



M. E. C. — I. N. E. P.
CENTRO BRASILEIRO DE APERFEIÇOAMENTO DO MAGISTÉRIO
(CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS EDUCACIONAIS)

DISTRIBUIÇÃO

Notas coligidas sobre os exames de

Ciências no Curso Secundário

Gustavo Lessa

Arq. L. P. 2

Jan 2

C. B. A. M.
(C. B. P. E.)

Ministério da Educação e Saúde

NOTAS COLIGIDAS SÔBRE O ENSINO DE CIÊNCIAS NO
CURSO SECUNDÁRIO

Gustavo Lessa

Instituto Nacional de Estudos Pedagógicos
CAMPANHA DO LIVRO DIDÁTICO E MANUAIS DE ENSINO
Março, 1953

NOTAS COLIGIDAS SÔBRE O ENSINO DE

CIÊNCIAS NO CURSO SECUNDÁRIO

GUSTAVO LESSA

A palavra ciências é aqui empregada no sentido restrito de "ciências físicas e naturais", ou consideradas globalmente, ou separadas.

Estas notas são o resultado de uma pesquisa sumária que fiz na literatura pedagógica ao meu alcance, sôbre os seguintes problemas: a) qual a diretriz geral capaz de habilitar o professor secundário de ciências a distinguir entre o que deve ser ensinado e o que não deve ser ensinado; b) qual o conceito real de "ciência geral", isto é, de ciências físicas e naturais globalizadas.

O QUE DEVE SER ENSINADO

Existem obras diversas, em várias línguas, sôbre os métodos de ensinar ciências. A literatura, porém, é muito mais mesquinha sôbre o que ensinar. Dir-se-á que existem inúmeros compêndios para uso de estudantes, e cada um destes representa uma exemplificação de um determinado ponto de vista sôbre o que se deve ensinar. Mas refiro-me à conceituação do problema e à sua discussão. Na minha pesquisa, foi em estudos americanos que encontrei mais explícita a teoria relacionada com o assunto. O trabalho básico sôbre o ensino das ciências, nos Estados Unidos, é o que foi empreendido por uma comissão da National Society for the Study of Education, em 1932, e publicado sob o título "A program for teaching science", na Parte I do "Thirty-first Yearbook" da Sociedade.

A Comissão rejeita o ponto de vista de que o ensino das ciências no grau elementar e no secundário deve ser baseado somente no conhecimento das aplicações dos princípios científicos. Cumpre ir adquirindo idéias e conceitos progressivamente mais amplos, através de experiências, afim de poder interpretar outros fatos:

"A compreensão de princípios e generalizações deriva da associação de idéias que se desenvolvem através de experiências" (pg. 42). O dis

cente (learner) atinge a compreensão funcional de um princípio quando adquire capacidade para associar com êsse princípio as idéias provindas de suas experiências imediatas e de suas experiências subsequentes, relacionadas com o mesmo, e quando é capaz de aplicar o princípio a situações práticas. Pode-se dizer que os objetivos da educação científica são constituídos por princípios e generalizações que se ramificam o mais amplamente possível nos negócios humanos (that ramify most widely into human affairs)" (pg.43).

É evidente a inspiração deweyana, nêsses conceitos. No relatório, êles não estão justificados convenientemente: parece que os autores os consideram postulados. Mas um dos membros da comissão relatora, o Prof. Elliot Downing, escrevendo depois, em 1934, um livro intitulado "An introduction to the teaching of science" (University of Chicago Press) ensina que é impossível lidar com tôdas as múltiplas aplicações da ciência oferecidas pelo ambiente. Em primeiro lugar, êste ambiente é extremamente variável no espaço e no tempo. Uma criança que se habitua a comer laranjas num lugar vai morar em outro onde elas não existem. Estuda o abastecimento d'água numa cidade e vai morar onde só existem poços. Mais importante do que essas observações me parece ser a seguinte:

"A lista de coisas específicas a serem ensinadas é tremendamente extensa. E. H. Frost descobriu que é preciso saber 399 coisas a fim de cuidar de um automovel " (Pg. 8). E mais adiante: "Ao passo que o número de coisas específicas de natureza científica a serem feitas em qualquer comunidade é excessivamente vasto, os princípios científicos nelas envolvidos são poucos. Somente uma dúzia de princípios serve de base às 399 operações necessitadas pelos cuidados com um automovel. Compreenda o aluno os poucos e simples princípios envolvidos em uma adequada seleção de alimentos e êle os aplicará tanto na China como na sua cidade natal Parece, pois, aconselhável incutir no aluno uma tal compreensão dos princípios importantes da ciência e tanto exercício (drill) na resolução de problemas ocorrentes nas situações vitais que êle se tornará adestrado na invocação de tais princípios e na sua aplicação quando precisar dê

les, na vida, para resolver os seus problemas específicos". (pg. 9).

A exigência do exercício (drill) na aplicação dos princípios é reiterada por Downing, o qual (como toda a comissão, aliás) é avesso ao ensino predominantemente teórico. Citando pesquisas experimentais de Schafer, diz:

"Há pouca correlação entre a capacidade para expôr (to state) um princípio de ciência e a capacidade para aplicá-lo a soluções de problemas. Para adquirir a última é preciso muito exercício na solução de problemas." (pg. 9).

O Prof. Frota Pessoa, que possui tanto o conhecimento teórico como o prático do ensino de biologia, adota plenamente o ponto de vista de Downing. Diz êle no estudo que nos apresentou, referindo-se à redação de cada capítulo nos compêndios da matéria:

"O tema central não deve ser postulado de início. É preciso, primeiro, criar o problema, de que o aluno muitas vezes nem tem consciência. Cada capítulo deve, de início, criar uma interrogação no espírito do aluno. A curiosidade habilmente despertada tem enorme força motivadora, e esta fase inicial de colocar-se o problema é parte indispensável do processo de pensamento científico (cf. Dewey, "Como Pensamos"). Prosseguirá o texto favorecendo o raciocínio do aluno pela apresentação de novos fatos, pela divisão das dificuldades, até a conclusão que atinge em cheio o princípio em estudo. Segue-se a etapa dedutiva, em que se examinam novas aplicações do princípio a casos particulares." (grifo meu).

Os professores estrangeiros de ciências que vêm ao Brasil têm manifestado a sua surpresa diante da capacidade que têm os nossos estudantes de expôr os princípios e da sua incapacidade de aplicá-los aos fenômenos da vida comum. Essa disparidade é a marca inconfundível da educação verbalista. O Prof. Paulo Sawaya, em uma aula inaugural do curso de férias para professores secundários, patrocinado pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo e pela Secretaria de Educação do mesmo Estado, diz:

"Há, ninguém nega, completo divórcio entre o ensino de ciência e a vida prática do estudante. O verbalismo daquele ensino, a falta de objetividade, o desinterêsse do professor, são, entre outras, as causas principais da precariedade desse ensino. Nossos alunos dos ginásios e colégios não relacionam o funcionamento dos aparelhos de rádio e televisão com o estudo de electro-magnetismo e das ondas hertzianas que fazem nos seus cursos; estão longe de entender como funciona a campainha elétrica de sua casa, ou como foi feita a instalação elétrica do próprio quarto de dormir, para não falarmos das relações entre a instalação da água corrente na sua habitação e as leis de hidrodinâmica, que decoraram e não entenderam. Raros, raríssimos, os estudantes de história natural que possuem coleções de minerais, de insetos, ou se dão ao trabalho de organizar um pequeno herbário".

À luz da concepção exposta pelos membros da Comissão organizada pela National Society for Study of Education, fica indicado o caminho para uma adaptação local (e até individual, se possível) dos programas. Os princípios, as generalizações científicas são universais, as aplicações, cujo número é infinito, variam muito conforme o ambiente. Já em 1927, o célebre relatório da Comissão Hadow "The education of the adolescent", ao tratar do ensino das diversas matérias do currículo secundário, insistia na necessidade de diferenciar o ensino de ciências nas áreas industriais e agrícolas. Nas primeiras:

"..... deve ser devotada atenção especial a física e mecânica elementares, e as lições devem ser baseadas no maquinismo e no equipamento usados na indústria local", ao passo que, nos distritos agrícolas, "o curso em física e mecânica elementares pode ser ilustrado, em parte ao menos, com ceifadeiras, atadeiras, ascensores, tratores e outros exemplos de maquinismo agrícola, ou ainda com bateadeiras mecânicas, separadores, extratores de mel e coisas semelhantes". Acentua, entretanto, que o essencial nas escolas rurais é prover os fundamentos para um curso de biologia elementar, relacionado especialmente com horticultura e agricultura. (pg. 223).

Mais recentemente, em 1950, um outro educador britânico, W. L. Sumner, da Universidade de Nottingham, em seu livro "The Teaching of Science", ratifica a mesma idéia, ao falar de programas:

"Acima de tudo deve ser frisado que cada professor deve elaborar o seu próprio programa, tendo em mente as sugestões mínimas esboçadas no Relatório Hadow, porquanto somente êle conhece os seus alunos e o distrito em que vivem." (53).

Voltando agora à questão dos princípios que devem ser ensinados: é claro que, aceito o ponto de vista da Comissão americana, seria extremamente útil um acôrdo sôbre a seleção dos mesmos. Tal acôrdo resultaria da consideração aprofundada do assunto sob o ponto de vista científico, educacional e social. Vários pesquisadores já tinham feito nos Estados Unidos investigações sôbre as questões perguntadas pelas crianças e sôbre as generalizações contidas em tratados científicos, em compêndios e em outras publicações. A própria Comissão ousou compilar uma lista de 28 "princípios e generalizações" (acho a expressão defeituosa, porque "generalização" é mais ampla do que "princípio") que devem servir de guia na seleção de objetivos específicos para o ensino de ciências na escola elementar e na secundária. Uma crítica que lhe foi feita é não ter ela deixado bem clara a distinção que deve haver no ensino dos dois graus referidos.

Para dar uma idéia de quais são as generalizações preconizadas, basta citar as seguintes: "O sol é a principal fonte de energia da terra"; "A matéria e a energia não podem ser criadas ou destruídas, mas podem ser mudadas de uma forma para outra"; "As espécies têm sobrevivido por causa de adaptações e ajustamentos às condições em que vivem"; "As distâncias no espaço parecem extremamente vastas quando comparadas com as distâncias na terra"; "As mudanças químicas e físicas são manifestações de mudanças de energia"; "A energia radiante viaja em linha reta através de um meio uniforme"; etc., etc.

Como diz a própria Comissão, a lista por ela elaborada "é incompleta e necessita posterior refinamento" (pg. 53). Mesmo depois dêsses melhoramentos serem introduzidos, é claro que, tratando-se, na quase totalidade dos casos, de generalizações amplíssimas, seria um grave êrro usá-las como títulos de capítulos em obras de "Ciência geral", ou de física, de química e biologia especializadas. Haveria uma tendência à decora

ção papagueira. Generalizações de tal amplitude precisam ser assimiladas através de múltiplas aplicações. Elas poderiam constituir o fio de Ariadne para que os autores de compêndios e os professores fôsem construindo a sequência das generalizações menos amplas que, reunidas, lhes dão fundamento.

Semelhante trabalho não parece ter sido ainda realizado sob o ponto de vista teórico. Sob o ponto de vista prático, o que os compêndios mais modernos procuram realizar é a dupla marcha dos fatos para as generalizações, e das generalizações para os fatos. E isto conduz a um outro aspecto importante da questão, que passo a expôr.

É claro que o valor educativo do ensino das ciências não se acha somente em fazer o indivíduo adquirir uma compreensão teórica e prática dos fenômenos que se passam em seu corpo e no ambiente, e em torná-lo assim capaz de se adaptar a esse ambiente ou de modificá-lo. Todos os educadores frisam a importância de fazê-lo adquirir "atitudes científicas". Diz o relatório americano acima citado:

"Ela (a Comissão) reconhece que os objetivos do ensino da ciência são constituídos por uma compreensão funcional das generalizações mais amplas da ciência e pelo desenvolvimento de atitudes científicas associadas" (pg. 57).

A respeito do que são "atitudes científicas" o relatório cita as conclusões de um estudo realizado por um dos membros da Comissão, Francis Curtis, as quais definem tais atitudes da seguinte forma (faço aqui apenas um resumo):

I - Convicção da existência de relações universais entre causa e efeito.

II - Uma viva curiosidade em relação às razões dos acontecimentos, conjugada com idéias de observação cuidadosa, de coleta paciente de dados, de uso também cuidadoso dos dados coligidos por outrem, de persistência na procura de explicações.

III - Hábito de adiar respostas, de modo a dar tempo à reflexão, à consideração das opções possíveis, ao planejamento.

IV - Hábito de pesar as provas, para verificar a sua pertinência e solidez.

V - Respeito pelo ponto de vista alheio e espírito aberto às provas que surgirem.

Tais atitudes não podem ser conquistadas integralmente por um método de ensino em que o professor (ou o compêndio) conserva o aluno como espectador, embora guiando-o da experiência aos princípios e dêste a novas aplicações. É verdade que uma boa lição acompanhada de demonstrações constitui já um progresso sensível sobre o ensino puramente verbal.

Como uma reação contra esse ensino, surgiu na Inglaterra, na penúltima década do século passado, o método da descoberta, também chamado "heurístico", do qual foi principal pregoeiro o Prof. Armstrong. Esse método, aliado ao dedutivo, seria o ideal, se houvesse tempo para fazer cada aluno percorrer as rotas que os sábios já trilharam, antes de obterem o resultado desejado.

Na prática, o principal recurso pedagógico ficou sendo o dedutivo. Diz Downing na obra já citada:

"O processo indutivo é o método usado pelo descobridor. Na base de fatos, êle generaliza e revela princípios e leis. O processo dedutivo é o que é usado principalmente pelo homem que aplica a ciência por êle sabida à solução de situações problemáticas" (pg. 81). "É a prática nesse processo dedutivo de pensar que é mais necessitada pelo consumidor da ciência, pelo homem que está adquirindo ciência para aplicá-la na sua vida diária. Poucos de nossos discípulos vão tornar-se produtores de ciência, descobridores de novas leis, mas todos se destinam a fazer aplicações das leis que conhecem às situações problemáticas que envolvem a ciência" (pg. 86).

Já, antes de Downing, havia dito mais ou menos a mesma coisa, e com muito mais autoridade, o notável matemático e logicista britânico, Alfred North Whitehead, em seu magnífico capítulo sobre "Technical education and its relation to science and literature", publicado, a princípio, em 1917, e depois republicado em um livro com o título "The aims of education", d'onde extraio os seguintes trechos:

"A lógica da descoberta consiste no pesar de probabilidades, no descartar de detalhes conside

rados de pouca importância, no pressentimento das regras gerais conforme as quais ocorrem os acontecimentos, e na verificação de hipóteses por meio de experimentos adequados. É a lógica indutiva.

A lógica do descoberto é a dedução dos acontecimentos especiais que, sob certas circunstâncias, sucederiam em obediência às leis presumidas da natureza. Assim, quando as leis são descobertas ou presumidas, sua utilização depende inteiramente da lógica dedutiva. Sem a lógica dedutiva, a ciência seria inteiramente inútil. É um jogo estéril ascender do particular ao geral, a menos que, depois, possamos reverter o processo e descer do geral ao particular, subindo e descendo como os anjos na escada de Jacob" (pg. 61).

Sem dúvida devido ao peso dessas e de outras reflexões do mesmo teor os compêndios americanos de ciência, se procuram suscitar no aluno o interesse indutivo por meio de perguntas seguidas de experiências, não se contentam com isto e, ao fim de cada capítulo, colocam problemas para os quais não trazem soluções. Isto obriga o aluno ao esforço dedutivo.

Vejamos, por exemplo, o compêndio chamado "Everyday science", da autoria de Otis Caldwell e Francis Curtis (este foi um dos membros da Comissão da National Society). No capítulo primeiro, sobre "A natureza do ar", vêm perguntas desta natureza: "Tem o ar peso?"; "Toma o ar espaço?"; "Existe ar no solo?"; "Existe ar nágua?"; etc., etc. A cada uma delas segue-se experiência esclarecedora. Agora, no fim do capítulo, vêm problemas como os seguintes, para os quais a solução só a parece no livro-chave para o professor: "Por que não se tem podido medir a altura exata da atmosfera?"; "Por que rebentam nas altitudes mais elevadas balões que são mandados o mais alto possível com instrumentos de registro?"; "Às vezes os olia dos pegam fogo por si mesmos. Como explicar essa combustão espontânea?"; etc., etc.

Esse é o sistema usado em todo o livro, como em geral nos compêndios americanos. É verdade que Downing deseja coisa ainda melhor. Ele acha que colocar os problemas próximos à lei é indicar ao estudante a solução. Chega a preconizar que se proponham problemas miscelâneos ao fim do curso de uma dada ciência, ou mesmo ao fim do estudo das várias ciências (pg.86).

Parece-me que podem ser feitas as seguintes objeções a esse ponto de vista: de um lado, a colocação de verdadeiros problemas perto da exposição das leis não suprime o trabalho de reflexão, porque o aluno tem sempre de procurar o nexos entre uns e outros; de outro lado, a colocação deles ao fim do curso, ou mais remotamente, concentraria o referido trabalho só em determinadas épocas espaçadas da vida estudantil, e, assim, teria feitos pouco duráveis. Que dizem os entendidos?

O certo é que o processo usual em nossos compêndios de enunciar a lei ou princípio e de se limitar a trazer em seguida uma ou duas experiências comprovantes, ou de agir em sentido inverso, colocando as experiências primeiro e a generalização depois, tanto se assemelha ao método dedutivo e indutivo de ensinar como o ovo ao espeto. Verdade é que o segundo processo estimula a curiosidade do aluno e, nas mãos de um bom professor, pode levar à fixação do conhecimento. Mas por si só a sua influência na criação de "atitudes científicas" e mesmo na aprendizagem é restrita.

Uma contrafação não muito rara, entre nós, do método dedutivo é a colocação, no fim de capítulos, de questões ou exercícios, que pedem simples definições já contidas no texto. Este diz, por exemplo, o que é uma substância simples e o que é uma substância composta. O questionário pergunta: "Que é substância simples?", "Que é substância composta?". Realmente, se papagaios soubessem lêr, esse processo seria o ideal para eles.

O QUE É "CIÊNCIA GERAL"

Em 1931, introduziu-se, por decreto, em todos os estabelecimentos de ensino secundário do Brasil, a fusão de noções de física, de química e de biologia numa cadeira única, que foi intitulada nessa época de "ciências físicas e naturais", e mais tarde, passou a chamar-se simplesmente de "ciências naturais".

Não havia entre nós compêndios sobre o assunto. Os estrangeiros, quer dizer, os americanos, pois era nos Estados Unidos que a idéia vinha sendo ensaiada, não se avistavam nas livrarias, conforme verifiquei então. Ainda sobriam provavelmente dedos nas mãos se alguém fôsse contar com eles o número de professores nossos que antes tinham ouvido falar na integração referida.

O programa organizado em 1931 o foi por professor conhecido do assunto e era incomparavelmente superior ao que vigora atualmente. Mas a sua derrocada posterior, sem protestos, foi mais uma prova de que os meios educacionais do país estavam pouco preparados para aceitar a inovação. A nossa história administrativa encerra exemplos sem número da futilidade de tentar implantar novas concepções simplesmente através de dispositivos oficiais lacônicos.

Conforme foi dito acima, a idéia havia sido importada dos Estados Unidos, onde a sua evolução começou já nos fins da primeira década deste século. O seu desenvolvimento se beneficiou do desenvolvimento das "junior high school", que visava criar, no curso secundário, uma espécie de ciclo intermediário de três anos entre a escola primária de seis anos e a "senior high school", também de três anos. A "junior", além de outros conhecimentos fundamentais, visa dar ao adolescente, em uma disciplina sob o nome de "general science", uma compreensão dos fenômenos físicos, químicos e biológicos que se passam em seu ambiente, bem como das leis que os regulam. Os fenômenos geográficos, históricos, cívicos e outros semelhantes são integrados em "estudos sociais", e as noções de aritmética, álgebra, geometria e trigonometria são estudadas como "matemáticas".

Cumprido dizer que a integração nos dois últimos campos não encontrou a aceitação ampla concedida à "general science". Em todo caso, a extensão da idéia é defendida vigorosamente por vários educadores. Fora dos argumentos provindos da psicologia da aprendizagem que podem ser aduzidos em seu favor, há uma vantagem visível no fato do aluno, emergido da escola primária, não ter de lidar com um número grande de professores e de matérias. Os defensores da reforma Langevin em França insistem neste ponto.

Na "senior high school" americana, embora as matérias se desintegram para o estudo, a vantagem acima apontada persiste, devido às opções. Pode-se estudar física, sem estudar química, e vice-versa. O mesmo quanto à história e geografia. Presume-se que a globalização atingida na "junior" suprirá as deficiências provindas da rejeição de um assunto.

Conhecida a liberdade que têm os estados e até as cidades americanas para organizarem os seus sistemas de ensino, é de vêr que a descrição acima é puramente esquemática. Ainda há numerosas escolas secundárias de quatro anos, sucedendo a elementares de oito. Nelas procura-se conjugar o ensino globa

lizado nos últimos anos da elementar com o dos primeiros anos da secundária. Em outras comunidades está sendo ensaiado o sistema da escola primária de seis anos e da secundária de oito, absorvendo esta dois anos do chamado "junior college", antes universitário.

Voltemos ao problema específico da "general science". A Comissão da National Society enumera oito causas que levaram à sua introdução. Vamos destacar delas sobretudo as que dizem respeito ao conteúdo:

"(1) o tremendo crescimento das escolas secundárias e o caráter cosmopolita da população escolar que fazem da escola secundária uma segunda escola para a educação das massas;

(2) os avanços sempre crescentes da ciência pura e aplicada, que mais e mais pedem do futuro cidadão um entendimento e uma adaptação ao ambiente, modificado pelas descobertas e invenções científicas do homem;

(3) o programa inadequado de instrução científica na escola elementar, que falhou na preparação de rapazes e moças para viver inteligentemente no ambiente moderno;

(4) o caráter formal, abstrato das ciências especiais e o relativo decréscimo resultante, na matrícula nesses assuntos especializados

(7) o tremendo fôssco entre o estudo da natureza na escola elementar e as ciências especiais da escola secundária, com a resultante falta de provisão de um curso de transição entre os dois tipos de cursos de ciências, tão amplamente diversos;

(8) os objetivos renovados da educação secundária e as novas doutrinas da psicologia educacional, que tornam imperativo uma mudança das ciências especiais, formais, para uma organização e uma técnica de instrução que permitam aos alunos resolverem os problemas científicos associados com o ajustamento aos vários aspectos do ambiente, e desenvolverem a sua capacidade para procedimentos científicos, através de situações de

aprendizagem tão próximas quanto possível da vi
da real (pg. 195).

Como era natural, no começo do movimento para a cri
ação dos cursos de "ciência geral", houve confusão sô
bre o mo
do de entender êsses cursos. A Comissão nota:

"Entre os primitivos cursos sô
bre ciências
gerais encontramos alguns que eram pouco mais do
que uma combinação das partes elementares das ci
ências especiais oferecidas na escola secundária,
cada tópico representando uma organização lógica
de uma ciência especial" (pg. 203).

Esta é a situação que persiste entre nós. Basta vê
r o programa atual. Exceto quanto aos problemas estudados sob a
epígrafe de á
gua, de ar e de solo, tô
das as divisões de tal
programa podem ser facilmente classificadas na física, ou na
química, ou na biologia. Vejamos agora as divisões pre
coniza
das pela Comissão Americana:

"A determinação dos ajustamentos específicos
desejáveis em relação aos aspectos do ambiente
que são mais significativos na vida diária ofere-
ce a possibilidade tanto de uma organização prá
tica de uma série de cursos de ciências para o perí
odo de três anos em consideração, quanto de uma
definição de uma série de objetivos atingíveis. De
acôrdo com os compêndios e programas recentes pa-
ra ciência geral, uma base defensável para a de
terminação de ajustamentos específicos parece ser
provida por aspectos do ambiente exemplificados
nos seguintes materiais, fenômenos e fôrças: ali
mentos, á
gua, ar, vestuário, materiais de constru-
ção, combustíveis, vida vegetal, vida animal, ca-
lor, luz, eletricidade, som, máquinas, tempo,
clima, céu, crosta da terra, sólo (grifo meu).

Cada um dê
s desses aspectos principais do ambiente
nos apresenta muitas situações problemáticas exi
gindo ajustamentos. Assim fazemos certos ajusta
mentos mentais e práticos aos alimentos; por e
xemplo, (1) alguns de nós estamos empenhados na
produção de alimentos; (2) selecionamos substân
cias alimentícias no mercado; (3) preparamos a
alimentos para uso; (4) selecionamos um regime
conveniente ou pedimos ao perito que o faça; (5)

preservamos alimentos; e (7) ajudamos na conservação do abastecimento alimentar. Estes são apenas alguns dos ajustamentos específicos que o cidadão inteligente faz relativamente a esse aspecto do ambiente" (pg. 198).

"A Comissão advoga para os graus sete, oito e nove um programa integrado de três anos de estudo de ciência, organizado não na base de uma ou mais ciências, mas antes na base de grandes tópicos, problemas ou unidades, relacionados com os problemas significativos que surgem de nossas experiências diárias" (pg. 194).

Anexo a este estudo, coloco o sumário do conteúdo de três compêndios: 1) "Everyday Science", por Otis W. Caldwell e Francis D. Curtis, publicado por Ginn and Co., em 1952; "Basic Science", por J. Darrell Barnard e Lon Edwards, publicado por The MacMillan Co., em 1951; "Simple Science", por E.N. da C. Andrade e Julian Huxley, publicado por Basil Blackwell, em 1936.

Comparando-se esses sumários, vê-se que em todos os três é visível o cuidado de: a) colocar o aluno diante de vários aspectos do ambiente e não diante de vários capítulos das ciências especializadas; b) evitar a terminologia técnica peculiar a essas ciências. Lendo-se os livros, percebe-se, além disto, o entusiasmo que podem suscitar no adolescente pelas omnipresentes aplicações da ciência. Dão-lhe a chave para um mundo maravilhosamente regulado pelas leis naturais.

Entre nós, o programa com a sua terminologia técnica extraída dos capítulos das ciências especializadas, dá a senha para o ingresso no verbalismo. E os compêndios em geral a recebem delirantemente. Espero ter a oportunidade para um dia fazer deles uma análise completa. Mas acho que todo brasileiro, quer seja pai ou não, quer seja professor ou não, contanto que se interesse pelo futuro do seu país, deveria adquirir alguns exemplares, e lê-los em horas vagas. Então compreenderá porque, segundo um eminente professor da Faculdade de Filosofia de São Paulo, se forma em nossos adolescentes um reflexo condicionado de revolta contra os estudos das ciências.

Cumprindo notar que, dos três livros acima mencionados, o dos dois eminentes sábios britânicos, Andrade e Huxley, não obedece a canones didáticos, não coloca problemas nem no começo, nem no fim de cada capítulo. É um livro de vulgarização, que

visa despertar interêsse tanto no escolar como no adulto. Mas contem um tal abundante e escolhido manancial de exemplos da applicação dos princípios científicos e é escrito em uma lingua gem tão maravilhosamente simples que qualquer professor poderá dêle extrair problemas de grande interêsse.

Mais tarde os dois autores completaram a obra com um outro volume, menor, dedicado à terra e ao homem e intitulado "More simple science". Anexamos também cópia de seu sumário.

A - SUMÁRIO DOS CAPÍTULOS DE "EVERYDAY SCIENCE"

Livro de Caldwell e Curtis

	Page
<u>TO THE STUDENT</u>	
How to Study	XI
Chapter	
I. The World of Science	3
<u>Unit One, The Air and Man's Uses of It</u>	
II. The Nature of the Air	21
III. Doing Work with Air	42
<u>Unit Two, Water and How We Use It</u>	
IV. Water and Its Work	58
V. Securing a Water Supply	76
VI. Keeping Clean with Water.....	94
<u>Unit Three. Understanding and Using Heat</u>	
VII. How Heat and Temperature are Related	110
VIII. Using Heat from Fuels	121
IX. How Heat Is Distributed	140
<u>Unit Four. How Weather and Climate Affect Us</u>	
X. Useful Knowledge about the Weather	170
XI. Useful Knowledge about Climate	195
<u>Unit Five. Light and Our Uses of It</u>	
XII. Light in Everyday Life	206
XIII. The Eye and Vision	223
<u>Unit Six. The Sun, the Earth, and Other Heavenly Bodies</u>	
XIV. Beyond the Earth	238
XV. The Solar System	245
XVI. Earth's Nearest Neighbor, the Moon	261
XVII. Keeping Track of Time and Place	272

Unit Seven. The Changing Earth and the Wealth
Within It

XVIII. The Changing Surface of the Earth 288
XIX. Natural Resources 309

Unit Eight. How the Work of the World Is Done

XX. The Importance of Matter 326
XXI. How Work Is Done 341
XXII. Making Machines Help Us 351

Unit Nine. The Nature and Uses of Magnetism
and Electricity

XXIII. Magnetism and Static Electricity 368
XXIV. Getting Acquainted with Electric Currents 378
XXV. Electricity in the Home 397

Unit Ten. The Earth's Population

XXVI. What Are Living Things Like? 415
XXVII. Structures, Habits, and Uses of Plants 430
XXVIII. Some Important Animals 450
XXIX. Continuing and Improving Living Things 461

Unit Eleven. The Nature and Needs of the
Human Body

XXX. The Human Machine 478
XXXI. Attacking Germ Diseases 501
XXXII. Our Uses of Foods 512

Unit Twelve. Conservation

XXXIII. Conservation of Living Things 532
XXXIV. Conservation of Soil, Water, and Mineral
Resources 549

Unit Thirteen. Science and Communication

XXXV. Sound, Electricity, and Light in Communication
and Enjoyment 566

Unit Fourteen. Science and Transportation

XXXVI. Moving People and Goods about the Earth 590

SCIENTIFIC ATTITUDES	590
ELEMENTS OF SCIENTIFIC METHOD	611
SCIENTIFIC PRINCIPLES	611
SCIENCE FOR LEISURE TIME	615
GLOSSARY	629
INDEX	649

B - SUMÁRIO DOS CAPÍTULOS DE "BASIC SCIENCE"

Livro de Barnard e Edwards

	Page
<u>UNIT ONE: SCIENCE IN EVERYDAY LIFE</u>	
1. <u>Meaning of Science</u>	3
Problems: 1. What does science mean to people who are not scientists?	
2. What does science mean to the scientist?	
2. <u>Using the Scientific Method</u>	14
Problems: 1. How have our ways of living been changed by the use of the scientific method?	
2. How can our method of solving personal problems be more scientific?	
 <u>UNIT TWO: ABOVE AND BELOW THE SURFACE OF THE EARTH</u>	
3. <u>Air</u>	27
Problems: 1. How do we provide good air for breathing? ...	
2. How is air used to do work?	
4. <u>Water</u>	
Problems: 1. How is good water obtained?	
2. How is water used for cleaning?	
3. How is water used for work and recreation?	
5. <u>The Surface of the Earth</u>	
Problems: 1. What changes are occurring in the surface of the earth?	
2. How is soil formed?	
3. How are useful materials obtained from the earth?	

UNIT THREE: THE UNIVERSE

6. Nature of the Universe

97

- Problems: 1. How have discoveries about the universe been made?
2. What has been learned about the universe?

7. The Sun, Moon, and Stars

118

- Problems: 1. How are we affected by the sun?
2. How does the moon affect us?
3. How are the stars used in locating positions on the earth?

UNIT FOUR: RADIANT ENERGY

8. Obtaining Radiant Energy

139

- Problems: 1. What are the characteristics of radiant energy?
2. What is the source of radiant energy?

9. Using Radiant Energy

154

- Problems: 1. How do we use radio waves?
2. How do we use infrared radiant energy?
3. How do we use light rays?
4. How do we use ultraviolet rays?
5. How do we use X-rays?

UNIT FIVE: ELECTRICITY

10. Electricity for Home Use

195

- Problems: 1. How is electricity produced for our homes?
2. How is electricity distributed to our homes?

11. Using Electricity

208

- Problems: 1. How is electricity used in our homes?
2. How is the electricity we use measured?
3. How is direc-current electricity used?

UNIT SIX: HEAT

12. Obtaining and Measuring Heat 225

- Problems: 1. How is heat obtained?
2. How is heat measured?

13. Controlling Heat for Comfort 235

- Problems: 1. How is the heat of our bodies controlled?
2. How can heat in buildings be controlled?

14. Cooking and Cooling Food 250

- Problems: 1. How is heat controlled in cooking food?
2. How is heat controlled in cooling food?

UNIT SEVEN: WEATHER AND CLIMATE

15. Determiners of Weather and Climate 263

- Problems: 1. How do changes in the atmosphere cause different types of weather?
2. What determines climate?

16. Man's Adjustments to Weather and Climate 275

- Problems: 1. How do we attempt to forecast the weather?
2. How do we adjust to weather?
3. How do we adjust to climate?

UNIT EIGHT: HEALTH

17. The Human Body 305

- Problems: 1. How does the body operate?
2. How can we help our bodies to operate more efficiently?

18. Conditions Affecting the Body 333

- Problems: 1. How are diseases caused?
2. How does the body protect itself from harmful organisms?

3. How can we aid the internal defense of the body?
4. How can harmful organisms be prevented from entering the body?
5. How does the use of alcohol and tobacco affect the body?

UNIT NINE: LIVING THINGS

19. Propagation of Living Things 359

- Problems: 1. How are plants propagated?
2. How are animals propagated?

20. Caring for Plants 377

- Problems: 1. How do plants manufacture food?
2. How can the physical conditions affecting plants be controlled?
3. How can plants that affect other plants be controlled?
4. How can animals that affect plants be controlled?

21. Caring for Animals 401

- Problems: 1. How are animals supplied with food?
2. How are animals protected from harmful organisms?
3. In what other ways are animals cared for?

22. Improving Living Things 413

- Problems: 1. How are plants improved?
2. How are animals improved?

UNIT TEN: CONSERVATION

23. Conservation of Soil, Water, and Mineral Resources 429

- Problems: 1. How are we losing soil and water?
2. How can we use soil and water more wisely?
3. How can we use our mineral resources more wisely?

24. Conservation of Living Things

449

- Problems: 1. How are we using our natural supply of living things?
2. How can we use our natural supply of living things more wisely?
3. How can human resources be used more wisely?

UNIT ELEVEN: WORK AND POWER

25. Using Energy Through Machines

479

- Problems: 1. What types of energy can be used to do work?
2. How are machines used?

26. Force from Energy

494

- Problems: 1. How do engines develop force?
2. How may atomic energy be used?

UNIT TWELVE: TRANSPORTATION AND COMMUNICATION

27. Transportation

515

- Problems: 1. How have we improved transportation by motor vehicle and rail?
2. How are ships used for transportation?
3. How are aircraft used in transportation?

28. Sound in Communication

542

- Problems: 1. How do we produce sound?
2. How do we control sound for communication?

29. Electricity in Communication

555

- Problems: 1. How is wire communication carried on?
2. How is wireless communication carried on?

UNIT THIRTEEN: MATERIALS OF CONSTRUCTION

30. Selection of Materials

579

- Problems: 1. What kind of materials do we need?
2. What properties must materials have to meet our needs?

31. Use of Materials

589

- Problems:
1. How do we use materials obtained from plants and animals?
 2. How do we use materials obtained from the earth?
 3. How do we use synthetic materials?

THE FUTURE OF SCIENCE

609

GLOSSARY

613

INDEX

619

C - SUMÁRIO DOS CAPÍTULOS DE "SIMPLE SCIENCE"

Livro de Andrade e Huxley

PART I

Chapter I

Pages

What is Science?

Interesting Things around Us - The Stars in their Courses - The Planets and their Satellites - All Things obey Rules - Things are not always what they Seem - Some Rules about Heat - Things always Behave in the Same Way - If Everything is the Same - What Science Means - The Science of Living Things - All Living Things come from Seeds or Eggs - Many Things in Animals act like Machines

1-32

Chapter II

The Nature of Things

The Importance of Observing Carefully - Smoke and Steam - More about Steam - The Airy Stuff called Gases - The Behaviour of Gases - Different Kinds of Liquids - The Behaviour of Solvents - Solids, Liquids and Gases - Melting and Boiling - The Same Things can be Solid, or Liquid, or Gas

33-56

Chapter III

Movement and Forces

Engines and Horse Power - Magnetic Force - Electric Forces - The Force of Gravity - Weighing Things - The Way Things Fall - The Centre of Gravity - The Conditions for a Body to Stand Up - Tricks depending on the Centre of Gravity

57-81

Chapter IV

Energy

Pages

Heat, Light and Sound - Transformations of Energy -	
Heat and Work - Kinetic and Potential Energy -	
Light as a Form of Energy - Sources of Energy -	
The Travels of Energy	82-102

Chapter V

Air

The Ocean of the Air - The Weight of the Air - The	
Pressure of the Air - Proving the Pressure of the	
Air - How the Air Pressure holds up Liquids - The	
Barometer - The Aneroid Barometer - Warm and Cold	
Air - The Water in the Atmosphere - Frost and Fog	103-131

Chapter VI

Water

Water Everywhere - Different Kinds of Water - Salt	
Water - The Density of Water and Ice - What is	
Water Made of? - Chemical Compounds and Mechanical	
Mixtures	132-154

Chapter VII

Life

Plants and Animals - Growth - Food - Men and Machines	
- Heredity - Plants which are not Green - Germs of	
Diseases - Sterilization	155-178

PART II

Chapter I

Breathing and Burning

Oxygen - Breathing is a Kind of Burning - Chemical	
Change - Burning and Energy - Different Ways of	
Breathing - Our Bodies are slow-combustion Engines	179-208

Chapter II

Pages

How we move our bodies

Movement and Muscles - Sinews, Joints, and Bones -
Levers - How Muscles Work in the Body - How
Different Animals Move 209-238

Chapter III

How the body machine is controlled

Muscles are Controlled by Nerves - The Brain - How
We See - The Brain helps in Seeing - Seeing
Colours - Hearing, Smelling and Tasting - Touch,
Temperature and Pain - Inside Information - The
Different Worlds in which Animals Live 239-278

Chapter IV

Heat and Temperature

Temperature and Heat - Measuring Temperature - How
Heat Travels - Some Results of the Rules of Heat
- Heat is Needed for Melting and Boiling - Melting
points and Boiling-points 279-317

Chapter V

Human Temperature: Human Health

Ventilation - Air and Sun - Different Kinds of Food
- Health and Food - Exercise and Sleep -
Cleanliness and Health 318-349

Chapter VI

How Plants Live

Plants are Built Differently from Animals - How Water
Travels through Plants - The Food of Plants -
Plants and Oxygen - The Difference between Plants
and Animals - Flowers and Seeds - Insects and
Flowers - Seeds and How They are Distributed - The
Usefulness of Plants 350-401

Chapter VII

Some different ways of living

Pages

Water Plants - Water Animals - Different Kinds of Surroundings in Your Own Country

402-418

PART III

Chapter I

The world of electricity

Electricity in the Service of Man - Electricity in Nature - Animal Electricity - Frictional Electricity: Conductors and Insulators - Electrical Attractions - Electrical Instruments .

419-457

Chapter II

Current Electricity

Heating Effect of Current Electricity - Magnetic Effect of Current Electricity - The Galvanometer - Chemical Effect on Electric Current - Electric Cells - Electrical Resistance - Electrical Potential - Electrical Units - The Supply of Electrical Power - Frictional Electricity and Current Electricity are the Same Electricity ...

458-496

Chapter III

Magnetism

North Pole and South Pole - Magnetic Attractions - The Magnetism of the Earth - Electro-magnetic Induction

497-533

Chapter IV

Light

Light and Sight - Lenses - Reflection - Colour ,...

534-574

Chapter V

Inorganic Chemistry

Pages

Different Branches of Chemical Science - The Balance
in Chemistry - Elements and Compounds - Acids,
Bases and Salts - The Manufacture of Acids - Pure
Metals and Alloys 575-623

Chapter VI

Organic Chemistry: Hydrocarbons and Carbohydrates

The Peculiarities of Organic Compounds - Carbon and
its Properties - Petroleum and the Paraffins -
Carbohydrates: Sugars, Starches, and Cellulose .. 624-566

Chapter VII

Organic Chemistry: Alcohol and Coal Tar

Alcohol and Fermentation - Coal and Its Products:
Benzene 656-676

D. - SUMÁRIO DOS CAPÍTULOS DE "MORE SIMPLE SCIENCE"

Livro de Andrade e Huxley

Chapter I

Pages

The earth and its climates

Classification and Adaptation - The Earth is Round -
How the Earth Spins - Measuring Angles - Latitude
and Longitude - Seasons and Climate - Why the
Year has different Seasons - The World's Air-
Circulation - The World's Water-Circulation - The
Earth's Belts of Climate - Life in the World's
Cold Belts - The Temperature Lands and the Desert
Belt - Life near the Equator 1-63

Chapter II

The make-up and history of the earth

The Make-Up of the Earth - The Earth has a Long
History - Rock Layers and how they are Formed -
Fossils - How Rock Layers are Folded and Tilted -
Troughs and Domes in the Earth's Crust - Erosion
and its Effects - The History of Life - Igneous
Rocks 64-123

Chapter III

The chemistry of life

The Circulation of Matter through Life; The Carbon
Cycle - Carbon and Power - The Nitrogen Cycle -
The Phosphorus Cycle - The Wastefulness of Man .. 124-153

Chapter IV

Soil

How Soil is Formed - How Soil Holds Water - The
Structure of Soil - Harrowing and Rolling - Early
and Late Soils - The Effects of Lime - Ploughing
- Plant Remains in Soil 154-195

Agriculture

Plant Food - Manures and Fertilisers - Nitrogen and Agriculture - Soils, Plant Life and Scenery	196-222
--	---------

Chapter VI

Development and the stream of life

The Life-Story of an Animal - How a Chicken Develops - How Developing Animals are Looked After - Plants Develop as well as Animals - Other Ways of Development - The Stream of Life - The Life of Germs	223-253
---	---------

Chapter VII

The history of science

The Beginnings of Science - Science in Classical Greece and Rome - The Beginnings of Modern Science - Eighteenth-Century Science - Nineteenth-Century Science - Scientific Methods and Principles - Changes due to Scientific Progress - Science and the World To-day	296-334
--	---------

Questions and Exercises	335
-------------------------------	-----

E - PROGRAMA DE CIÊNCIAS NATURAIS, VIGENTE
NO BRASIL

3ª Série

O Homem

1. O corpo humano: divisões e proporções; desenvolvimento e crescimento.
2. A vida vegetativa: generalidades sobre alimentos; digestão; respiração, circulação e excreção.
3. A vida de relação: órgãos dos movimentos; os sentidos; fonação.
4. Coordenação das funções: sistema nervoso; atos reflexos e voluntários. Secreções internas.

O Ambiente

1. A água: caracteres, propriedades, composição; papel biológico.
2. O ar: caracteres, propriedades, composição; papel biológico.
3. O solo: composição e propriedades; aproveitamento.

Higiene

1. Higiene individual: higiene do corpo; a alimentação; o vestuário; os hábitos mentais sadios; os vícios.
2. Habitação: higiene da casa; a vida no campo; a vida na cidade; higiene urbana.

4ª Série

1. Estados físicos da matéria. Mudanças de estado.
2. Espécies de matéria. Misturas. Seu fracionamento.
3. Substâncias simples e compostas; metais e metalóides.
4. Fenômenos físicos e químicos. Tipos de fenômenos químicos. Lei da conservação da massa e lei das proporções definidas.
5. Movimento: noção; movimentos retilíneos. Força, elementos, representação, medida; estudo experimental dos sistemas de

- fôrça. Gravidade. Equilíbrio dos corpos. Massa e pêsos. Balanças.
6. O som: fontes sonoras, produção, propagação e velocidade do som. Qualidades do som.
 7. A luz: produção, fontes de luz, velocidade, propagação reti línea da luz. Reflexão da luz, generalidades sôbre espelhos. Refração da luz, generalidades sôbre prismas e lentes. Dis persão da luz.
 8. O calor: fontes de calor; dilatação dos corpos; temperatu ra.
 9. Eletricidade e magnetismo: noções gerais sôbre magnetismo. Ímãs. Bússola. Noções gerais sôbre a corrente elétrica. E feitos da corrente elétrica.

Os Sêres Vivos

1. Caracterização dos sêres vivos. Diferença entre animais e vegetais.
2. Os vegetais: noções sumárias sôbre os órgãos e funções dos vegetais superiores; tipos de organização vegetal; valor e conômico dos vegetais.
3. Caractêres gerais dos vertebrados. Caractêres gerais dos ma míferos, das aves, dos répteis, dos anfíbios e dos peixes. U tilidade e nocividade dos vertebrados.
4. Os invertebrados. Caractêres gerais dos artrópodes: insetos, crustáceos, aracnídios e miríapodes. Noção sumária de molus cos e equinodermas, vermes, crustáceos, espongiários e proto zoários. Utilidade e nocividade dos invertebrados.