4 Euclides Roxo e os fundamentos de suas propostas para o ensino da matemática no curso secundário

> Seja lá qual for o programa adotado, alguma teoria de educação está nele implícita, governando-o, orientando-o, emprestando-lhe o critério para a avaliação dos resultados a que visa. Os objetivos que a teoria determinar para a educação, esses, por força, é que hão de governar a sua fatura, o seu método e seu conteúdo.
>
> Anísio Teixeira, 2000, p. 62

No capítulo 2 desta Tese apresentamos alguns elementos para considerar Euclides Roxo um educador matemático. Mas, além disso, é necessário examinar quais foram as categorias utilizadas por ele e quais foram suas influências para propor mudanças no ensino da matemática do curso secundário. Dessa forma, o objetivo deste capítulo é apresentar brevemente quais foram os fundamentos das propostas de Euclides Roxo. Iremos descrever as principais categorias utilizadas por ele a partir de sua própria produção. Como veremos, as propostas de Euclides Roxo para o ensino da matemática na escola secundária não foram elaboradas a partir de princípios superficiais e imediatistas. Os artigos publicados no *Jornal do Commercio*, o livro *A matemática na educação secundária*, seus livros didáticos e alguns documentos do seu arquivo pessoal mostram o quão ele foi cuidadoso e que suas idéias estavam fundamentadas em bases sólidas.

4.1. O primeiro movimento internacional de reforma do ensino da matemática

A partir da análise da produção de Euclides Roxo acima citada e sua experiência no campo educacional observa-se que o *primeiro movimento internacional de reforma curricular em matemática*, como definido por Schubring (1999), dado a partir da criação da *Comissão Internacional para o Ensino da Matemática*, em 1908, no *IV Congresso Internacional de Matemática*, em Roma, é o marco para o estudo dos fundamentos de suas propostas para a educação matemática. Segundo Schubring (1999),

> Por volta do final do século XIX, nas grandes potências da Europa Ocidental e nos Estados Unidos, o sistema de empregos e o mercado de trabalho tinham mudado decisivamente em razão do grande impulso da indústria – e até mesmo por causa da Revolução Industrial – experimentado nesses países. As estruturas dos sistemas educacionais, as matérias de estudo e os métodos de instrução se viram desafiados pelas dramáticas mudanças sociais. Como essas estruturas, matérias e métodos tinham sido, em grande parte, herdados da época de uma sociedade mais ou menos agrícola, estavam – no melhor das hipóteses – apenas adaptados, em alguns setores, às demandas modernas.
>
> Embora mudanças estruturais nos sistemas educacionais de alguns Estados europeus já estivessem em andamento, as reformas curriculares, por volta de 1900, estavam muito atrasadas. A instrução matemática era particularmente afetada pela tensão social agora visível nos sistemas educacionais, tensão esta induzida elas profundas transformações na sociedade em geral: dentro das estruturas tradicionais, a matemática costumava servir como um paradigma para o pensamento lógico, de modo que os conteúdos eram usualmente bastante elementares e os métodos de ensino enfatizavam os aspectos formais; a matemática escolar tinha um caráter estático e desligado das aplicações práticas. Por outro lado, a indústria e o comércio demandavam não apenas uma instrução matemática mais ampla, como também conhecimentos mais modernos e avançados que servissem de base para aplicações técnicas.
>
> Logo depois de 1900, ocorreram nessa direção, em alguns países, iniciativas de reformas curriculares para as escolas secundárias. [...]
>
> Dadas as tensões estruturais que afetaram o ensino da matemática nos países industrializados, certamente foi uma idéia feliz a de estabelecer um comitê internacional que pudesse acompanhar as comunicações sobre as reformas curriculares. Na realidade, quando o comitê foi estabelecido em 1908, evoluiu para se tornar o agente organizador e investigador de um movimento internacional da reforma (Schubring, 1999, 30 – 31).

Diversos países foram convidados a participar desta comissão, inclusive o Brasil. Algumas iniciativas adotadas por esta comissão, foram: estender os trabalhos para todos os níveis de ensino, ao invés de se limitar ao ensino secundário; coletar informações sobre o ensino da Matemática (organização, finalidade e método) nos diversos países; e atuar como agente de mudanças, difundindo a idéia da necessidade de uma reforma. Em particular, cada um dos participantes foi orientado a montar subcomissões em seus países para preparar os relatórios com as informações a respeito da situação do ensino de matemática. A partir destes documentos, o comitê central da comissão organizou alguns estudos comparativos e decidiu explorar oito deles: i) a fusão dos diferentes ramos da matemática no ensino das escolas médias; ii) o rigor no ensino da matemática nas escolas médias; iii) o ensino teórico e prático de matemática destinado aos estudantes de ciências físicas e naturais; iv) a preparação matemática dos físicos na universidade; v) a intuição e a experimentação no ensino de matemática nas escolas médias; vi) os resultados obtidos na introdução do cálculo diferencial e integral nas classes mais adiantadas dos estabelecimentos secundários; vii) a preparação matemática dos engenheiros nos diferentes países; viii) a formação dos professores de matemática para os estabelecimentos secundários[1]. Estas propostas foram feitas entre 1911 e 1914, nos congressos de Milão, Cambridge e Paris.

> A Primeira Guerra Mundial, de 1914 a 1918, interrompeu bruscamente o excepcional crescimento das atividades da Comissão, e, consequentemente, o movimento reformulador, que em apenas seis anos de existência identificou questões-chaves para o ensino de Matemática, recolheu uma quantidade de informações nunca antes, e nem depois, reunidas, propiciou o surgimento de uma enorme quantidade de publicações sobre Educação Matemática e levou discussões acerca desse tema aos mais variados países (Miorim, 1998, p. 75).

O Brasil foi representado neste congresso, apenas no ano de 1912, por Eugenio de Barros Raja Gabaglia, mas sem nenhum tipo de envolvimento significativo. A repercussão deste movimento no Brasil foi dada exatamente por Euclides Roxo.

4.2. As escolhas de Euclides Roxo

A primeira observação que podemos destacar em relação as suas categorias é a caracterização de um quadro histórico do ensino da matemática. Euclides Roxo sempre apresenta uma trajetória do ensino da matemática desde o Renascimento até o início do século XX. Neste percurso, ele inicia as discussões a partir das tentativas que objetivaram um rompimento com o caráter lógico dedutivo no ensino, influenciado principalmente pelos *Elementos* de Euclides, e finaliza com o moderno movimento de reforma, no início do século XX.

Em particular, ao tratar das origens do moderno movimento de reforma, Euclides Roxo inicia suas discussões a partir de Felix Klein e o movimento na Alemanha, considerado por ele como o grande impulso das reformas internacionais. Nesta parte específica, Euclides Roxo apresenta os *característicos do moderno movimento de reforma*, como denominado no livro *A matemática na educação secundária*, ou as *principais tendências do movimento de reforma*,

[1] Schubring, G. O Primeiro Movimento Internacional de Reforma Curricular em Matemática e o Papel da Alemanha: um estudo de caso na Transmissão de Conceitos. *Zetetiké*. Campinas: CEMPEM, vol. 7, nº 11, p. 29-49, jan./jun. 1999.

como denominado no artigo do dia 7 de dezembro de 1930, publicado no Jornal do Commercio.

As tendências, listadas por ele a partir de Felix Klein, foram:

1. Predominância essencial do ponto de vista psicológico;
2. Escolha da matéria a ensinar em dependência com as aplicações da matemática ao conjunto das outras disciplinas;
3. Subordinação da finalidade do ensino às diretrizes da nossa época.

No artigo citado acima, Euclides Roxo associa estas três tendências com outras três questões, a saber: metodologia, seleção da doutrina (ou seja, seleção dos conteúdos) e finalidade do ensino, respectivamente.

Dessa forma, ele nos indica a estrutura utilizada na constituição das suas propostas. As questões gerais enumeradas acima associadas às questões particulares citadas no artigo delimitam as escolhas de Euclides Roxo.

Podemos, então, classificar tais categorias quanto a dois aspectos, fundamentos gerais e fundamentos específicos, caracterizados a seguir.

Fundamentos gerais: nesta parte encontra-se o quadro histórico do ensino da matemática e a categoria *subordinação da finalidade do ensino às diretrizes da nossa época*, associada aos objetivos do ensino. Os capítulos do livro *Esboço evolutivo do ensino matemático*, *Os objetivos da educação matemática*, além do primeiro, sexto, oitavo e décimo artigo da série *O ensino da matemática na escola secundária*, publicado no Jornal do Commercio, são as principais fontes para esta parte.

Fundamentos específicos: nesta parte encontram-se as categorias diretamente ligadas aos conteúdos, ou seja, *escolha da matéria a ensinar em dependência com as aplicações da matemática ao conjunto das outras disciplinas* e *predominância essencial do ponto de vista psicológico*, associadas, respectivamente a seleção de conteúdo e a metodologia. Os capítulos *Escolha e organização da matéria*, *A noção de função como idéia axial do ensino*, *Curso propedêutico de geometria intuitiva*, *Introdução do cálculo infinitesimal no curso secundário* e *Importância das aplicações na educação matemática*, além do quarto, décimo segundo e décimo terceiro artigo, da série citada acima, são as fontes para a primeira categoria listadas. Para a outra, temos os capítulos *Intuição e lógica na educação matemática* e *Conexão entre as várias partes da matemática* *e entre esta e as outras disciplinas do curso*, além do segundo e terceiro artigo da série. Especialmente, nesta parte, o prefácio do primeiro volume do *Curso de Matemática*, de autoria de Euclides Roxo, também será considerado[2].

4.2.1. Fundamentos gerais

4.2.1.1. Quadro histórico do ensino da matemática

A constituição de um histórico sobre o ensino da matemática pode ser considerada na produção de Euclides Roxo como uma das formas de legitimar suas iniciativas, pois mostra que as mudanças no ensino da matemática sempre ocorreram, principalmente a partir do Renascimento pelas alterações na escrita dos manuais em cada época.

Euclides Roxo inicia seu percurso discutindo a organização lógica no ensino da matemática influenciada pelos *Elementos* de Euclides e a necessidade de mudança:

> A perfeição mesmo, que, desde cedo, o gênio de Euclides imprimira à compendiação [sic] dos conhecimentos matemáticos dos gregos, grangeou [sic], [...], para a sua obra, um tal prestígio, que um respeito quase religioso dificultava as tentativas de alteração no modo de ministrar o ensino da geometria e de incorporação à matemática dos conhecimentos aritméticos e algébricos, que se desenvolviam durante o renascimento.
> Corpo de doutrina de uma perfeição lógica admirável, não se podia discutir a necessidade de fazer com que, o mais cedo possível, as crianças adquirissem conhecimentos capazes, mais do que qualquer outro, de fortalecer-lhes o raciocínio.
> Tão exagerada preocupação de prematura organização lógica deu a tal ensino um cunho quase que inacessível à maioria dos jovens. A dificuldade no estudo da matemática tornou-se, por assim dizer, proverbial. “Poucos são os que dão para a matemática”, chegou a quase um conceito acaciano.
> Tal situação não poderia deixar de despertar a atenção daqueles que primeiro deixaram de preocupar-se exclusivamente com o *objeto* do ensino (a disciplina ou matéria a ser ensinada) para cuidarem um pouco do *sujeito* (o ser humano que deve receber tal ensino) (Roxo, 1937, p. 40 – 41, grifos do autor).

No segundo capítulo do livro *A matemática na educação secundária*, denominado *Esboço evolutivo do ensino matemático*, sua explanação pode ser dividida em duas etapas: *os precursores do movimento renovador* e *o movimento renovador*, propriamente dito.

---

[2] Os capítulos do livro *A matemática na educação secundária* serão privilegiados nesta apresentação.

Na primeira parte, Euclides Roxo faz breves explanações separadamente para cada país (França, Inglaterra e Alemanha), onde são citados Charles Bouelles, Petrus Ramus, Antoine Arnaud, Clairaut, Legendre, John Perry, Felix Klein, Charles Méray, Bechara Branford, Laisant e Jules Tannery, entre outros. Observa-se, desde já, que a principal influência de Euclides Roxo foi Felix Klein. Destaca-se, ainda, que ele não deixou de articular os movimentos particulares que privilegiaram a melhoria do ensino da matemática com os movimentos de caráter mais geral, sob a denominação nova escola, escola ativa e escola do trabalho[3].

A segunda parte, sobre o movimento renovador, Euclides Roxo elege como principal impulsionador das reformas o matemático alemão Felix Klein, iniciando, assim, sua escrita a partir do movimento alemão. São citados a reunião de Breslau, em 1904, informações sobre o denominado *Plano Meranense*[4] e sobre o *Selecionado alemão para o ensino da matemática e das ciências naturais*. No primeiro artigo da série publicada no Jornal do Commercio, Euclides Roxo apresenta mais detalhes do movimento alemão, chegando a citar o livro de Holzmüller. Breves descrições dos movimentos na França, Inglaterra e América do Norte também são feitas, culminando no Congresso de Roma e na criação da Comissão Internacional para o Ensino da Matemática.

Após este breve histórico, feito em cerca de dez páginas, Euclides Roxo enumera as características, já citadas anteriormente, do movimento de reforma a partir de Felix Klein. Como veremos adiante, essas características são os principais fundamentos para as reformas propostas por Euclides Roxo no ensino da matemática na escola secundária.

4.2.1.2. Subordinação da finalidade do ensino às diretrizes da nossa época

Como indicado por Euclides Roxo esta característica do movimento renovador está associada aos objetivos do ensino. Em particular, para ele, aos objetivos do ensino da matemática. Três artigos do Jornal do Commercio e o

[3] Roxo, *A Matematica na Educação Secundaria*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1937. (Atualidades Pedagógicas, vol. 25), p. 46.
[4] O documento ER.T.3.011 contém a lista de conteúdos do Programa de Meraner para os ginásios.

quinto capítulo do livro, a saber, *Os objetivos da educação matemática* determinam as questões principais sobre este tema, na visão de Euclides Roxo.

> Poderia parecer que, sendo a matemática uma das disciplinas mais antigas do curso secundário, onde há séculos ocupa lugar de honra, seja descabido fazer-se em relação à [sic] ela, a mesma pergunta que naturalmente surge quando se trata do ensino de qualquer matéria: qual é o verdadeiro objetivo e o valor do ensino desta disciplina?
> Entretanto, como observa J. W. Young, é uma necessidade fundamental que cada professor tenha idéia clara da função de sua matéria do currículo escolar e traga em mente, a cada instante, como motivo determinante de todo o seu trabalho.
> Os interesses do bom ensino exigem que o professor não apenas saiba o *que* ensinar, mas também conheça a *quem* vai ensinar, *para que* o faz e *como* alcançará o seu desideratum.
> Eis porque, achamos indispensável fixar, de acordo com os mais modernos autores de pedagogia matemática, entre os quais se acham alguns matemáticos, eminentes, os verdadeiros objetivos da educação matemática na escola secundária. (Roxo, 1937, p. 97 – 98, grifos do autor).

> A falta de compreensão da verdadeira finalidade do ensino da matemática elementar contribuiu para que esta se fossilizasse como uma disciplina morta, completamente árida e tediosa. (Roxo, 1931a).

Dessa forma, conduzido pela afirmação de Felix Klein – "A finalidade geral do ensino depende extraordinariamente da diretriz cultural de cada época" (*apud* Roxo, 1937, p. 99) – Euclides Roxo tece considerações sobre os objetivos da matemática na escola secundária.

As primeiras reflexões que são feitas dizem respeito aos valores da matemática, como disciplina escolar. Para ele, "a base para a determinação segura dos objetivos educacionais de uma disciplina é a discriminação dos *valores* dessa disciplina". Esses valores são eleitos por ele a partir da "extensão social da escola" e dos "valores de uma disciplina em si mesma". Dessa forma, Euclides Roxo discute, em conjunto, os valores científicos, filosóficos e estéticos e, separadamente, os valores utilitários e educativos da matemática (Roxo, 1937, p. 101 – 102).

A partir de David E. Smith[5], Euclides Roxo lista as razões

> pelas quais o estudo da matemática não pode deixar de ser incluído entre as bases educativas do cidadão moderno, razões que se exprimem por verdadeiros valores da matemática, do ponto de vista científico, do filosófico, do estético e até do moral (Roxo, 1937, p. 103).

[5] Smith, D. E. *Mathematics in the training for citizenship*. In the 3d Y.B. of the N.C.T.M., 1928.

São elas:

> a) a matemática pertence ao pequeno grupo de matérias – como ler, escrever, geografia e história – que intimamente se relacionam com a quase totalidade dos conhecimentos humanos, imprescindíveis à concepção de um homem culto.
> b) a matemática tem um alto valor como disciplina mental.
> c) a matemática é um dos caminhos mais seguros por onde podemos levar o homem a sentir o que Byron chamava "o poder do pensamento, a mágica do espírito".
> d) a matemática é uma das verdades eternas e como tal, pode produzir a elevação do espírito [...].
> e) pela matemática [...] torna-se o homem consciente da sua posição no universo [...].
> f) o próprio estudo da matemática dá à humanidade um alto senso religioso que se não pode desenvolver completamente se ela [...].
> g) a história da matemática é a história da raça humana. (Roxo, 1937, p. 103 – 104).

Quanto ao valor utilitário, em resumo, Euclides Roxo cita que

> Tal valor resulta da importância prática dos fatos que estuda a matemática.
> Afora a língua materna, nenhum assunto de estudo está tão intimamente ligado à vida diária; nenhum outro é tão necessário ao êxito nas questões de ordem prática. Com os progressos mecânicos e físico-técnicos da nossa época, acentua-se a importância da matemática como verdadeiro arcabouço da nossa civilização, que, sem ela, não se poderia nem mesmo conhecer (Roxo, 1937, p. 104).

No entanto,

> Apesar desse enorme valor prático da matemática, forçoso é reconhecer [segundo Young[6]] que "o cidadão pouca necessidade tem dos fatos matemáticos e mesmo escassa oportunidade de usá-los, além dos mais simples elementos da aritmética" (Roxo, 1937, p. 104 – 105).

Assim, Euclides Roxo, a partir dos valores utilitários, discute os valores educativos diretos (aquisição de conhecimento), argumentando que a valorização única destes valores não seria suficiente para justificar a presença da matemática na educação secundária. A plena justificativa, segundo ele, encontra-se nos valores educativos indiretos.

Portanto, a discussão dos valores educacionais indiretos pode ser considerada a principal parte do capítulo, contendo as questões mais pertinentes descritas por Euclides Roxo sobre os objetivos da educação matemática. Nesta parte, ele amplia a finalidade que esta disciplina tinha na educação tradicional mostrando que "[...] a tendência moderna no ensino, é contrária ao preconceito de que o professor de Matemática deve propor-se, como objetivo único, formar a inteligência dos seus alunos e ensinar-lhes a raciocinar com rigor” (Roxo, 18 jan 1931). Ou seja,

> [...] a influência educacional de um curso bem orientado de matemática não se fará sentir apenas no desenvolvimento do raciocínio, pelo exercício da lógica dedutiva, mas no desenvolvimento de todas as demais “faculdades” intelectuais. (Roxo, 1937, p. 110).

E ainda,

> A mais forte justificativa para o estudo da matemática não está na aquisição de fatos matemáticos, por mais importantes que sejam. Mais importantes ainda do que a própria matéria das matemáticas é o fato de que esta exemplifica, o mais clara, simples, tipicamente possível, certos modos de pensamento, idéias, conceitos, hábitos, que são da mais alta importância para todos (Roxo, 1937, p. 113).

Essas competências e habilidades são listadas e resumidas por ele sob a denominação de *processos,* de acordo com Hendrick[7]. São elas:

1. Precisão nos enunciados e na interpretação;
2. Generalização;
3. Aquisição e uso de uma linguagem simbólica;
4. Apresentação de assuntos científicos em forma completa e acabada;
5. Capacidade para abranger uma situação;
6. Hábito de tirar conclusões;
7. Sensação de descobertas próprias;
8. Amor ao conhecimento desinteressado;
9. Estimação do culto à verdade;
10. Fortalecimento do hábito de auto-crítica;
11. Contribuição para despertar o senso estético;
12. Desenvolvimento da capacidade de imaginação;
13. Cultivo do poder de atenção;
14. Fortalecimento dos hábitos de clareza e exatidão.

---

[6] Young, J.W.A. *The teaching of Mathematics in the elementary and the secondary school*. New York: 1929.

[7] Hendrick, E.R. *The reality of mathematical process*. In the 3d Y.B. of the N.C.T.M.. New York, 1928.

Em seguida, Euclides Roxo apresenta também os objetivos segundo os professores franceses e discute, de forma mais ampliada, os objetivos da educação matemática segundo o *National Committe on Mathematical Requirement*. Nos artigos publicados no Jornal do Commercio, foi priorizado o *Plano Meranense*, e o tema humanização do ensino da matemática, a partir de uma conferencia feita por Cassius J. Keyser, da Universidade de Colúmbia, é tratado tanto no artigo como no último capítulo do livro.

4.2.2. Fundamentos específicos

4.2.2.1. Escolha da matéria a ensinar em dependência com as aplicações da matemática ao conjunto das outras disciplinas

A *escolha da matéria a ensinar em dependência com as aplicações da matemática ao conjunto das outras disciplinas* associada à seleção dos conteúdos determinou a inclusão de alguns *tópicos* ou *blocos de conteúdo* nas propostas de Euclides Roxo.

Estas inserções estão associadas, segundo Euclides Roxo, aos objetivos do ensino desta disciplina.

> Sem dúvida, o critério fundamental para a escolha da matéria a ensinar, em uma disciplina qualquer, deve ser determinado pelos objetivos que se tem em vista com tal ensino.
> No capítulo precedente [*Os objetivos da educação matemática*] procuramos fixar esses objetivos, no que se refere à educação matemática. Dentro, porém, de tal subordinação aos objetivos, há uma grande margem para escolha, convindo, portanto, como observa Young, estabelecer critérios mais restritivos. O matemático americano assim discrimina esses critérios:
> 1. Apresentar de modo mais claro e mais vantajoso o tipo matemático de pensamento.
> 2. Ajudar a compreender melhor as leis da natureza.
> 3. Fazer ressaltar distintamente as relações matemáticas que existem no organismo social e nas atividades da vida moderna e mostrar o auxilio que a matemática presta na resolução dos problemas ali encontrados.
> 4. Dar suficiente capacidade na efetiva aplicação dos processos matemáticos tendo em vista as futuras necessidades do aluno.
> 5. Permitir a organização da matéria em um todo homogêneo, de acordo com as exigências da pedagogia científica. (Roxo, 1937, p. 138 – 139).

As principais inclusões foram: introdução do conceito de função, das noções de cálculo infinitesimal, da idéias de mobilidade em figuras, das noções de coordenadas e da geometria analítica e, de um curso propedêutico de geometria intuitiva. Além disso, as noções de desenho projetivo e perspectiva e as aplicações da matemática ao conjunto das outras disciplinas foram valorizadas[8]. Para cada um dos itens acima, temos:

Introdução do conceito de função

Entre as mudanças metodológicas proposta por Euclides Roxo a mais importante foi a articulação entre os conceitos de aritmética, álgebra e geometria a partir da fusão desses diferentes ramos. Associada a esta mudança podemos também classificar a introdução do conceito de função como a inclusão mais importante entre as acima citadas. Com efeito, as noções de função para Euclides Roxo deveria ser a idéia unificadora do ensino da matemática. Seus argumentos novamente estão baseados em Felix Klein, como podemos verificar a seguir:

> Foi Felix Klein o primeiro que, em 1893, perante o Congresso Internacional de Matemática, reunido em Chicago, chamou a atenção dos professores de matemática, para a conveniência de adotar-se como idéia axial, capaz de unificar o ensino dessa matéria, o conceito de função.
> [...]
> Em outra ocasião, repisava as mesmas idéias e as defendia com calor.
> "Sim meus senhores, estou plenamente convencido de que o conceito de função, sob forma geométrica, deve ser a alma do ensino da matemática na escola secundária! Em torno dessa noção, agrupam-se facilmente todos os assuntos a ensinar em matemática e esta se vem, muitas vezes, ressentindo, até aqui, da falta de uma conexão devidamente planeada [Felix Klein]" (Roxo, 1937, p. 178).

Além do argumento de idéia unificadora, Euclides Roxo discute a importância do conceito de função associada aos objetivos da educação matemática e na preparação para o ensino superior, e como idéia vivificadora do ensino (Roxo, 1937, p. 179 – 181).

Introdução do cálculo infinitesimal

Dois argumentos são apresentados por Euclides Roxo, novamente baseados em Felix Klein[9], para a re-introdução do cálculo no ensino secundário brasileiro[10].

---

[8] Algumas inclusões são destacadas em estudos realizados por Euclides Roxo, como mostram os documentos ER.T.020, ER.T.011, com programas meranenses e programas das escolas secundárias da Prússia e Baviera, e E.R.T.041 com programas italianos. Em especial, destacam-se o documento ER.T.010 e ER.T.3.027, que é a tradução de parte do sumário do livro de Behrendsen, feita por Euclides Roxo, onde alguns conteúdos são associando ao primeiro,

O primeiro deles, está também associado ao ensino superior, como no caso das funções. O argumento baseia-se na descontinuidade entre o curso secundário e o superior, onde as noções de cálculo, como as de função, favoreceriam a articulação entre estes dois níveis de ensino. O outro, é o reconhecimento do cálculo infinitesimal como elemento de cultura geral.

Introdução das noções de coordenadas e geometria analítica

A introdução dessas noções, conseqüentemente, relaciona-se com as duas precedentes.

Um curso propedêutico de geometria intuitiva

Euclides Roxo, baseado em Betz[11], enumera e discute brevemente as justificativas para a inclusão de noções de geometria intuitiva. São elas: argumento histórico, prático, cultural, pedagógico e psicológico. Quanto aos três primeiros, temos, segundo ele que

> [...] ao argumento histórico, será necessário, ainda uma vez, lembrar que as primeiras verdades matemáticas foram adquiridas pelas civilizações pré-helênicas de maneira meramente experimental e intuitiva?
> O argumento prático é o que mais repugnava aos humanistas: os problemas de constrição, que surgem por toda parte neste mundo, que cada vez mais se matematiza, exigem conhecimentos práticos de geometria, noções de forma, tamanho e posição.
> Mesmo nos seus aspectos mais simples, a geometria cultiva a capacidade de visualizar, de construir e de apreciar as formas espaciais e a imaginação criativa, que é o instrumento inspirador das obras primas das artes plásticas. Não seria este um argumento de ordem cultural para por o mais cedo possível, ao alcance dos educandos, a riqueza potencial da geometria?

Os argumentos pedagógicos e psicológicos apresentados por Euclides Roxo estão diretamente associados à necessidade de recorrer à intuição no início do

---

segundo, terceiro e quarto ano, e o E.R.T.3.002, que é uma tradução feita por Euclides Roxo do prefácio da sexta edição do livro citado.

[9] Klein, F. und Riecke. *Neue Beiträge zur Frage des mathematischen und physikalischen Unterrichts na den höheren Schulen*. Leipzig e Berlin, 1904. Klein, F. und Schimmck Rud. *Der mathematischen Unterrichts an den höheren Schulen*. Leipzig, 1907. Alguns trechos desta última conferência encontram-se traduzidos por Euclides Roxo no documento E.R.T.3.019.

[10] Euclides Roxo também apresenta um breve relato sobre as noções de cálculo introduzidas por Benjamin Constant. (Roxo, op. cit., p. 220 – 221).

curso secundário, ou seja, estes argumentos se baseiam em reflexões de ordem metodológica. O cerne da questão encontra-se na necessidade de habilitar os alunos, gradativamente, antes do estudo da geometria demonstrativa.

> Ao estudante que enfrenta o estudo da geometria demonstrativa, sem possuir o curso propedêutico de geometria intuitiva, deparam-se, simultaneamente, dificuldades múltiplas. Com efeito, como observa W. Betz, do principiante perplexo, espera-se que, em poucas semanas, 1) aprenda uma formidável lista de conceitos e definições; 2) adquira a habilidade no manejo dos instrumentos geométricos; 3) enfrente, em um domínio inteiramente novo, as satilezas [sic] de um processo lógico, que nada o preparou para apreciar.
> A geometria concreta deve, de qualquer modo, ser ensinada, desde as primeiras séries, juntamente com a aritmética. A transição para a demonstração rigorosa não deve ser abrupta, mas gradual. (Roxo, 1937, p. 198).

Sua análise é reforçada com a apresentação das iniciativas de introdução da geometria intuitiva na França, Inglaterra, Alemanha e Estados Unidos.

Idéia de mobilidade em figuras

Esta inclusão está associada à introdução das primeiras noções de geometria no ensino secundário a partir de uma apresentação intuitiva. A idéia de mobilidade em figuras é uma tentativa de romper com o modelo estático da geometria euclidiana.

Aplicações da matemática ao conjunto das outras disciplinas

A aquisição de conhecimentos teóricos, como posto na educação tradicional, não habilitaria o aluno, segundo Euclides Roxo, a aplicá-los em alguma situação, quando necessário. Dessa forma, é mister considerar as aplicações na educação secundária. Duas razões para o uso de aplicações norteiam o seu discurso, os argumentos psicológicos e a necessidade de articulação entre a matemática e outras disciplinas no curso secundário, em particular, a física e a biologia.

Ainda em relação à seleção de conteúdos, Euclides Roxo destaca, por outro lado, a necessidade de excluir alguns tópicos do ensino da matemática. Para ele,

---

[11] Betz, W. *The teaching of intuitive geometry*. In 8th Y. B. of the N.C.T.M.. New York, 1933.

> Imposto pela força da tradição existem [sic], nos programas de matemática e nos compêndios clássicos, um grande número de assuntos, cujo estudo não se justifica, nem do ponto de vista do valor educativo da matéria, nem pela necessidade de compreender a significação geral da ciência, objetivo relevante na maneira atual de entender o ensino de qualquer matéria.
> Em suas diversas conferências, Felix Klein sempre insistia sobre a necessidade de reduzir certas partes do programa, até então adotado, suprimindo teorias que se cultivavam unicamente por sua significação formal, bem como certos problemas complicados de construção, artifícios para resolução de equações, certos desenvolvimentos trigonométricos massudos, etc. (Roxo, 1937, p. 139).

A aritmética teórica é o único conteúdo para o qual Euclides Roxo apresenta argumentos a favor da exclusão. As demais defesas de exclusão de conteúdo, só podem ser observadas quando nos voltamos para a elaboração dos programas de ensino, que será discutida no próximo capítulo desta Tese.

4.2.2.2. Predominância essencial do ponto de vista psicológico

Enfim, esta categoria associa-se às questões de ordem metodológica, que foi a principal mudança proposta por Euclides Roxo para a matemática escolar na escola secundária. Em geral,

> Quer-se, com isso, significar que o ensino não pode depender unicamente da matéria a ensinar, mas deve atender, antes de tudo, ao indivíduo (Subjekt), a quem se tem de educar. Um mesmo assunto será exposto a uma criança de seus anos e uma de dez de modo inteiramente diferentes e muito outra será, ainda, a maneira pela qual se explicará a um adolescente (Roxo, 1930d).

Em particular, alguns tópicos nortearam esta categoria, entre eles, intuição e lógica no ensino da matemática, os recursos de laboratório, o método heurístico e a conexão entre as várias partes da matemática escolar. Para cada um destes, tem-se:

Intuição e lógica no ensino da matemática

A introdução de um curso de geometria intuitiva pode ser considerada uma particularidade deste tópico, pois a idéia geral era iniciar com um curso de caráter experimental, preparando o indivíduo para o trabalho posterior com a geometria dedutiva.

> Segundo a psicologia clássica, o ensino visava à formação e o desenvolvimento do espírito em abstrato. Procurava-se obter, separadamente, a educação dos sentidos e da linguagem, a da imaginação, a do raciocínio.
> A matemática era então considerada a matéria adequada à educação do raciocínio (no sentido de pensamento lógico) e era essa a principal finalidade do seu ensino, senão a única, desprezadas as "aplicações utilitárias" como indignas da formação humanística. Desse modo se justificava a apresentação da matéria, em estrutura formal, desde as primeiras séries do curso. (Roxo, 1937, p. 68).

Dessa forma, para Euclides Roxo, o desenvolvimento do pensamento lógico não estava em oposição ao uso da intuição. A idéia seria partir de conhecimentos intuitivos e gradativamente chegar a uma organização lógica dos assuntos, como afirma Klein, citado por Roxo:

> Não se deve, entretanto, entender que se comece, desde cedo, com uma exposição lógica e difícil, mas impõe-se completamente o *método genético*.
> A intuição forma a base do conhecimento e, a princípio, só lentamente se penetra na consciência lógica. Se é verdade que, há algum tempo atrás, predominou a exposição sistemática, que se acentuava de modo inconveniente o formalismo, isso se tem aos poucos modificado, de algumas décadas a esta parte. Hoje aquela maneira de ensinar está excluída da escola alemã. (Klein *apud* Roxo 1937, p. 71, grifos do autor).

Além desta associação feita entre intuição e método genético, Euclides Roxo também considera o conhecimento prévio do educando como sendo a base de conhecimentos intuitivos anteriormente adquiridos. Dessa forma, "como quer que seja, deve-se começar deixando que o aluno pense a *seu modo* sobre os problemas apresentados. Será depois mais fácil moldar-lhe o pensamento em um tipo mais formal." (Roxo, 1937, p. 73, grifos do autor).

Por fim, Euclides Roxo amplia o conceito de intuição considerando-o como uma competência ou capacidade tão valiosa quanto o raciocínio.

Os recursos de laboratório

Os recursos de laboratório, como denominado no prefácio do primeiro volume da coleção *Curso de Matemática*, foi apresentado por Euclides Roxo no Jornal do Commercio, em 7 de dezembro de 1930, como *método de laboratório,* denominação americana, segundo ele. Estes recursos ou método foram considerados como uma maneira de despertar e favorecer o interesse dos alunos para o ensino da matemática. Segundo Euclides Roxo (1930d)

> [...] o método de laboratório se propõe a levar o estudante à descoberta dos fatos matemáticos; apenas, ao invés de o fazer por meio de perguntas adequadas do professor, utiliza as experiências executadas pelo aluno.
> Realizando-se medidas e pesadas, determinam-se áreas, volumes, comprimentos e ângulos, cada relação matemática é achada como conseqüência de um certo número de tais experiências.

Esta proposta teria como conseqüência a introdução, no ensino da matemática, de outros tipos de recursos didáticos, como citado no mesmo artigo.

> Para esse fim tem sido empregada uma grande variedade de materiais e organizados na América do Norte os laboratórios de Matemática, constituídos de um modo geral, do seguinte aparelhamento: 1. Uma pequena biblioteca especializada, em que haja vários compêndios, livros de história da Matemática, de recreações matemáticas e diversos assuntos referentes a essa disciplina, tábuas de logaritmos de 3 a 7 decimais, tábuas de juros, de fatores, de quadrados e raízes quadradas e de inversos. 2. Quadros negros suficientes para acomodarem toda a classe; esferas negras de diversos tamanhos; quadros negros em diedros, em triedros tri retângulos e oitantes. 3. Modelos de sólidos. 4. Réguas de cálculo. 5. Instrumentos topográficos. 6. Balanças. 7. Pêndulos. 8. Alavancas, polias, parafusos. 9. Barômetro e termômetro. 10. Medidores de pesos específicos de líquidos. (Roxo, 1930d).

Aliado a estes recursos, Euclides Roxo considera que a associação com o método heurístico favoreceria a *self-discovery*, “além de concorrerem para dar vivacidade e interesse ao ensino e um certo apoio concreto e, talvez, um tanto divertido, ao raciocínio do adolescente, ajudando-o a galgar, o mais suavemente possível, a íngreme rampa da abstração matemática” (Roxo, 1929, p. 10)

O método heurístico

O método heurístico é muito citado por Euclides Roxo na sua produção. Por exemplo, no prefácio do livro de Geometria, terceiro volume da coleção *Curso de Matemática*, ele destaca entre outras coisas, que “o ensino se fará [...] pela solicitação constante da atividade do aluno (método heurístico), de quem se procurará fazer um descobridor e não um receptor passivo” (Roxo, 1931i, p. 5).

Euclides Roxo apresenta as questões sobre este modo de proceder no artigo do Jornal do Commercio de 7 de dezembro de 1930. Para ele,

> [...] o método heurístico (do grego eurisko, eu acho) visa a colocar o aluno em condições de descobrir, mas estabelecendo perguntas e problemas cujas respostas não sejam óbvias, embora estejam dentro da capacidade do aluno.
> É um método ao mesmo tempo que um modo, essencialmente ativo e construtivo, e merece uma situação predominante na instrução matemática. Ele pode ser usado de diversas maneiras: ou com um compêndio especialmente preparado e usado pelo

> modo recitativo ou individual, ou com um compêndio comum, e desenvolvendo-se o assunto geneticamente, devendo a classe trabalhar como um todo na descoberta dos teoremas. (Roxo, 1930d).

Os "perigos e desvantagens" do método são apresentados e discutidos a partir de Young. Em suma, Euclides Roxo afirma, novamente citando Young, que "[...] o método heurístico está muito mais perto de atingir os ideais da instrução matemática do que a simples ingestão passiva de qualquer corpo de doutrina matemática [...]" (Roxo, 1930d).

A conexão entre as várias partes da matemática escolar

Entre as questões associadas à metodologia, a conexão entre as diversas partes da matemática, a saber, aritmética, álgebra e geometria, é a mudança mais importante proposta por Euclides Roxo. Com efeito, este princípio associa-se diretamente com as questões de seleção de conteúdo, que por sua vez são as alterações mais explícitas nos programas de ensino e na escrita dos livros didáticos. Conseqüentemente, como o próprio Euclides Roxo afirmou

> Foi esse um dos pontos da nova orientação que mais fortemente chocou os nossos meios professorais e provocou, no mesmo, maior celeuma. Além de contrariar diretamente, e de uma forma precisa, certas normas de há muito estabelecidas (e nós sabemos como é difícil desarraigar um preconceito!), a execução desse objetivo da reforma exigiu uma alteração no modo de seriar as matérias do curso ginasial [...] (Roxo, 1930f).

Além disso, este princípio modificou a incumbência dos professores pois os concursos, como por exemplo, para o Colégio Pedro II, eram específicos para cada um dos ramos da matemática escolar.

O capítulo sete do livro *A matemática na educação secundária*, destinado a este tema, apresenta basicamente argumentos a favor da fusão entre os ramos, a partir de textos de Klein, Branford, Moore, Young, Duclot, Laisant, Boutroux e Tannery, e a descrição da experiência norte-americana, principalmente pelas iniciativas de Breslich para a execução desta diretriz. No artigo de 14 de dezembro de 1930, Euclides Roxo resume claramente estas razões:

> [...] deve-se abolir o princípio da pureza dos métodos e ensinar a matemática como um organismo, cujas partes estão em viva e animada correlação, conservando, como é fácil fazer, em todo o ensino, uma estreita conexão entra as diversas modificações do pensamento matemático (KLEIN); só muito tarde o estudante

aprende a apreciar a conexão absolutamente estreita entre as diferentes matérias (álgebra, geometria, física) e deve queixar-se sinceramente do professor, que só no fim do curso incentiva aquela íntima relação, depois de ensinar aquela disciplina de maneira inconcebível (MOORE); a justaposição de matérias no currículo não implica a assimilação harmoniosa das matérias pelo espírito do aluno; sem resultar nenhuma confusão todos os ramos do estudo matemático podem ser misturados e tornar-se essencialmente proveitosos de modo que o espírito vê as concepções e os processos matemáticos à luz de um belo e poderoso conjunto, bem ordenado, ao invés de uma coisa feita de retalhos e remendos (BRANFORD); a prática absurda de apresentar a principiantes os ramos da matemática com a elaboração formal, que é um indício inevitável do seu tratamento em assuntos separados conduz ao fato - certamente pouco menos que um escândalo - (na Inglaterra) de se poder dar um certificado de ensino secundário a um jovem que não tivesse a menor noção dos poderosos e fascinantes métodos da trigonometria elementar (NUNN); cortada a ciência em pequenas camadas, fazendo-se da Álgebra um ensino tão incompleto, que dele se excluem as funções circulares, e consentindo o da Geometria em ditar e recopiar Euclides, foi-se forçado a formar um amálgama compósito, sem seqüência e sem ligação, a que se deu um nome particular (Trigonometria), pretensa ciência que é como um hors-d'oeuvre sem grande importância, que os professores ensinam quanto têm tempo e que os alunos assimilam de maneira duvidosa, ficando depois de muito trabalho sem idéias precisas, nem sobre a Álgebra nem sobre a Geometria; no fundo não há ciências matemáticas, (Álgebra, Geometria, etc.), pois todas se auxiliam, se apoiam mutuamente e em certos pontos se confundem (LAISANT); o medo das palavras e das barreiras que se puseram entre as diversas partes da ciência, é, na verdade, bem extraordinário; embora admirando, como convém, a pesquisa estética em uma exposição e o engenho dos que gostam de se privar do que é cômodo, no ensino elementar, contudo, muito se deve sacrificar à facilidade, e não recear um bocadinho de cálculo numa demonstração ou num problema geométrico se assim tudo se facilita, e não há mal em que, esses ensinos, que devem ser conduzidos paralelamente, se penetrem e se aclarem mutuamente (TANNERY); a Aritmética, a Álgebra, a Geometria e a Trigonometria devem ser ensinadas lado a lado, ajudando-se e iluminando-se mutuamente e não em compartimentos estanques (YOUNG); são óbvias e importantes as interrelações entre a Aritmética, a Álgebra e a Geometria, que o estudante deve apreender antes que possa adquirir qualquer penetração real nos métodos matemáticos e que são inevitavelmente obscurecidos por uma aderência estrita à concepção de matérias separadas (NATIONAL COMMITTEE ON NATIONAL REQUIREMENTS). (Roxo, 1930f).