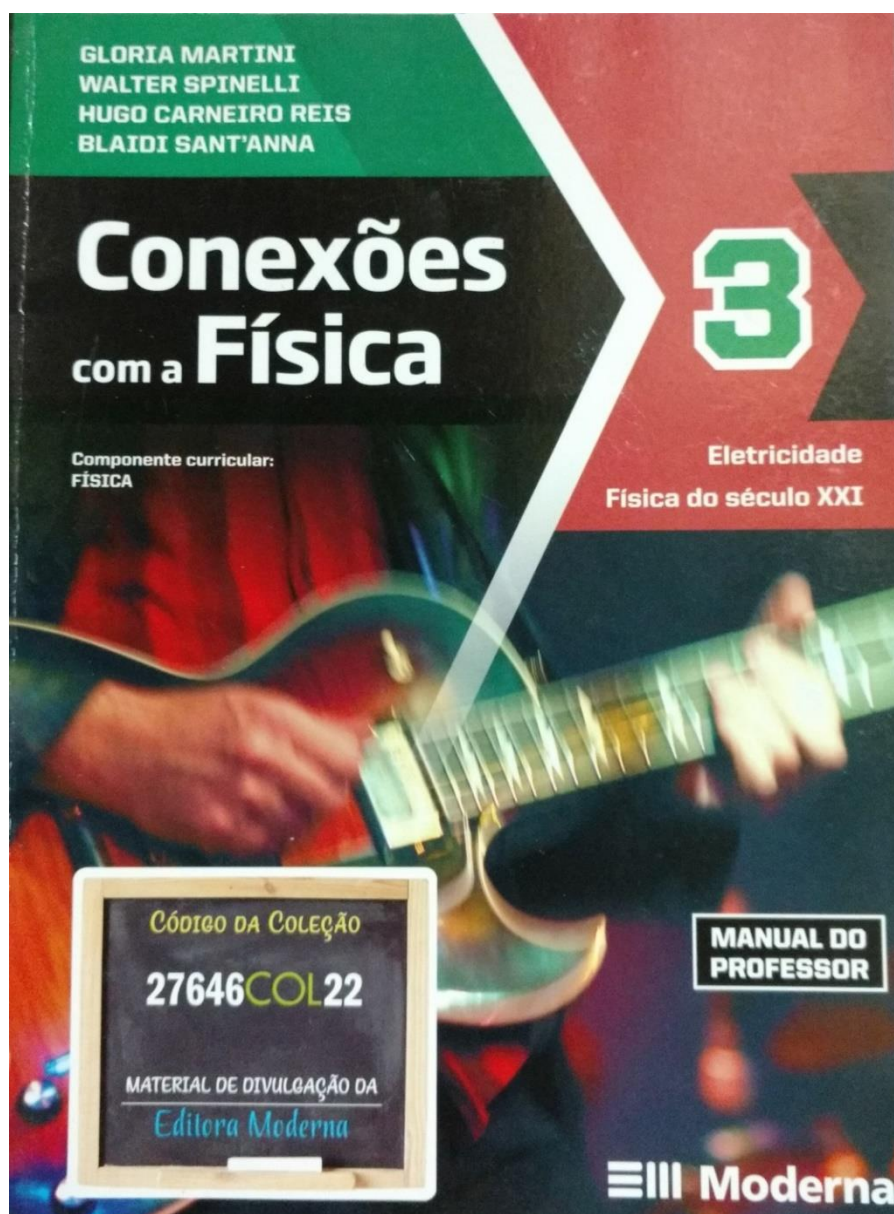
Nas seções *Lendo a Física com outro olhar* aborda a história da física ao tratar da contribuição de físicos como Benjamin Franklin, Ampère dentre outros que fizeram descobertas que serviram de base para ciência moderna. E diferentemente dos livros analisados anteriormente este aborda conceitos importantes do magnetismo em materiais, tais como diamagnetismo, paramagnetismo, e ferromagnetismo. Além da histere e do processo de imantação, dessa forma ele contribui para que o aluno se aprofunde no conhecimento sobre os fenômenos relacionados ao magnetismo.

O livro apresenta em média 30 exercícios (Resolvidos + propostos + Elabore resoluções), número que pode parecer pouco uma vez que os livros anteriores apresentavam 60 exercícios por capítulo, porém aqui o problema é que enquanto alguns capítulos apresentam

apenas 17 exercícios outros tem 58, ou seja, não há uma distribuição homogênea dos exercícios diferentemente dos demais livros analisados.

Nas seções *Experimente a Física no dia a dia* tem-se sugestões de experimentos simples com materiais, no entanto em 11 capítulos temos apenas três experimentos o que mostra que o professor que for utilizar esse livro necessitaria de outro material auxiliar que lhe fornece experimentos com materiais de baixo custo e que abordassem os principais conceitos do eletromagnetismo.

Sant'Anna, Blaidi [et al]. **Conexões com a Física**. vol.3 2 ed.-São Paulo: Moderna, 2013.



Clareza na abordagem dos conceitos	Rigor matemático	Profundidade na abordagem do conteúdo	Quantidade de exemplos e exercícios	Relação com tecnologia	Sugestão de experimentos
Bom	Regular	Regular	Regular	Bom	Regular

Conexões com a Física

Os conceitos físicos foram abordados ao longo do livro com linguagem de fácil assimilação, e apresentaram os conceitos científicos corretamente. O autor não usa de artifícios matemáticos tais como a somatória, porém apresenta os conceitos físicos através de uma matemática básica de fácil assimilação pelos alunos. O livro em alguns capítulos não apresenta um aprofundamento conceitual como visto nos livros analisados anteriormente como no capítulo 1 no qual o autor ao falar sobre cargas elétricas não aborda o princípio da conservação da carga total num sistema de partículas. Já no capítulo 9 ao tratar sobre capacitores o livro não trata sobre a associação de capacitores tema presente em todos os demais livros.

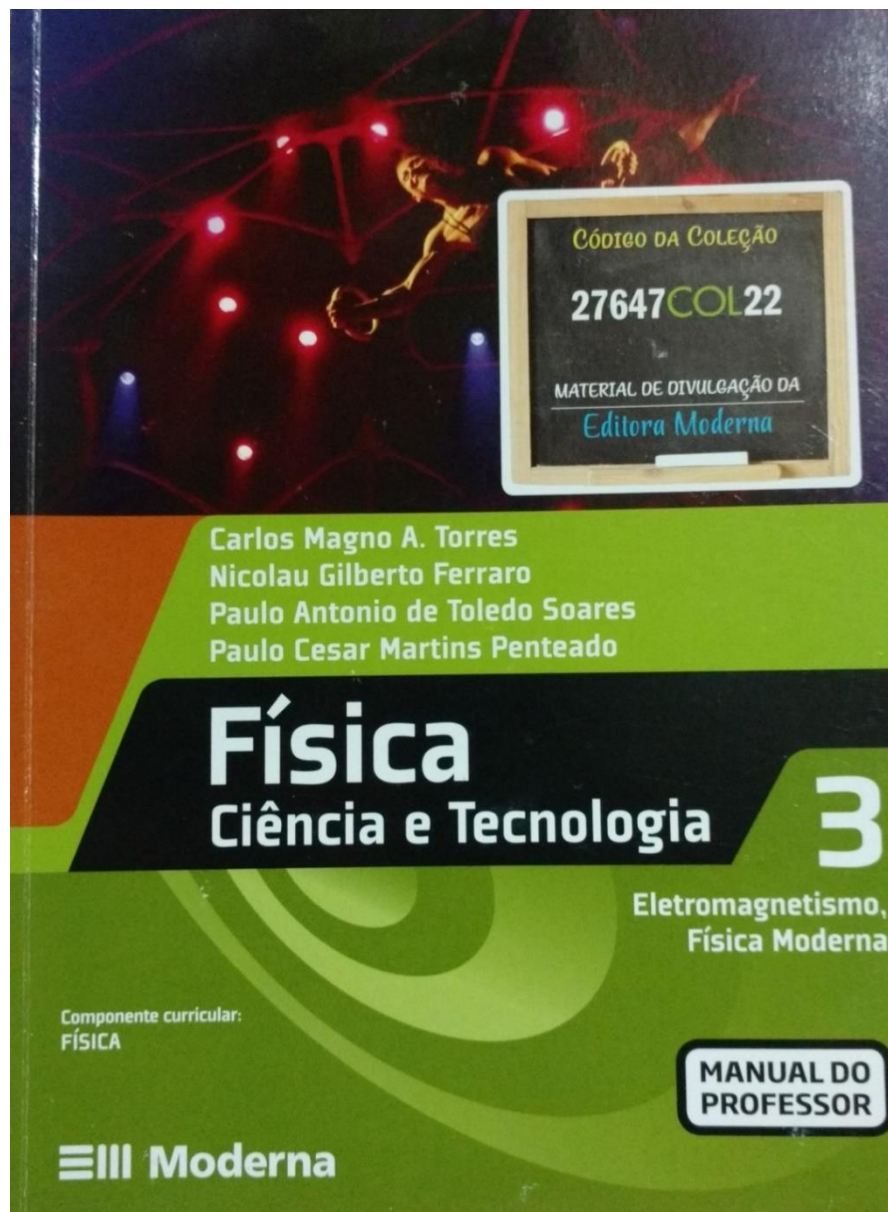
Nas seções *Para Saber mais* e *you precisa saber* são apresentados temas relacionados aos conteúdos de cada capítulo, além de aplicações tecnológicas. Como no capítulo 3 no qual o título é “Os opostos se atraem” onde a interação entre cargas elétricas é explicado com base na física moderna através da troca de partículas, no caso em questão a troca de fótons. No capítulo 6 nesta mesma seção o assunto é “O chuveiro elétrico e as diferentes temperaturas da água” no qual é discutido as diferenças entre a posição verão e inverno no chuveiro elétrico, em outros capítulos são tratados assuntos tais como Fusíveis e disjuntores dentre outros.

O livro apresenta 23 exercícios (exercícios propostos + resolvidos) numero bem inferior ao livro que recebeu conceito muito bom nesse quesito, nota-se que a distribuição dos exercícios nos capítulos é irregular, o capítulo 7 apresenta 46 exercícios já os capítulos 8 e 9 apenas 9 exercícios o que mostra que falta uma distribuição regular das questões ao longo livro.

Nas seções *Investigar é preciso – atividade experimental* são apresentados são apresentados experimentos de baixo custo e fáceis de serem realizados, no entanto, nos 12

capítulos analisados apenas três experimentos são apresentados número baixo de experimentos no contexto do livro.

Torres, C. M. A. [et al]. **Física: ciência e tecnologia**. vol. 3. 3 ed.- São Paulo: Moderna, 2013.



Clareza na abordagem dos conceitos	Rigor matemático	Profundidade na abordagem do conteúdo	Quantidade de exemplos e exercícios	Relação com tecnologia	Sugestão de experimentos
Muito bom	Muito bom	Muito Bom	Muito bom	Muito Bom	Regular

Física: ciência e tecnologia

O livro apresenta uma linguagem simples, consegue tratar de temas complexos de forma que facilita a compreensão do aluno. Além de abordar os principais temas ligados ao eletromagnetismo. Ao longo dos capítulos a linguagem matemática é simples sem artifícios matemáticos como a somatória, no entanto não perde no quesito rigor matemático uma vez que é bem explicativo ao descrever cada equação utilizada, além de ser de fácil assimilação pelos alunos.

O livro apresenta seções tais como *o que diz a mídia* onde são tratados temas que são discutidos na mídia trabalhando dessa forma a capacidade crítica do aluno, levando-o a questionar-se sobre a forma como a tecnologia resultado do conhecimento sobre eletromagnetismo é tratado na mídia, algo que é amplamente defendido pelos PCN's+. Como no capítulo 2 onde é tratado sobre o setor elétrico e as mudanças climáticas. Além de tratar de fenômenos naturais como raios e trovões, contribuindo dessa forma para um aprofundamento das discussões a respeito dos principais conceitos abordados em cada capítulo do livro. Há seções que abordam a parte histórica da física nas quais são tratados a história dos físicos que contribuíram para a evolução do conhecimento científico na área de eletromagnetismo. Além disso, há um capítulo somente dedicado ao tema Energia hoje e amanhã onde são tratados assuntos como a energia elétrica no Brasil, medindo a energia utilizada, produção alternativa, economizando energia, produção de energia alternativa, poluição ambiental e reciclagem. Assuntos relevantes que contribuem para uma ampla discussão sobre o impacto ambiental de cada fonte de energia, e também levando o aluno a ter uma visão crítica do sistema energético brasileiro, dessa forma o livro trabalha bem a formação do cidadão crítico que os PCN's+ defendem.

As seções *Aplicação tecnológica* apresentam as principais aplicações de cada tema tratado nos capítulos na tecnologia, no capítulo 1 o assunto abordado nessa seção é a xerografia processo no qual Chester Carlson recobriu uma placa de zinco com enxofre e eletrizou por atrito com algodão a placa e colocou em contato com uma lâmina de vidro, na qual ele escreveu a data do experimento e o nome do bairro, e ao iluminar o conjunto formado pela placa e a lâmina de vidro. Ele observou que ao separar a placa da lâmina e pulverizar a placa metálica com pó de licopódio, e este aderiu às partes eletrizadas formando a imagem do texto escrito. Após isso ele colocou um papel sobre a placa e ao aquecer o texto foi impresso no papel. Essa e outras aplicações são tratadas ao longo dessas seções, e dos capítulos do livro.

O número médio de exercícios (exemplos + propostos) são 79 por capítulo número superior a todos os que foram analisados, no entanto esse livro diferentemente dos demais temas que são tratados em mais de um capítulo nos livros anteriores neste são vistos em dois capítulos.

O livro apresenta uma distribuição dos conteúdos diferente de todos os livros analisados, enquanto os demais separam cada tema por capítulo este apresenta muitos temas em dois capítulos sem, no entanto perder a profundidade conceitual necessária para o estudo do eletromagnetismo, nos capítulos deste livro são apresentados 5 experimentos número considerado pouco diante da quantidade de temas abordados em cada capítulo.

Gaspar, Alberto. **Compreendendo a Física**. vol. 3. 2 ed.-São Paulo: Ática, 2013.



Clareza na abordagem dos conceitos	Rigor matemático	Profundidade na abordagem do conteúdo	Quantidade de exemplos e exercícios	Relação com tecnologia	Sugestão de experimentos
Muito bom	Bom	Muito bom	Regular	Bom	Muito bom

Compreendendo a Física

Ao longo do livro vê-se que apesar de não utilizar da matemática ao tratar sobre alguns tópicos o livro trás uma abordagem conceitual, são enunciados logo no capítulo 1 as características e as propriedades das cargas elétricas. A abordagem adotada para tratar dos assuntos em cada capítulo é bem clara na forma como trata de temas muitas vezes complexos para alunos que não tiveram contato ainda com os assuntos abordados.

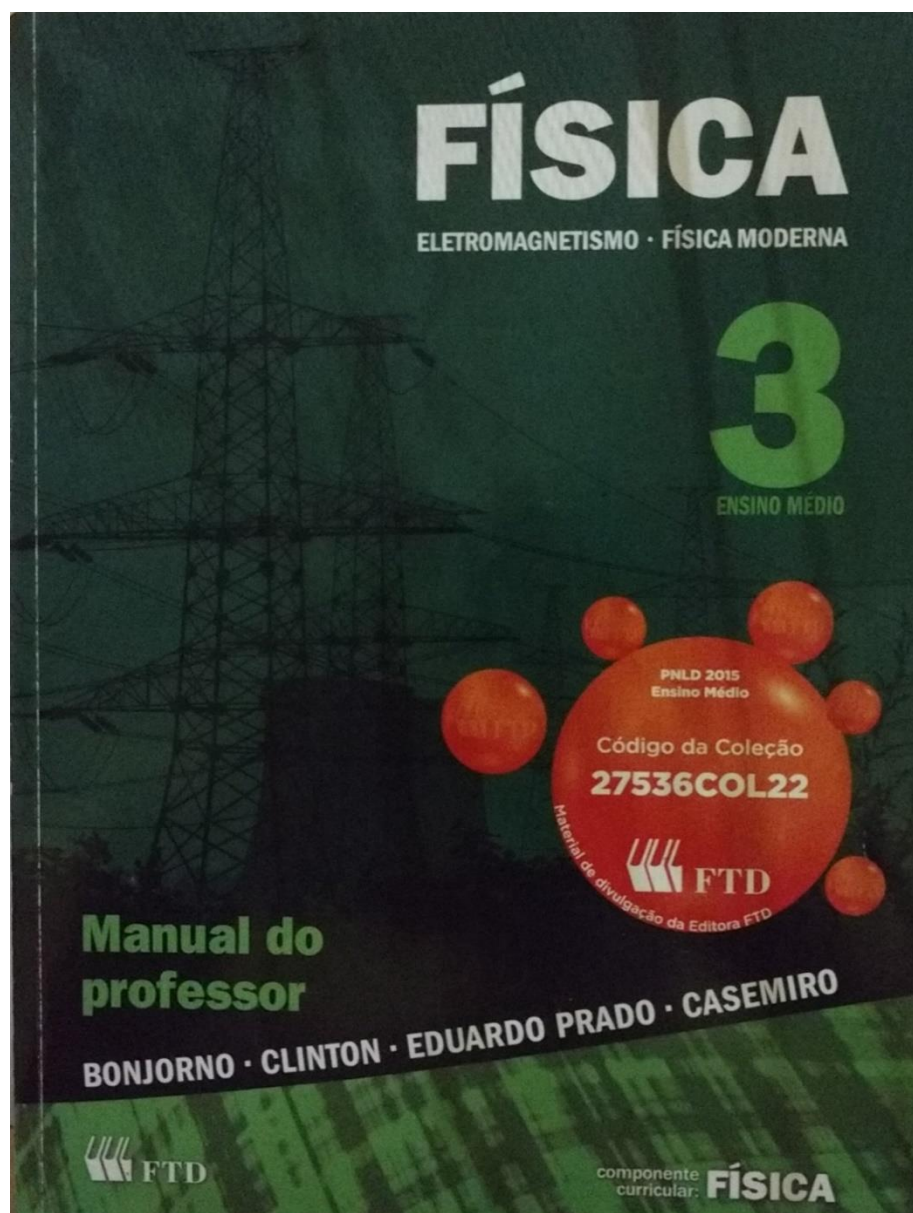
Logo no capítulo 1 o livro aborda temas importantes do eletromagnetismo como a conservação das cargas sem, no entanto usar artifícios matemáticos tais como expressões das cargas, ou a somatória, isso reflete um pouco a forma dotada para bordar os temas ao longo do livro, a somatória, por exemplo, só é utilizada no capítulo 7. Ao longo do livro os conteúdos são apresentados através de uma matemática de fácil assimilação e ao utilizar artifícios matemáticos tais como a somatória são explicitados os significados de cada termo das equações utilizadas.

No capítulo 1 ao falar de carga elétrica o autor fala de assuntos não tratados em outros livros como partículas elementares, em cada capítulo são apresentados caixas de texto nas quais são tratados assuntos relacionados aos temas de cada capítulo, tais como supercondutividade, breve histórico do átomo, dentre outros. Há seções e boxes denominados conexões que são apresentados ao longo do livro nos quais os temas de cada capítulo são aprofundados através de textos interdisciplinares. Dessa forma o aluno tem uma visão ampla dos campos do conhecimento inter-relacionados em cada assunto tratado, e esse aprofundamento conceitual é fundamental para a compreensão do eletromagnetismo.

O livro apresenta em média 21 exercícios (Exercícios resolvidos + propostos) numero inferior aos de outros livros analisados, há capítulos com 40 exercícios e outros com 13, 14, diante disso o professor que pretender utilizar este livro em sala deve adotar um livro auxiliar para a seleção de exercícios suplementares. Diferentemente do livro Física ciência e tecnologia, o livro Compreendendo a Física não tem um capítulo ou uma seção para tratar das aplicações tecnológicas, esse assunto é abordado nos capítulos sem tanta profundidade quanto poderia ser abordado.

Dois é numero médio de experimentos sugeridos por capítulo, numero muito bom comparado a outros livros aqui analisados, desse modo ele serve de fonte substancial para o professor ter e usar dentro da sala de aula.

Bonjorno [et al]. **Física: eletromagnetismo, física moderna: 3º ano** – 2.ed. – São Paulo: FTD, 2013.



Clareza na abordagem dos conceitos	Rigor matemático	Profundidade na abordagem do conteúdo	Quantidade de exemplos e exercícios	Relação com tecnologia	Sugestão de experimentos
Muito Bom	Bom	Bom	Regular	Bom	Bom

Física: eletromagnetismo, física moderna

A linguagem apresentada no livro é de fácil assimilação, os assuntos são abordados de forma clara, e precisa. O que facilita a compreensão por parte do aluno, dos princípios físicos mesmo aqueles que têm certo grau de complexidade por não estarem ligados ao cotidiano do aluno.

Ao longo dos capítulos a linguagem matemática utilizada é a adequada para todos os alunos, inclusive aqueles que não têm um aporte matemático necessário para estudar os principais temas do eletromagnetismo, o livro apresenta seções cujos títulos são *Saiba mais sobre, pensando ciência, A história conta e detalhes sobre* que tratam sobre temas tais como supercondutividade, modelos na ciência, choque elétrico, a física de um flash de câmera fotográfica dentre outros que contribuem para um aprofundamento conceitual a respeito da física vivencial, no âmbito tecnológico, assuntos relevantes que ampliam o conhecimento do aluno, e valorizam a Física como ciência que tem importância histórica e social.

O livro apresenta uma média de 28 exercícios (exercícios + resolvidos) por capítulo, número inferior aos de outros livros como *Física 3* (coleção ser protagonista), *Física: Interação e Tecnologia* e *Física: ciência e tecnologia*, logo para adoção deste livro em sala o professor deve buscar materiais complementares, ao longo dos capítulos observa-se que aplicações tecnológicas subjacentes dos temas de cada capítulo são abordados em seções *saiba mais sobre*. Dessa forma o aluno tem a possibilidade de observar a física aplicada, e seus impactos sociais.

Ao todo são apresentados 10 experimentos numero bom, comparado aos outros livros analisados média 1 experimento por capítulo, todos de baixo custo constituindo-se num material didático que o professor pode se utilizar em sala, e o aluno pode fazer experimetos com materias de facil aquisição.