

numérica, assim como os números reais. O papel da intuição é ressaltado. Uma leitura cuidadosa do texto deixa entrever como intuição e lógica caminharam lado a lado na construção da geometria.

c) *Matemática Intermediária.*

Nesta altura o aluno é levado à compreensão da natureza do pensamento matemático e preparado para vencer dificuldades cada vez maiores. O texto é baseado no princípio de que o interesse do estudante aumenta à medida que ele se torna consciente das dificuldades que surgem e consegue ultrapassá-las. Temos, nesta altura, capítulos devotados à trigonometria, vetores, logaritmos, geometria analítica no espaço, indução matemática, números complexos, etc., escritos num nível já bastante elevado tendo em vista o público a que se destinam.

d) *Funções Elementares*

É uma extensão do curso de álgebra e, sempre que possível, com aplicações. Gráficos são usados em profusão. A geometria é usada como uma "visualização" de determinadas funções algébricas. Podemos mesmo afirmar que este texto fornece uma boa bagagem intuitiva para uso posterior em análise.

e) *Introdução à Álgebra das Matrizes*

Como o nome indica, é devotado ao estudo das matrizes e suas aplicações. Novamente é ressaltado o conceito de estrutura algébrica. É uma introdução ao curso universitário e um grande passo na formação do espírito de pesquisa em matemática.

Todos os textos acima são acompanhados de um "texto para o professor" onde os conceitos expostos nos primeiros são comentados e aprofundados.

Como complementação e extensão de conhecimentos básicos há uma série de livros e monografias publicados ou traduzidos por membros de SMSG que abrangem os mais variados campos da matemática, incluindo atualmente o curso primário.

## O FUTURO DO SMSG

Embora com poucos anos de vida, o SMSG deixou bastante claro os seus objetivos e os seus frutos já se fazem sentir. Para constatar isso basta observar as associações congêneres que se criaram em vários países visando imprimir novos rumos para o ensino da matemática. Sendo o ensino um processo sempre em evolução acreditamos que o papel futuro do SMSG seja o de coordenador das suas modernas tendências.

## O IBECC E O SMSG

O IBECC, como órgão do nosso país interessado na divulgação de modernos métodos de ensino de ciências, procura no momento adaptar os textos do SMSG às exigências locais e dos nossos cursos superiores. Assim sendo, acha-se em preparo um volume destinado à primeira série do curso colegial. Em seguida virão os outros dois, cumprindo assim a nossa primeira etapa de trabalho. É nossa intenção estender a orientação do SMSG a todos os graus de ensino. O começo pelo curso colegial é justificado pela ausência completa de livros em matemática moderna nêsse nível.

## O CURSO DO PSSC \*

JAMES R. KILLIAN, JR.

Educational Services Inc.

O Physical Science Study Committee é constituído por um grupo de professores de física, de nível universitário e secundário, trabalhando no desenvolvimento de um curso aperfeiçoado de introdução à física. O projeto teve início em 1956 com uma doação da National Science Foundation, a qual forneceu a principal ajuda financeira. A Fundação Ford

e a Fundação Alfred P. Sloan contribuíram, também, para a manutenção do programa. Este livro-texto é a alma do curso do PSSC; nêle a física é apresentada, não como um

\* Transcrito do Prefácio ao livro «Física», Parte 1 (PSSC), traduzida pelo IBECC, Editora Universidade de Brasília, 1963, 230 pág.

simples conjunto de fatos, mas basicamente como um processo em evolução, por meio do qual os homens procuram compreender a natureza do mundo físico. Além do livro-texto existem, estreitamente correlacionados, um guia de laboratório, um conjunto de aparelhos modernos e baratos, um grande número de filmes e testes padronizados, uma série crescente de publicações preparadas por expoentes nos respectivos campos e um extenso livro do professor, diretamente ligado ao curso.

O curso de física do PSSC é o resultado do trabalho realizado, por mais de quatro anos, por algumas centenas de pessoas, em sua maior parte professores de física de colégios e universidades. É oportuno destacar, entretanto, o trabalho de dois desses colaboradores. O Professor Jerrold R. Zacharias, do Departamento de Física do Massachusetts Institute of Technology, reuniu um grupo de expoentes em física e em educação, que deu origem ao projeto: êle trabalhou ativamente em tôdas as fases do projeto. O Professor Francis L. Friedman, também do Departamento de Física do MIT, e membro do Comitê desde o início, desempenhou o papel principal no desenvolvimento do livro-texto e contribuiu significativamente em tôdas as partes do programa.

Este novo curso difere de forma marcante, sob muitos aspectos, do curso de introdução à física habitualmente ministrado nos Estados Unidos. Para ter certeza de que êste novo sistema era consistente e suscetível de ser aplicado, foi solicitado o auxílio de professores e alunos. Em 1957-58, oito escolas e 300 estudantes experimentaram os primeiros materiais. Seus comentários e sugestões ajudaram a melhorar e ampliar o conteúdo e o sistema. Depois, em 1958-59, aproximadamente 300 escolas e 12.500 estudantes valeram-se do curso e, em 1959-60, quase 600 escolas e 25.000 alunos participaram do terceiro ano de prova. O curso foi, então, cuidadosamente revisto, à luz desta experiência.

As reações de professores e alunos mostram que uma grande percentagem de estudantes se interessa por êste curso, e com bom aproveitamento. Seus conceitos se firmam por meio de trabalhos no laboratório, análise do texto e estudo dos filmes. O curso atrai tanto os estudantes inclinados para as humanidades como os já interessados em ciência.

### O CURSO DO PSSC

O curso do PSSC compreende quatro partes estreitamente interligadas. A Parte I consiste

numa introdução geral às noções físicas fundamentais de tempo, espaço e matéria: como nós as compreendemos e medimos. Quando o aluno aprende o alcance praticamente ilimitado das dimensões, do imensamente grande ao infinitamente pequeno, dos microssegundos a bilhões de anos, êle verifica como estas grandezas podem ser medidas. Êle aprende que os instrumentos valem como uma extensão de seus sentidos. A experiência de laboratório mostra que inicialmente medimos por contagem direta e estendemos, a seguir, nosso alcance de medidas pela calibração e pelo uso de instrumentos simples, tais como estroboscópios ou telêmetros.

A partir destas experiências, medindo tempo e espaço, passa o estudante à compreensão de velocidade e aceleração, de vetores e de movimento relativo. Prossegue, então, estudando a matéria que vemos se movimentando no espaço e no tempo. Nêste primeiro exame da matéria desenvolvemos os conceitos de massa e de sua conservação. Usamos, então, a evidência experimental acumulada por físicos e químicos para concluir que a matéria é formada por um número relativamente pequeno de átomos diferentes. Prepara-se no laboratório, a experiência direta. Aí os estudantes calculam, por exemplo, o tamanho de uma molécula, a partir de medidas de finas películas de óleo. Filmes complementam esta prática direta de laboratório, mostrando experiências que estariam além do alcance de estudantes.

Do começo ao fim, o estudante é levado a concluir que a física deve ser estudada como um todo. Tempo, espaço e matéria, em particular, não podem ser separados. Êle percebe, além disso, que a física é um assunto em desenvolvimento e que êste desenvolvimento resulta do trabalho de imaginação de homens e mulheres a êle semelhantes.

Os tópicos no curso do PSSC são escolhidos e ordenados de modo a evoluir do simples e do comum às mais sutis idéias da física atômica moderna. Na Parte I avistamos um amplo quadro do universo. Ao examinarmos mais detalhadamente certos campos da física, iniciamos, na Parte II, o estudo da luz. Vivemos pela luz e o estudante passa sem dificuldade ao estudo de sombras nítidas e difusas, da reflexão em espelhos e da refração da luz em superfícies ópticas. A evolução natural do tema nos leva a desenvolver uma teoria (ou modelo) corpuscular da luz. A discussão dêste modelo ilustra repetidamente o modo pelo qual se desenvolve, virtualmente, todo conhecimento científico. Filmes — como

por exemplo o filme sobre a pressão da luz — ajudam, de novo, o estudante a ir além do laboratório.

Submetido a constantes exames, o modelo corpuscular se revela inadequado e o estudante percebe que necessitamos de outro modelo — um modelo ondulatório. O laboratório, novamente, fornece uma fonte insubstituível de experiência e aqui o estudante se familiariza com as propriedades das ondas. Ele observa o comportamento de ondas em cordas e na superfície da água. Ele começa a identificar o grupo de características que constituem o comportamento ondulatório. O conhecimento da interferência e da difração surge diretamente do estudo de ondas em uma cuba. Pela primeira vez, possivelmente, os halos de luz em volta das lâmpadas de rua, as cores das manchas de óleo e a formação de imagens por meio de lentes surgem como aspectos da natureza ondulatória da luz.

Durante a primeira metade do curso, a ênfase principal está na cinemática de nosso mundo, onde estão as coisas, qual é seu tamanho, como se movimentam, e não por quê. Na Parte III voltamos a um estudo mais detalhado do movimento, desta feita sob um ponto de vista dinâmico. Com aparelhamento simples de laboratório, os estudantes descobrem a lei do movimento de Newton. Eles aprendem a prever os movimentos quando as forças são conhecidas, e a determinar as forças quando são dados os movimentos. Assim preparados, acompanham eles a extraordinária história da descoberta da gravitação universal, a sábia suposição de Newton, que o fez saltar das leis conhecidas do movimento para a lei da atração gravitacional.

Introduzem-se as leis da conservação da quantidade de movimento e da energia por uma associação entre a teoria e a investigação de laboratório. Estas leis constituem uma parcela substancial da Parte III, e damos ênfase a seu emprêgo em situações nas quais não é possível a observação minuciosa do movimento, como por exemplo na descoberta do nêutron por Chadwick e na teoria cinética dos gases.

A Parte IV inicia o aluno em eletricidade e, através dela, na física do átomo. O estudante se vale, então, do conhecimento de dinâmica, adquirido na Parte III. Começamos com observações qualitativas e prosseguimos com um

estudo quantitativo das forças que se exercem entre cargas. Aprendemos a medir forças elétricas pouco intensas e percebemos que a carga elétrica se apresenta em unidades naturais. Estudamos, então, o movimento de partículas carregadas em campos elétricos e aprendemos a determinar as massas do elétron e do próton.

Segue-se uma discussão sobre campos magnéticos produzidos por ímãs e correntes e um estudo das forças por eles exercidas sobre cargas em movimento. Como parte final da eletricidade, discutimos as leis da indução e damos ao estudante uma percepção qualitativa da natureza electromagnética da luz. Muitas das idéias fundamentais são exploradas no laboratório — a lei de Coulomb, o campo magnético em volta de uma corrente, a força exercida por um campo magnético sobre um fio condutor percorrido por uma corrente, são exemplos.

Valemo-nos, a esta altura, do conhecimento adquirido em escala macroscópica para pesquisar a estrutura dos átomos. Acompanhando o trabalho de Rutherford, estabelecemos o modelo nuclear do átomo. Algumas perguntas, entretanto, ficam sem resposta. Por que, por exemplo, é um determinado átomo estável? Por que não se desintegra ao emitir luz? Buscando as respostas, descobrimos que a luz é tanto corpuscular como ondulatória. Percebemos, ainda mais, que apesar da matéria se comportar como partículas, em alguns aspectos também se comporta como ondas. Combinando ambas as propriedades, podemos compreender a estabilidade do átomo de hidrogênio e a estrutura de seus níveis de energia. Dado que nesta parte do curso a experimentação direta se torna mais difícil e mais dispendiosa, são filmes que trazem ao estudante experiências como a de Millikan e a da interferência de fótons. No fim do curso, chegamos ao modelo moderno de átomos.

Ficou patente ser perfeitamente possível ensinar o curso do PSSC tal como é apresentado. É um curso proveitoso para uma ampla variedade de colégios. Os que colaboram na estruturação deste curso desejam, entretanto, aperfeiçoá-lo progressivamente. Como o Physical Science Study Committee prossegue neste desenvolvimento, suas sugestões serão sempre bem recebidas.