

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE FÍSICA

ALBERTO TEIXEIRA DA FONSECA  
CATERINE SILVA E SOUZA  
DIEGO LEONARDO PIRES  
FELIPE GARCIA  
LUCAS ROBERTO DE LIMA PINTO

**GRAF VERSUS PROJETO HARVARD: CONSERVAÇÃO DOS MOMENTOS**

SÃO PAULO  
2020

## ASPECTOS GERAIS

Iniciando nossa análise pelo Projeto Harvard, temos um programa de ensino de Física que foi dirigido na década de 70 por James Rutherford, Gerald Horton e Fletcher Watson, com intuito de delinear um curso introdutório, enfático na Física como processo de conhecimento humano e atrativo aos estudantes de Ensino Médio dos EUA. Foi planejado de forma a contribuir com o conhecimento sobre fatores que influenciam o aprendizado de Física. Mais especificamente, o Projeto Harvard preocupou-se em caracterizar a Física como ciência de fato, proporcionando aos alunos conhecimento sobre a área por meio de perspectivas, tanto histórico-culturais, quanto de vivência experimental científica satisfatórias. O projeto também tem como objetivo reconhecer a importância do professor no processo educacional e oferecer subsídios para que adaptem seus cursos de acordo com as habilidades e necessidades de seus estudantes.

Em “O Triunfo da Mecânica”, unidade que estamos avaliando apenas os conteúdos sobre conservação de momento, as principais ênfases curriculares utilizadas pelos autores foram aparentemente ênfase das explicações corretas e ênfase da fundamentação sólida, mas que dizem desviar-se dos cursos tradicionais de Física em dois aspectos: ao oferecer o mínimo de formalismo na apresentação de conceitos principais da mecânica newtoniana, leis de conservação de momento e energia e também ao final das seções almejando um aprofundamento necessário a conteúdos interligados que serão dados a posteriori.

Quanto ao que traz o Projeto Harvard, apesar de não delimitar nem o tempo necessário às atividades, nem o nível de dificuldade, são disponibilizados textos iniciais para contextualização histórica, já no livro do professor (Resource Book) há artigos adicionais para aprofundamento e soluções para exercícios propostos no livro do estudante. Foram disponibilizadas junto do material, algumas transparências, fotos e vídeos curtos das experiências realizadas, bem como notas sobre as demonstrações a serem feitas pelo professor. Na questão da interatividade, além das experiências e exercícios propostos, o Resource Book sugere Quiz e questões para possíveis discussões em sala de aula com o intuito de introduzir os conteúdos. Quanto à avaliação, mesmo sem fornecer diretrizes para guiar sua elaboração, o projeto estima a aplicação de uma a cada final de unidade, seguindo o cronograma proposto pelos autores.

Agora, analisando o projeto brasileiro para estabelecermos posteriormente uma comparação, Assim como informa o site do IFUSP, o GREF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física - é composto de professores da rede estadual de ensino de São Paulo, coordenados por docentes do Instituto de Física da USP, que trazem um material cujos conteúdos foram propostos de forma a evitar tratamentos “tecnicistas” e “formalistas”, para dar ênfase a elementos vivenciais/cotidianos e fomentar a percepção da utilidade e da universalidade da Física. Seus objetivos de aprendizagem, a partir dessa vinculação com o cotidiano, versam sobre tornar significativo o aprendizado científico mesmo para alunos cujo futuro profissional não depende diretamente da Física, bem como dar condições de acesso à compreensão conceitual/formal consistente, caso seja almejada uma carreira universitária. Quanto às ênfases curriculares, como se encontra no próprio objetivo do projeto de Ensino, se baseia nas vivências cotidianas dos alunos.

Em relação ao material disponibilizado, há o livro oficial que é na verdade um livro para o professor que contém as diretrizes para as discussões em sala de aula que nortearão o levantamento necessário para guiar as aulas, questões, exercícios, problemas resolvidos (situações práticas com o formalismo pertinente), atividades de observação e experimentação, além de apresentar um indicativo de trabalho futuro do grupo que elaborou o GREF, que seria o foco em textos abordando aspectos históricos da evolução da Ciência.

O projeto de ensino do GREF não delimita níveis de dificuldade ou mesmo séries e avaliações pertinentes aos conteúdos, porque parte de uma perspectiva mais freireana, baseada no levantamento das potencialidade de cada turma. E, sendo assim, quanto à interatividade entre alunos e professores, isso acontece nos grupos de discussão que antecedem a apresentação de conceitos físicos, que auxiliarão o professor a delinear as relações estabelecidas entre os aspectos trazidos pelos alunos e o curso de suas aulas.

## **ASPECTOS TEXTUAIS**

Primeiramente falando sobre o GREF, Nota-se que os autores do texto apresentam cuidado ao utilizar exemplos que sustentam a construção do conceito físico, reforçado com situações cotidianas evocadas pictoricamente, seguidas de descrição clara e com linguagem acessível, também com a utilização de charges que é um gênero textual bastante presente no universo dos alunos. Os parágrafos são curtos, com espaçamento entre eles, sugerindo uma

fruição da leitura e de fácil localização dos conceitos centrais. Nomes (conceitos) importantes ao longo do texto, apresentam-se em negrito, o que sugere um cuidado que permite ao leitor, uma atividade recursiva no texto, não esperando que a leitura seja sempre completa, uma vez lido. Além disso, a utilização de pronomes, advérbios e conjunções, reforça a coesão textual.

O uso de analogias ao invés de linguagem demasiadamente técnica, garante o desenvolvimento da noção de quantidade de movimento negativa, sem, no entanto, afastar o aluno do rigor científico, pois logo os autores associam a adoção do sinal negativo com a escolha do referencial.

Os problemas são apresentados com um recurso lúdico contundente. Assim como no slide anterior, as situações e exemplos apresentados, nem sempre fazem referência direta ao conteúdo, mas apresentam-se como problemas em que se faz necessário utilizar os conceitos desenvolvidos até então.

O recurso utilizado pelos autores para apresentar os problemas, é claramente intencional. Pois a escolha lexical, leva o leitor a assumir uma postura investigativa.

Percebe-se fortes indicadores de coesão e coerência na estrutura textual, pois as opções programáticas são referenciadas ao longo dos capítulos, estabelecendo um diálogo com o leitor/professor, permitindo, inclusive, ao professor, fazer escolhas ao longo da condução de seu trabalho. Embora em menor quantidade, em comparação com a outra versão, alguns recursos lúdicos na exemplificação de abordagens ao conteúdo são identificadas. No conjunto onde figura este recorte, são encontrados 8 exemplos rápidos com ilustração.

Na versão do professor, a estrutura textual também apresenta indicadores de coesão e coerência, como conjunções e advérbios. Sempre havendo uma recorrência às ideias desenvolvidas previamente.

Já no Projeto Harvard, notamos uma clara intenção de dar profundidade ao texto, pelas referências a filósofos e cientistas que se dedicaram a estudar o tema, caracterizando, portanto, parágrafos mais longos em comparação com o GREF

Embora com um rigor matemático considerável no tratamento do tema, notamos que a elaboração do material prevê a participação ativa do professor na condução do trabalho, embora também, no GREF possamos identificar sugestões de postura ativa do professor, o material conta com a participação ativa dos estudantes.

## **ASPECTOS PEDAGÓGICOS E METODOLÓGICOS**

Tratando-se dos aspectos pedagógicos e metodológicos.

Começaremos pelo GREF na contextualização do livro todos os conceitos são apresentados baseado em situações do cotidiano dos alunos ou situações que eventualmente passaram na infância.

Tomando as experiências pessoais e do cotidiano, como podemos ver na imagem ao lado, para cada conceito apresentado os autores tiveram o cuidado de desenvolvê-lo usando elementos do dia-a-dia do aluno, como jogar bola, brincar com bolas de gude ou até mesmo jogar bilhar, todos esses exemplos foram utilizados como forma de se introduzir “conservação de energia e do momento linear”.

Tratando-se da proximidade com a realidade podemos perceber que ela existe e que é uma preocupação clara dos autores, uma vez que podemos dizer que o método de ensino de física empregado aqui é o de aproximação da física com a realidade e cotidiano.

Podemos observar também que o GREF, valoriza o trabalho em grupo, pois ao fim do capítulo ele traz duas atividades em grupo, uma experimental, onde os alunos terão que construir o experimento e analisá-lo e o segundo não experimental, onde os alunos teriam que analisar um mecanismo, previamente descrito. Importante dizer que em ambos os casos o livro fornece um roteiro de perguntas, onde se pede a explicação e como os experimentos se relacionam com o conteúdo.

Discutiremos agora o Projeto Harvard.

Por se tratar de um livro americano, muitos dos exemplos usados são dos seus próprios cotidianos, como por exemplo: futebol americano, baseball e hockey no gelo, como podemos observar na página ao lado. Como sabemos que o intuito do livro era ser direcionado às escolas brasileiras então, podemos afirmar que não seguem os conhecimentos prévios nem experiências culturais.

Por muitos dos exemplos serem relacionados a cultura local americana, as experiências serão restritas a poucos alunos, uma vez que grande parte da população não tem contato ou não valoriza essa parte dos exemplos trazidos pelo livro.

Tratando da proximidade com a realidade brasileira o livro desenvolvido por Harvard não tem conexão com a nossa realidade, uma vez que em nosso país não é um grande polo astronômico com lançamento de foguetes e tudo mais.

Em se tratando da valorização do trabalho em grupo, pelo menos no capítulo

analisado pelo grupo não foi encontrado menções a trabalhos em grupo.

## **LIVRO DO PROFESSOR**

Começando a análise pelo GREF, podemos ver que o projeto brasileiro tem uma introdução que situa o professor nas suas intenções e objetivos, estabelece a relação que se espera que o texto tenha dentro da sala de aula com os alunos e os professores, convidando-os a acrescentar e aprimorar o material conforme a necessidade, se posicionando como apenas uma sugestão de procedimentos a serem empregados.

Na introdução do nosso tema, os autores estabelecem um plano de curso com etapas para se abordar a mecânica, sugerindo maneiras de conduzir a introdução do assunto em sala de aula e como instigar a atenção do aluno.

O plano de curso é dividido em 4 partes divididas em critério de aprofundamento e dificuldade, cada parte tem uma tabela com exemplos de “coisas” que os alunos podem associar com “conceitos” físicos. O texto é simples, apresentando o conteúdo do início, sem pular etapas, ou presumir conhecimento prévio, e está repleto de exemplos do cotidiano e de fácil assimilação utilizando recursos visuais. Ao final de cada capítulo existem propostas de exercícios com resolução e atividades complementares, com um roteiro de experimentação sugerido, perguntas pertinentes e respostas possíveis.

O livro tem um apêndice onde coloca conteúdo extra relacionado, mas não indica um momento ou etapa que possam ser aplicados. Tem também exercícios extras resolvidos separados para cada parte do programa sugerido. Ao final os autores apresentam uma bibliografia básica, mas nenhuma sugestão de aprofundamento do conteúdo.

Agora indo para o Projeto Harvard, encontramos em sua introdução os seus objetivos, entre eles estão aproximar o aluno da física trazendo os conceitos científicos para o cotidiano numa formação “humanística”, contextualizando a ciência filosófica e historicamente.

O Harvard Physics Project se propõe a “ajudar os alunos a verem a física como uma maravilhosa atividade com muitas facetas humanas”, “enquanto adquirindo o conhecimento e as capacidades úteis a longo prazo”. E sobre os professores, eles esperam que o projeto torne possível a “adaptação do curso aos interesses e capacidades variados dos seus alunos” e “ter em conta a importância do professor no processo educativo”.

Na unidade 3, que representa o nosso tema escolhido, o texto já começa com um “planejamento multimídia” de 30 dias que separa por dia a dia de aula, com instruções claras do que alunos e professores devem fazer em cada um. Experimentos, texto a ser trabalhado, atividades, avaliações e tarefas. Essas sugestões têm, em sua maioria, referências dentro do próprio livro com maneiras de como conduzi-las. Apesar de ter escrito “Isso é apenas um caminho de vários que um professor pode tomar na unidade 3”, o programa parece ser bem engessado, apesar de diverso.

O livro tem “tabelas de recursos” para cada capítulo que servem como um resumo dos recursos presentes no livro que podem ser trabalhados como textos, um guia de exercícios separados em fácil, médio e difícil, experimentos, recursos visuais como transparências e filmes, e atividades para com referências de como localizá-los. Um aprofundamento do planejamento de 30 dias sugerido, mas agora separado por conteúdo.

Ao contrário do GREF, o texto para cada capítulo e subcapítulo são instruções diretas para o professor, de como abordar, sugestões de assuntos para comentar, atividades e experimentos para realizar e quando em relação ao conteúdo.

O Projeto Harvard tem um texto claro, direto e bem detalhado e rico em recursos “multimídia”, mas específico para professores que já dominam o assunto, se limitando a ser apenas um guia, um tanto quanto rígido e detalhista, para a aplicação do conteúdo em sala de aula.

## **ASPECTOS GRÁFICO - EDITORIAIS**

Essa parte se trata do aspecto visual do livro em cima, de maneira que faremos observações como fonte, tamanho da fonte e espaçamento, título subtítulo, imagens, gráficos entre outras coisas.

Começando pelo GREF:

Se tratando da identificação dos títulos e subtítulos eles foram bem discretos, que essa identificação é feita apenas com negrito e fonte 1 número a acima das dos textos, todos os títulos são bem identificados através de números e números secundários, para os subtítulos.

Em se tratando de legibilidade julgo o tamanho da fonte pequeno demais, porém não sei se isso é atribuído ao fato de ter visto apenas pelo computador e ter dificuldade com arquivos eletrônicos.

Sobre as ilustrações, elas são, em sua maioria, retratos dos exemplos usados pelos autores, mas em parte tem função didática, já que em alguns deles são mostradas forças e direções de movimentos.

Falando agora do livro do aluno, fico com a sensação que se trata de algo feito às pressas, pois não se trata de algo muito extenso, porém é um arquivo muito bem feito e é visualmente bonito, por mais que seja apenas em preto e branco.

Quanto a hierarquia de títulos e subtítulos ela é muito menor, pois se tratando da parte de mecânica que analisamos são apenas 3 páginas, mas são bem organizados.

Tratando-se de legibilidade, pelo livro ser construído no formato paisagem, com a folha deitada, a distribuição em duas colunas ficaram ótimas, com bons tamanhos de fonte e espaçamento adequado para todas as pessoas lerem, sem dificuldades.

Do ponto de vista das ilustrações é muito agradável de ler, pois o livro tem um jeito meio “moleque” de te prender, pois em todos os exercícios existe alguma tirinha, alguma imagem engraçada, que é usada como pontapé para analisar a situação e dar seguimento ao exercício.

Livro do Professor Harvard:

O sumário é bem dividido e extremamente fácil de se encontrar.

Os capítulos são muito bem divididos e subdivididos por temas da física.

Em cada grande capítulo existem subdivisões de acordo com o tema. Por exemplo, mecânica é subdividida em cinemática, dinâmica etc.

No final de cada subdivisão, existe uma sugestão de exercícios, documentários e filmes para passar para os alunos.

O livro do professor do projeto Harvard possui uma linguagem bem específica e deixa claro que foi feito para aqueles que já possuem uma certa intimidade com a física.

Partindo para a formatação, temos bem poucas imagens (no capítulo que foi



analisado) somente quando é necessária para algum problema ou situação para o preparo da aula. Outro ponto a ressaltar é o pequeno tamanho de letra. Além disso, os textos são divididos em duas colunas, fazendo com que a letra se torne ainda menor.

Analisando agora o livro do aluno da coleção Harvard:

No livro do Aluno, o capítulo analisado (conservação da massa e momento linear) começa com uma pequena contextualização histórica, onde o autor relata o experimento sobre conservação das massas de Lavoisier e começa a associá-lo com a física.

Logo em seguida, o livro nos mostra uma imagem sobre colisões e a partir disso o autor associa a imagem a explicação física. E isso se faz pelas três colisões.

Do capítulo analisado, para que se entenda o que é previsto, o aluno deve a todo momento associar o texto a imagem. Dessa forma, ambos se completam e fazem sentido.

Um fato a ser levado em conta é sua formatação. As imagens não tem um padrão onde são colocadas e o tamanho da letra também acaba sendo um pouco pequena.

Todas as imagens possuem uma legenda explicativa em seu canto inferior. Isso também inclui imagens que tentam retratar algum tipo de experimento, por exemplo, a dedução da conservação do momento.

O livro também trata sobre a relação de Leibniz e uma página inteira é dedicada a sua história e importância para ciência num todo. Algo que pouco de nós vimos durante nosso ensino médio

## **BIBLIOGRAFIA**

GRAF

- Física I - Mecânica, 4º edição
- Leituras da Física, GRAF Mecânica - Para ler, fazer e pensar.

Harvard

- PROJECT PHYSICS RESOURCE BOOK

- PROJECTO FÍSICA, O Triunfo da Mecânica - Unidade 03