Tangram
Revista de Educação Matemática

DOI: 10.30612/tangram.v6i3.17344

Estruturalismo, Educação e Matemática

Structuralism, Education and Mathematics

Estructuralismo, Educación y Matemáticas

Antonio Sales
Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática/Universidade Anhanguera -UNIDERP
Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil
E-mail: profesales@hotmail.com
0000-0001-5515-6625

Resumo: Este é um trabalho de resgate da contribuição do estruturalismo para a Educação e, sobretudo, para o ensino da Matemática. É uma revisão sistemática de literatura que percorre, resumidamente, a trajetória desse paradigma desde Galois, o jovem matemático, que foi a primeiro a criar a estrutura de grupo e as contribuições de Cantor com a teoria dos conjuntos. Apresenta como Piaget concebeu o nascimento da inteligência na criança a partir da teoria dos grupos e dos isomorfismos discutidos na Matemática e propostos pelo grupo Bourbaki para o ensino da Matemática. Apresenta também uma crítica ao programa conhecido como Matemática Moderna, pelo excesso de formalismo que apresentava

Palavras-chave: O nascimento de inteligência.Teoria dos conjuntos. Matemática Moderna.

Abstract: This is a work to rescue the contribution of structuralism to Education and, above all, to the teaching of Mathematics. It is a systematic literature review that briefly covers the trajectory of this paradigm since Galois, the young mathematician, who was the first to create the group structure and Cantor's contributions to set theory. It presents how Piaget conceived the birth of intelligence in children based on the theory of groups and isomorphisms discussed in Mathematics and proposed by the Bourbaki group for teaching Mathematics. It also presents a criticism of the program known as Modern Mathematics, due to the excessive formalism it presented.

Keywords: The birth of intelligence. Set theory. Modern Mathematics.

Resumen: Este es un trabajo para rescatar el aporte del estructuralismo a la Educación y, sobre todo, a la enseñanza de las Matemáticas. Es una revisión sistemática de la literatura que cubre brevemente la trayectoria de este paradigma desde Galois, el joven matemático, quien fue el primero en crear la estructura de grupo y las contribuciones de Cantor a la teoría de conjuntos. Presenta cómo Piaget concibió el nacimiento de la inteligencia en los niños a partir de la teoría de los grupos e isomorfismos discutida en Matemáticas y propuesta por el grupo de Bourbaki para la enseñanza de las Matemáticas. También presenta una crítica al programa conocido como Matemáticas Modernas, por el excesivo formalismo que presentaba.

Palabras clave: El nacimiento de la inteligencia. Teoría de conjuntos. Matemáticas modernas.

Recebido em.
28 /07/2023
Aceito em
25/09/2023

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os Programas de Mestrado e Doutorado das áreas de Educação e Enisno tendem a inserir, no programa de estudos, a disciplina que estuda as teorias do conhecimento. Vários tópicos podem ser abordados nessa disciplina tais como a pespectiva epistemológica positivista, a estruturalista, a fenomenológica, a sóciointeracioanista e até a pragmaticista. A estruturalista, pela influência de Piaget (Jean William Fritz Piaget) [1896-1980], faz parte, quase que obrigatoriamente, mesmo que com outro enfoque (Colinvaux, s.d., Cunha, 2008). Entretanto, o Estruturalismo está presente na área educacional não apenas como uma discussão sobre a constituição da inteligência, mas também em outros constructos presentes nessa grande área que é a Educação. Os linguistas e os estudiosos da literatura se deparam com nomes como Ferdinand de Suassure [1857-1913] e Algirdas Julien Greimas [1917-1992], respectivamente. O primeiro ligado às estruturas da Língua e o segundo, às estruturas das Narrativas. Os estudiosos da Matemática encontram em seu caminho o nome de Evariste Galois [1811-1832] um gênio cuja vida foi ceifada muito cedo e, talvez por isso, o seu nome é pouco falado (Souza & Alitolef, 2011). Embora tenha produzido algo profundamente significativo em termos de estrutura, produziu puco em decorrência do tempo que viveu. Outro nome que, quando se fala de estrutura, perspassa o caminho dos estudiosos da Matemática é Cantor (Georg Ferdinand Ludwing Philip Cantor) [1845-1918] um russo, crescido na Alemanha. Foi contemporâneo de Galois, embora é possível que não tivessem se conhecido pela brevidade da vida de um e pela distância que os separavam. Cantor viveu até aos 11 anos em São Petersburg (Barreiras, 2011, Sánchez, 1986). A teoria proposta por Cantor revelou-se fundamental para o surgimento de novas disciplinas Matemáticas tais como: a topologia, a álgebra abstrata, a teoria da probabilidade, a teoria da medida e da integração e da análise funcional (Freiria, 1992). De igual modo quem estuda

Antropologia ou Psicologia também se encontra com Claude Lévi-Strauss [1908-2009] que esteve estudando indígenas brasileiros de 1935 a 1939 (USP, 2019) e John B. Watson [1879-1958] o fundador do Behaviorismo, a corrente estruturalista da Psicologia.

Entretanto, nessa visita a estruturalistas fundantes não se pode ignorar a contribuição de Nicolas Bourbaki, “o matemático que não existiu”, segundo o IMPA (Instituto de Matemática Pura e Aplicada). Consta em um boletim informativo desse Instituto que:

> Em 1934, os jovens matemáticos franceses André Weil e Henri Cartan eram professores de cálculo na Universidade de Estrasburgo. Insatisfeitos com o livro de texto, optaram por escrever eles mesmos um Tratado de Análise.
> Formou-se um grupo e foi decidido que o trabalho seria coletivo, sem menção aos autores individuais: para assinar a obra foi inventado um pseudônimo, Nicolas Bourbaki, homenagem jocosa a um general pouco conhecido.[...] A composição do Bourbaki era secreta, mas a identidade ficava conhecida quando cada membro se aposentava do grupo, o que devia acontecer até os 50 anos. Membros proeminentes tiveram relações com o Brasil: Weil, Dieudonné e Grothendieck visitaram a USP por períodos longos, e este último colaborou com Leopoldo Nachbin, um dos fundadores do Impa (Instituto de Matemática Pura e Aplicada).
> O objetivo de Bourbaki era deduzir a matemática de forma rigorosa a partir de ideias fundamentais, os axiomas. Transformou-se numa tarefa imensa, nunca completada, apesar dos inúmeros livros. No processo, o grupo tornou-se muito influente, para bem ou para mal (IMPA, 2018, página única).

A importância do grupo Bourbaki se reflete tanto no fato de Piaget, como se verá, ter se apoiada nele para a sua teoria como por ter produzido a Matemática Moderna que foi introduzida no Brasil. Segundo Freiria (1992, p.1) no final da década de 1950 ocorreu uma das reformulações significativas do ensino da Matemática no Brasil. Pretendia ser uma abordagem moderna e eficiente e para isso os defensores propuseram inovações no seu ensino. Esses reformadores concentraram o programa “na linguagem abusiva e no formalismo da Teoria dos Conjuntos, o que trouxe mais danos do que benefícios do ensino da Matemática de 1º e 2º graus”.

Dessa forma destaca-se a importância de se conhecer o Estruturalismo e a sua contribuição para a Educação. Este trabalho tem por objetivo expor o conceito de estutura e analisar como o Estruturalismo influenciou nos trabalhos de Piaget e no ensino da Matemática.

ESTRUTURA E ESTRUTURALISMO

Sendo a consciência crítica e inquieta uma das características do nosso século, os movimentos sociais se sucedem com relativa rapidez. O constante clamor por mudanças e a consequente rápida sucessão de questões levantadas, não raro, põem em crise paradigmas outrora estabelecidos e, por vezes, ressuscita os antigos dando-lhes nova roupagem e novo vigor.

É nesse contexto de conflito que surge o Estruturalismo como novo paradigma e como novo método de estudo. Despontou no início do século XX e na quinta década estava no seu apogeu, conseguindo convergir toda uma geração, que passou a ver o mundo através da sua ótica.

Relações sociais, há muito presentes, mas que em outros tempos não despertaram a atenção, passaram a ser objetos de análise. Foram agrupadas de acordo com determinadas características básicas e daí surgiu uma visão de totalidade, a estrutura.

Ao observar os fenômenos sociais descobriu- se que eles se reduzem a estruturas e estas a estruturas mais amplas. São estruturas de estruturas. É como se existisse um pensamento inconsciente antes do espírito humano. É "como se a nossa ciência estivesse feita antes das coisas" (Eco, 1971, p. 376).

Embora a ideia de conjunto estruturado estivesse presente nas reflexões filosóficas em todas as épocas e, segundo Eco (1971, p. 255-256), Aristóteles já tivesse fornecido termos apropriados para a definição desse modelo epistemológico, até o fim do século XIX ninguém se dizia estruturalista. Aristóteles já falava de modelo estrutural e de objeto estruturado. Dessa forma, podemos pensar em "substância" e em "rede de relações", mas há uma imbricação entre ambas.

Hoje o emprego de uma estrutura, como importante elemento teórico, está bastante difundido, mas ainda assim cada teoria tem uma conceituação particular do termo ponto. Diante disso, definir o que seja uma estrutura é uma das maiores dificuldades de se estudar ou Estruturalismo. Os estruturalistas são de opinião de que estrutura não depende mesmo de definição.

O termo estrutura pressupõe uma totalidade na qual estão agrupados os elementos numa certa disposição particular e de tal modo solidários que a alteração de um provoca alterações profundas nos demais. Os elementos são articulados entre si, embora parte de uma totalidade possuem relativa autonomia. Nas palavras de Thiry-Cherques (2006, p.138) "a perspectiva estruturalista propõe o abandono do exame particular dos objetos a que se consagrava. Estuda as estruturas subjacentes ao organizar e administrar, formadas pelos elementos que os caracterizam enquanto traços inerentes ao espírito humano". E, de acordo com Eco (1971, p.36), "uma estrutura é um modelo teórico construído conforme certas operações" que permite unificar os fenômenos sob uma mesma perspectiva. Dessa forma, a estrutura é um modelo criado pelo pesquisador para nomear e uniformemente fenômenos diferentes. Bonomi (1970) acrescenta que a particularidade de uma análise estrutural é não olhar o fenômeno como um ser isolado, mas como um feixe de relações. Um fato social não acontece isolado de um contexto, e uma pessoa não se constitui sem a participando ação da sociedade ou grupo étnico ao qual pertence.

"Assim emerge uma primeira peculiaridade do método estrutural. Toda a unidade constitutiva do conjunto estudado é despojada de seu caráter de coisa e vem se configurar em um feixe de relações" (Bonomi, 1970, p. 124). Para essa autora, Lévi-Strauss, via na classificação de vegetais e animais um esboço de articulação do que se presencia e a introdução da descontinuidade. Para esse teórico, tal protótipo já estava presente no pensamento dos primitivos habitantes.

Sendo que uma estrutura tem nas relações o seu elemento fundamental, a proposta estruturalista tem sido bem recebida os mais diversos campos do saber. Houve até um momento na história em que o Estruturalismo era a forma dominante de estudo. A Linguística, a Psicologia, a Antropologia e a Matemática são ciências onde a ideia de estrutura tem ampla utilização, embora cada uma com sua conceituação própria.

Na matemática, a preocupação com as suas estruturas surgiu um pouco antes da Psicologia estudar as estruturas da inteligência e a Antropologia estabelecer as estruturas existentes nas relações sociais. Este trabalho tem por objetivo estudar a relação existente entre a Matemática o Estruturalismo e a influência deste no ensino daquela ciência.

Está o presente dividido em três breves partes, uma das quais dedicada ao estudo do Estruturalismo como princípio epistemológico e por isso se apoiou nos trabalhos de Jean Piaget. As outras duas partes são dedicadas à Matemática. Na primeira delas é dado uma visão geral da estrutura da Matemática e como o seu estudo contribuiu para as demais ciências e na segunda, como o Estruturalismo influenciou o seu ensino. O assunto é vasto, o tempo para mergulhar a fundo neste oceano é reduzido mas é muito significativa a aprendizagem que disso resulta.

O ESTRUTURALISMO COMO PRINCÍPIO EPISTEMOLÓGICO

O Estruturalismo ontológico busca descobrir a estrutura existente no objeto do seu estudo. Recorrendo ainda à Thiry-Cherques, tem-se que:

> Por definição, uma estrutura é um sistema relacional ou um conjunto de sistemas relacionais, tais como as relações de parentesco, os esquemas de controle de tráfego, os códigos de etiqueta, etc. Uma estrutura é um todo formado de fenômenos solidários. Cada um dos seus elementos depende dos outros e é determinado por sua relação com eles. A alteração, acréscimo ou supressão de um elemento implica acomodação e reajuste na posição dos demais (Thiry-Cherques, 2006, p.142).

O Estruturalismo metodológico procure estabelecer uma estrutura, o método teórico para, em seguida, postular que todos os fenômenos a serem estudados devem corresponder a este arranjo estrutural teorizado. Estrutura, nesse contexto, é um código, um sistema de regras, a que um grupo ou corpo deve se submeter para ser entendido como tal.

Como método, o Estruturalismo consiste num estudo comparativo que busca compreender a descontinuidade existente no mundo, ao contrário do historicismo que busca compreender a continuidade. Para o Estruturalismo não interessa os fenômenos isolados, mas como eles se relacionam em determinado contexto.

O Estruturalismo, como princípio epistemológico, procura desvendar como se dá a apropriação do saber, como são percebidas e incorporadas, pela mente humana, as estruturas existentes. A estrutura é a sistematização das transformações e, pensando na inteligência, é um modelo para explicar como esta se desenvolve (Lima, 1970).

Levi-Strauss, um dos expoentes do Estruturalismo Antropológico procurou atribuir conotações epistemológicas ao con ceito de estrutura social. A sua preocupação principal foi estudar os fatos sobre a menta humana, não apenas a organizaçao social de qualquer sociedade.

Jean Piaget, conhecido pela sua vasta pesquisa sobre o nascimento da inteligência na criança, trabalho que resultou na sua proposta epistemológica conhecida como Epistemologia Genética (Piiaget, 1987)), explicou a apreensão do conhecimenro como um fator ligado às estruturas mentais. São essas estruturas que influem na construçao das noções mais fundamentais, como as intuições do espaço, por exemplo.

As informações que nos chegam do exterior são apreendidas à medida que se relacionam com a nossa organziaçõa intelectual, pois a inteligência é uma organização cuja funçõa é estruturar o universo conforme o organismo estrutura o ambiente com o qual se relaciona. A inteligência consiste na relação estabelecida entre o pensamento e o objeto de conhecimento.

Na palavras de Piaget :

> afirmar que a inteligência é um caso particular da adaptação biológica equivale, portanto, a supor que ela é, essencialmente, uma organização em que a sua

> função consiste em estruturar uma graça tal como o organismo estrutura o meio imediato. Para descrever o mecanismo funcional do pensamento em verdadeiros temos biológicos, bastará, pois, destacar as invariantes comuns a todas as estruturações de que a vida é capaz (Piaget, 1987, p.15).

Há, segundo esse pesquisador, estruturas que são invariantes por serem hereditárias e que se constitui no suporte para as demais relações. São elas que condicionam o desenvolvimento intelectual por modificar as informações novas para adaptá-las às antigas. É após esse processo, que recebeu o nome de acomodação, que ocorre o fenômeno da aprendizagem.

Fatores inatos interagindo com fatores externos determinam o fator processual da percepção final a percepção se dá, portanto, em conformidade com o código de reconhecimento. A aprendizagem, no conceito estruturalista, não significa conhecimento adquirido a respeito do objeto. Ela é o ato de estabelecer relações. Dessa forma, pode-se dizer que a geometria não é a figura que vemos, mas o que vemos na figura. Dito de outra forma, a geometria está nas relações internas (propriedades das diagonais, relações entre ângulos internos e externos, lados, faces, arestas etc.) e nas relações externas (semelhança entre figuras e aplicações dessas propriedades no mundo). Uma aldeia não é um aglomerado de pessoas de certa etnia, é o conjunto de relações de parentesco, de regras de convivência, comunicação e gestão da comunidade que ali estão estabelecidas.

O homem possui a capacidade de estabelecer ligações de inclusão, de ordem e de correspondência que lhe permitem ver os conjuntos no plano concreto e em seguida, no abstrato. Após a descoberta dos conjuntos de objetos, a estrutura mental então estabelecida, lhe permite isolar os objetos descobrir ligações entre as ligações já estabelecidas. O conhecimento se dá a partir da totalidade porque a ideia de estrutura é procedente de uma organização.

A MATEMÁTICA E O ESTRUTURALISMO

O estruturalismo matemático iniciou no último quarto do século XIX, com os trabalhos de Georg Cantor sobre a teoria dos conjuntos. Segundo consta na Encyclopaedia Britânica do Brasil Publicações Ltda (EBBPL) (1983) o seu trabalho revolucionou os conhecimentos matemáticos quando demonstrou que existem totalidades que não são equipotentes. Em outras palavras: um conjunto infinito pode ser colocado em correspondência com as suas partes. Baniu, dessa forma, o axioma de que “o todo é maior do que as partes”.

Para Cantor a Matemática deve ser encarada como uma totalidade, porque as totalidades possuem propriedades que não são partilhadas pelos objetos dessas totalidades. A teoria formulada por ele causou controvérsia e foi combatida por seus contemporâneos. Só em 1908, teve aceitação universal e hoje tem importância fundamental para análise matemática. A popularização da teoria ocorreu só em 1920, dois anos após a morte do autor, quando foi criado na Polônia, um periódico para explorar a suas Ideias.

Segundo ainda a EBBPL (1983), a teoria dos conjuntos teve participação importante na aceitação da teoria do matemático alemão Arthur M. Shönfies [1853-1928] já conhecido por seus trabalhos sobre estruturas dos cristais. A partir de 1920 foram estabelecidos conceitos de álgebra abstrata ou álgebra Moderna.

“Os matemáticos descobriram que as operações simples efamiliares de adição, subtração, multiplicação e divisão não são propriedades exclusivas dos números, mas são válidas em qua1quer contexto onde essas operações se realizar” (Adler,1972, p.VI) a partir daí procuram estudar Matemática do ponto de vista das estruturas algébricas**,** que é o da coerência na Matemática.

Entram nesse estudo os conceitos do grupo, anel, cor po, homomorfismo, isomorfismo e homeomorfismo. Na realidade, um complexo de estruturas interligadas (Adler, 1972).

Quando se estuda Matemática do ponto de vista das estruturas algébricas descobre-se que há ”nao um conjunto numérico, mas conjuntos numéricos; não álgebra, mas álgebras; não geometria, mas geometrias; não espaço, mas espaços”

(Adler, 1972, p.VI). A generalizaçao das propriedades dos números amplia o campo das estruturas matemáticas.

Segundo os Bourbaki, são três as estruturas fundamentais que suportam o edifício matemático: as estruturas algébricas (grupos, anéis e corpos), as estruturas de ordem cuja variedade atualmente mais utilizada e a rede ou matriz, e as estruturas topológicas (Piaget, 1979).

A álgebra moderna tem sua terminologia própria e os termso mais usados são:

a)Conjunto Numérico: um conjunto de elementos e um conjunto numérico se está munido de duas operações binárias chamadas adiçao e multiplicação, ambas comutativas e associativas, sendo a multiplicação distributiva em relação à adição.
b)Grupo: um conjunto é chamado grupo se está munido de uma operação binária associativa; possui elemento neutro para essa operação e todo elemento possui inverso. Se a operação é comutativa, o grupo e dito abeliano (Adler, 1972, p. 168).

Podemos tomar como exemplo o conjunto dos números inteiros.

Encontramos nesse conjunto duas operações binárias: a adicão e a multiplicação. Se deixamos de lado a multiplicação, podemos observar as seguintes propriedades em relação à adição:

1.A operação de adição é associativa;

2.O conjunto possui o elemento zero, ou elemento neutro da adiçao;

3.Dado um inteiro x do conjunto, seu simétrico também pertence ao conjunto.

Essas características fazem do conjunto dos números anterior um exemplo do grupo. Há ainda os grupos cíclicos ou de transformação, que são definidos por quatro propriedades:

1 .Fechamento

Ao serem aplicadas duas transformações numa determinada ordem deve haver sempre uma terceira transformação equivalente a combinação das duas anteriores (fig.2).

2.Identidade

É a transformação nula. A transformação identidade tem a propriedade de mesmo coordenada com outra transformação, deixar intacta a transformação original, sem importar a ordem em que é aplicada.

3.Inversão

A transformação inversa é aquela que quando aplicada conjugada com uma transformação qualquer faz com que o resultado seja como se a transformação original tivesse sofrido a ação da transformação identidade.

4.Associatividade

Uma composição de transformações que resulta numa única transformação equivalente (Berlyne, 1973).

Piaget (1979) considera a Matemática e a Lógica como originadoras de todo movimento estruturalista afirmando que o "grupo", isto é, um conjunto com uma operação associativa, que tem elemento neutro e inverso para cada um de seus elementos, foi a primeira estrutura definida pelo homem. O mesmo Piaget reconheceu a importância que a escola de Bourbaki teve para esse movimento quando publicou suas grandes obras sobre as estruturas- mãe: estruturas algébricas (como caso dos grupos anéis e corpos), estruturas de ordem (reticulado e matrizes) e estruturas topológicas (espaços métricos e topológicos) e a partir daí o estruturalismo se fez presente em outros domínios tais como a Linguística, a Antropologia, a Psicanálise, a Psicologia e, finalmente, em Epistemologia Genética (Piaget, 1990).

Um exemplo do grupo cíclico é a rotação dos vértices de um retângulo, nos ângulos de O^{0} , 90^{0} , 180^{0} e 27º. Como exemplo observemos a rotação do quadrado em torno do seu eixo central (fig. 1) (Oliveira & Silva, 1971).

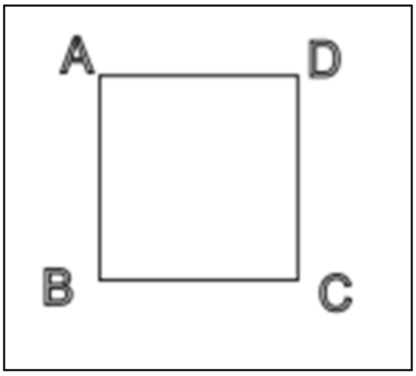

Figura 1- quadrado em estado de equilíbrio
Fonte: Elaborada para este texto

Se o quadrado for rotacionado 90^0 em cada etapa, no sentido anti-horário, tem-se os seguintes passos (fig. 2).

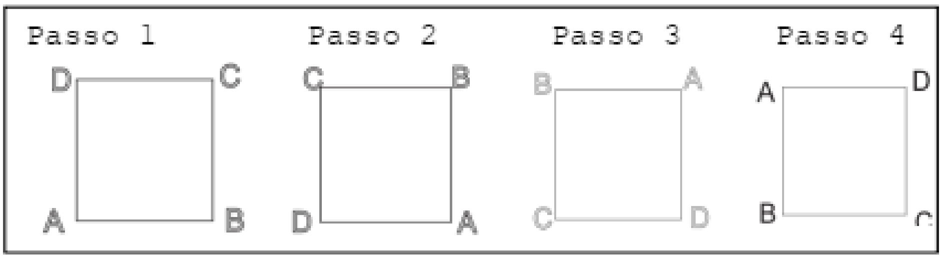

Figura 2- Rotação de 90^0 anti-horário em cada passo
Fonte: Elaborada para este texto

No quarto passo o quadrado voltou à posição de equilíbrio. A rotação de 360^0 é a transformação identidade porque o quadrado para na mesma posição original. Por outro lado, se fizermos uma rotação no sentido horário (transformação inversa) e figura volta para o estágio anterior. Essa é a ideia de transformação da inteligência, embora esta rotacione em espiral (fig.3) e em cada passo está mais complexa, mais desenvolvida do que no anterior.

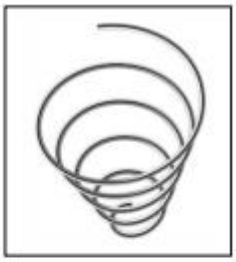

Figura 3. Rotação em espiral
Fonte: Adaptado de
https://img.jocar.com.br/781149_1000.jpg

Os grupos possuem leis de relação interna. Algumas quantitativas, outras qualitativas. Quando dois elementos quaisquer de um agrupamento podem ser compostos entre eles dando origem a um novo elemento do mesmo agrupamento, temos uma lei quantitativa. A propriedade do fechamento é um exemplo de relação quantitativa.

A propriedade associativa é um exemplo de relação qualitativa.

A Epistemologia Genética usa a analogia do grupo ao estudar a construção da inteligência (Berlyne,1973). Para esse autor, grupos de comportamentos são cadeias equivalentes de transformações. Afirma ainda que “já observamos que qualquer sistema de comportamento que possui uma estrutura de grupo possui as propriedades essenciais de uma hierarquia de famílias de hábitos. Mas o inverso não é válido, nem todas as hierarquias de famílias de hábitos possuem estrutura grupo (Berlyne, 1973, p.211).

A coordenação possível das operações para acompanhar um objeto que se desloca sucessivamente é, por fim, representada pela lei do fechamento. A inteligência pode construir hipóteses e depois afastá-las para voltar ao ponto de partida num processo de reversibilidade.

Na primeira metade do segundo ano a criança, após ter acompanhado os deslocamentos sucessivos de um objeto, sabe qual o movimento único dos olhos que o trará de volta em contato com ele (Berlyne, 1973). “A inteligência (ao contrário do hábito ou automatismo) não é prática. Pelo contrário, procura por puro prazer funcional, fazer rodeios e chegar ao mesmo objetivo pelos caminhos mais diversos" (BrasiL, 1977, p. XIII). Outras estruturas matemáticas são: o anel, o corpo, álgebra e os espaços vetoriais e topológico, cujo estudo foge ao objetivo deste trabalho.

A visão de Piaget (1990, p.83) sobre a relação entre a Matemática e o mundo difere totalmente do olhar ingênuo que muitos de nós têm hoje. Para esse pensador, tudo parece matematizável e as "relações entre as matemáticas e a realidade" nem sempre estão no sentido da medida, mas de "isomorfismo das estruturações". Ele entendia que não é que as "estruturas operatórias são referências" para explicar "fenômenos físicos e as coordenações gerais das nossas ações".

O ENSINO DA MATEMÁTICA E O ESTRUTURALISMO

Na história da matemática podemos destacar três períodos distintos.

O primeiro e o abrangido pelo ideal contemplativo dos gregos. O sujeito não varia. As regras do cálculo, a álgebra, as curvas mecânicas, o movimento, eram eliminados. Bastavam as propriedades dos números e das figuras, havia a ausência de consciência das operações.

O segundo período é o das matemáticas modernas que enfatiza a ação do sujeito. É a tomada de consciência das operações. A Matemática contemperânea onde se descobre as estruturas operatórias e o agregamento livre das operações umas com as outras é o terceiro estágio.

Uma interessante análise do ensino da Matematica, sobo enfoque estruturalista da Matemática Moderna, foi feita pelo professor Morris Kline (Kline, 1976). Focalizaremos alguns dos pontos negativos dotectados por ele.

O principal ponto fraco consiste na abordagem essen cialmente axiomatica. A estrutura assim construída é artificial e, embora se presta muito bem ao trabalho do matemático profissional, nao foi planejada para fins pedagógicos. A Matemá tica Moderna falha ao recorrer a essas fundações lógicas para cultivar a compreensão.

Esse tratamento metodológico leva o aluno a fixar na memória termos que nada significam para a sua inteligência. Não são apresentadas as razões para a adoção do termo e nem o caminho que esta sendo seguido. Por não apresentar as diversas etapas, as tentativas e as reformulações,transmite uma falsa noção da Matemática. A etapa final, fica muito distante dos pensamentos originais.

E a matematica autocriadora? Podem as frações ser introduzidas apenas como um número na solução de uma equação? Se a Matemática é autocriadora por que não podemos somar frações adicionando numeradores e somando os denominadores? Não bastaria axiomatizar que é assim que se resolve tal operação?

Se não se pode ter $\frac{1}{2}+\frac{1}{2}=\frac{2}{4}$ é porque alguma experiência física mostra que $\frac{1}{2}+\frac{1}{2}=\frac{2}{2}$ ficando evidente que a Matemática não é um corpo de conhecimento isolado que se basta a si mesmo (Kline, 1976).

A Matemática é apresentada como vivendo no ar, no espaço, longe das contingências do tempo. Parece criação de gênios, dando ao aluno uma sensação de impotência diante dela predispondo-o ao fracasso. A preocupação em justificar as propriedades das operações através dos axiomas, com todo rigor da estrutura interna da Matemática é uma forma de impedir o desenvolvimento do raciocínio.

A seguinte ilustração é pertinente:

> um sapo ao ver uma centopeia caminhar despreocupadamente com sua centena de pés ficou maravilhado, e fê-la saber da sua admiração por vê-la andar sabendo usar cada um dos seus pés. A partir desse momento a centopeia começou a pensar em qual dos pés deveria mover primeiro para manter a harmonia entre eles e a elegância no andar. Não conseguiu dar mais um passo (Kline 1976, p. 65).

A Matemática, vista como uma sequência de propriedades e fórmulas, previamente axiomatizadas, cria uma sobrecarga para a memória e foge ao objetivo principal que é ensinar a pensar e a compreender.

A professora Anamaria Gomide Taube relata a experiência vivida quando seu filho de 9 anos, estudando o 4º do Ensino Fundamental trouxe para casa uma tarefa sobre a propriedade do fechamento no conjunto dos números naturais.

Ao explicar para o filho que os números naturais quando são somados o resultado ainda é um número natural foi surpreendida com a observação: ”mas mamãe, poderia dar outra coisa?” A falta de expectativa com respeito a existência de outros números consistia na dificuldade (Taube & Maia, 1985, p.32).

Em nossa experiência profissional temos encontrado inúmeros estudantes que insistiam por longo tempo em adicionar frações sem utilizar a redução ao denominador comum. O assunto lhes foi apresentado axiomaticamente, sem nenhuma compreensão do processo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista que só ha criatividade quando há flexibilidade na solução do problema, quando as ideias que partem de qualquer domínio da Matemática, são estimuladas mesmo que caiam fora da estrutura axiomática. O ensino centrado nas estruturas nao tem produzido os resultados esperados. Na realidade, no ensino da Matematica, o Estruturalismo, longe de estimular o raciocínio, tem funcionado como camisa de força.

REFERÊNCIAS

Adler, I.(1972). *Iniciação a Matemática Hoje***.** Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico.

Barreiras, C.P. M.(2011). *O Conjunto de Cantor***.** 2011, 169 fls. Dissertação (Mestrado em Matemática para o Ensino). Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora .

Berlyne, D. E.(1973). *O Pensamento*: sua estrutura e direção. São Paulo:Edusp.

Bonomi, A. (1970).Implicações Filosóficasna Antropologia der Lévi-Strauss. In: Lima, L. C. (org.). *O Estruturalismo de Lévi-Strauss*. (2a ed). Petrópolis: Vozes, pp.114-139.

Colinvaux, D. (S.D).Jean Piaget: pensador rigoroso, homem afável. *Revista História da Pedagogia.* Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4081869/mod_resource/content/1/Biografia%20de%20Piaget.pdf Acesso em: 08 jul. 2023.

Cunha, M. V. (2008).Piaget: Psicologia, Genética e Educação. In: Cunha, M. V. *Psicologia da Educação.* Rio de Janeiro: Editora Lamparina. Disponível em: https://acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/141/3/01d08t02.pdf Acessoem: 08 jul. 2023.

EBBPL.(1983). Encyclopaedia Britannica do Brasil Publicações Ltda. **Cantor**. São Paulo: Melhoramentos.

Eco, U.(1971). A Estrutura Ausente: introdução à pesquisa semiologia. São Paulo: Persepctiva; Edusp.

Freiria, A. A.(1992). A Teoria dos Conjuntos de Cantor*.* *Paidéia*, FFCRLP-USP, Ribeirão Preto, n.2. Disponível, em: https://www.scielo.br/j/paideia/a/Dy6x9FFND3GfGJmyxhSBNXw/?lang=pt Acesso em : 08 jul. 2023.

IMPA. (2018). Instituto de Matemática Pura e Aplicada. *Nicolas Bourbaki, o matemático que não existiu.* 29/08/2018. Disponível em: https://impa.br/noticias/nicolas-bourbaki-o-matematico-que-nao-existiu/ Acesso em 09 jul. 2023.

Kline, M.(1976). *O Fracasso da Matematica Moderna*. São Paulo: IBRASA.

Lima, L. C.(1970). O Estruturalismo de Lévi-Strauss. In: Lima, L. C. (org.). *O Estruturalismo de Lévi-Strauss*.(2a ed). Petrópolis: Vozes, pp.11-44.

Thiry-Cherques, H. R. (2006). O Primeiro Estruturalismo: Método de Pesquisa para as Ciências da Gestão. *RAC*, v. 10, n. 2, pp. 137-156. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-65552006000200008 Acesso em: 30 maio 2022.

Oliveira, A. M. & Silva, A.(1971). *Biblioteca da Matemática Moderna*. v.2, (4a ed). São Paulo: Livros Irradiantes S.A.

Brasil, L. A.S. (1977). *Aplicaçoes da Teoria de Piaget ao Ensino de Matemática.* São Paulo: Forense Universitária.

Piaget, J. (1979). *O Estruturalismo*.(3a ed). São Paulo: DIFEL.

Piaget, J.(1987). *O Nascimento da Inteligência na Criança*.(4a ed). Rio de Janeiro: LTC.

Piaget, J.(1990). *Epistemologia Genética*. São Paulo: Martins Fontes.

Sánchez, C.S. (1986). O Surgimento da Teoria dos Conjuntos - Antecedentes Trigonométricos (1870-1872). *Cadernos de História e Filosotia da Ciência,* n. 10, pp.61-69.

Souza, R. B. & Alitolef, S. S. (2011).A Última Noite de um Gênio: a comovente e trágica história de Évariste Galois. *Anais da XI Semana de Exatas:* XI Semana de Matemática, I Semana de Estatística. Fundação Universidade Federal de Rondônia Departamento de Matemática e Estatística *Campus* de Ji-Paraná. Disponível em:

http://www.semat.unir.br/materiais/ANAIS_XI_SEMAT.pdf#page=77 Acesso em: 08 Jul. 2023.

Taube, A. G. & Maia, L. A. (1985).A carroça na frente dos bois. *Revista do Processor de Matemática***.** n.07, p.32.

USP. Universidade do Estado de São Paulo.(2019). Livro mostra em detalhes a trajetória de Claude Lévi-Strauss. *Jornal da USP.* Disponível em: https://jornal.usp.br/cultura/livro-mostra-em-detalhes-a-trajetoria-de-claude-levi-strauss/ Acesso em: 07 jul.2023.