

O ENSINO E APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA NA PERSPECTIVA DE JEROME BRUNER

Juliana Rosa Alves Borges¹
Tatiane Daby de Fátima Faria Borges²
Guilherme Saramago de Oliveira³
Núbia dos Santos Saad⁴

Além disso, o conhecimento adquirido é mais útil para alguém que está aprendendo quando ele é descoberto por meio dos esforços cognitivos do próprio indivíduo que está aprendendo, pois, dessa forma, ele é relacionado ao que se conhecia antes e utilizado em referência a isto. Tais atos de descoberta são enormemente facilitados pela estrutura do próprio conhecimento, pois não importa quão complicada seja uma área de conhecimento, a mesma pode ser representada por formas que a tornam acessível por meio de processos menos complexos e elaborados (BRUNER, 2001, p. 9).

Resumo:

Este artigo descreve e analisa as principais ideias da Teoria Cognitivista elaborada pelo psicólogo norte-americano Jerome Seymour Bruner e suas principais contribuições para o desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem da Matemática.

Palavras-chave:

Teoria Cognitivista de Bruner. Desenvolvimento da Prática Pedagógica. Ensino-Aprendizagem da Matemática.

Abstract:

This paper describes and analyzes the main ideas of the Cognitive Theory developed by the American psychologist Jerome Seymour Bruner and their main contributions to the development of the teaching-learning process of Mathematics.

Key words:

Bruner's Cognitive Theory. Development of Pedagogical Practice. Teaching-Learning of Mathematics.

1. A teoria cognitivista de Jerome Bruner: ideias iniciais

Jerome Bruner (1915-2016) iniciou sua atividade na academia aos dezesseis anos na Universidade de Duke, onde concluiu sua graduação. Posteriormente em Harvard, em 1941, obteve o título de doutor em Psicologia. Entre 1960 e 1972 dirigiu o Centro de Estudos

¹Mestre em Educação. Universidade Federal de Uberlândia.

² Doutor. Professor da Universidade Federal de Uberlândia.

³ Mestranda em Educação. Universidade Federal de Uberlândia.

⁴ Doutora. Professora da Universidade Federal de Uberlândia.

Cognitivos dessa universidade e, através de experimentos simples, Bruner conseguiu comprovar as influências dos fatores vivenciais e culturais no comportamento humano. Os resultados destes exames contraditaram o behaviorismo e a psicofísica e propiciaram o *New Look*, uma nova percepção (AMIL, 2020).

Em seus estudos, Bruner queria entender como as pessoas interpretavam o mundo, e não apenas suas reações automáticas. Por isso, liderou uma revolução cognitiva explorando o estudo da mente e contestando o behaviorismo que se apegava aos fenômenos observáveis. O pesquisador considerou a sensação e percepção humanas como sistemas ativos e não apenas receptivos. Assim, as análises estavam centradas em um indivíduo funcional, sendo que suas investigações visavam compreender a maneira como as pessoas criavam modelos conceituais e como codificavam as informações baseadas neles.

Apesar de suas pesquisas serem relevantes no campo da Psicologia acadêmica, sua maior influência foi na área da Educação. Bruner pressupôs que a aprendizagem é um processo interno e não apenas um produto dos fatores externos ao aprendiz. Sua teoria concedeu destaque à curiosidade do aluno e à ação professoral no incentivo da exploração discente, daí ser chamada de teoria da descoberta.

Durante sua carreira como psicólogo, Jerome Bruner escreveu muitos livros e ficou conhecido como o pai da Psicologia Cognitiva. Foi membro da *Society for Research in Child Development* e da *American Psychological Association*. No entanto, ganhou ampla notoriedade na área da Educação após participar da reforma curricular que ocorreu na década de 1960, nos Estados Unidos. Em sua obra, vários títulos se dedicaram a contradizer o processo de ensino voltado para a simples memorização e repetição de comportamentos desejáveis. Para ele, o aprendiz, mediante sua estrutura cognitiva, levanta hipóteses e toma decisões, podendo sua aprendizagem extrapolar as informações concedidas pelo professor.

2. Os principais fundamentos da teoria de Bruner

A palavra “cognitivo” tem sua origem no latim *cognitus* e significa conhecer; também se relaciona às antigas investigações sobre o pensamento e os processos de resolução de problemas. O cognitivismo está alicerçado no entendimento da mente, bem como na convicção de que os pensamentos impulsionam comportamentos. Destarte, para os cognitivistas, o pensamento em si não é um comportamento.

Apesar das inconsonâncias entre behavioristas e cognitivistas, uma observação importante é a convergência nas análises experimentais: ambos empregam procedimentos

positivistas e científicos trazendo uma abordagem quantitativa. Entretanto, no caso do cognitivismo, há uma descrição das funções mentais tencionando a criação de padrões no processamento de informações. Certamente, os avanços tecnológicos promoveram o seu surgimento, uma vez que existem várias comparações entre as estratégias utilizadas por pessoas na resolução de problemas e os programas computacionais. Sobre tal fato, Bruner (1997) comenta que:

A computação tornou-se rapidamente o modelo da mente e, em lugar do conceito de significado, surgiu o conceito de computabilidade. Os processos cognitivos foram igualados aos programas que podiam ser rodados em um dispositivo computacional (...) e assim, o sucesso do nosso esforço para “entender”, foram igualados a conceitos como memória ou aquisição de conceitos (BRUNER, 1997, p. 18).

Bruner, em suas pesquisas, relaciona a maturação e a interação do sujeito com o ambiente como fatores essenciais no seu processo de desenvolvimento. Além disso, tonifica o caráter contextual dos fatos psicológicos, a transmissão social, os artifícios de identificação e a imitação nos processos de formação e desenvolvimento humano. Para o autor, o homem subordina-se às técnicas para a efetivação da sua própria humanidade. O caráter progressista de sua teoria vincula-se ao papel da equilibração (competência que cada pessoa tem de se autorregular), da cultura, da linguagem e dos meios que oportunizam o surgimento de representações promotoras de cognição. Como diz Bruner (1997):

[...] a própria forma das nossas vidas - o esboço grosseiro e em perpétua transformação da nossa autobiografia que carregamos em nossas mentes - é compreensível para nós mesmos e para os outros apenas em virtude desses sistemas culturais de interpretação (...) a cultura é também constitutiva da mente (BRUNER, 1997, p. 39).

As idealizações de educação são mediadas pela cultura e abarcam as metodologias de ensino e aprendizagem essenciais no convívio social. Bruner (2001) expõe que o ensino representa uma parcela de como a cultura inicia as crianças em suas formas negociadas de representar uma dada relação. Deste modo, agencia a constituição de concepções e capacidades relacionando a educação à produção e negociação de significados, à construção da representação cognitiva e afetiva da identidade do próprio sujeito. Para Bruner (2001):

Embora os significados estejam “na mente”, ele têm suas origens e sua importância na cultura na qual são criados. É esta localização cultural dos significados que garante sua negociabilidade e, no final das contas, sua comunicabilidade. Não se trata, aqui, da existência, ou não, de “significados particulares”; o importante é que os significados constituem uma base para o intercâmbio cultural. Nesta visão, saber e comunicar são, em sua natureza, extremamente interdependentes, de fato praticamente

inseparáveis. Por mais que o indivíduo pareça operar por conta própria ao realizar a busca de significados, ninguém pode fazê-lo sem auxílio dos sistemas simbólicos da cultura. É a cultura que fornece as ferramentas para organizarmos e entendermos nossos mundos de maneiras que sejam comunicáveis. A característica distintiva da evolução humana é que a mente evoluiu de uma forma que permite que os seres humanos utilizem as ferramentas da cultura (BRUNER, 2001, p. 16-17).

Nesse viés, a compreensão da atividade mental se associa a consideração do ambiente cultural e seus recursos, que atribuem forma e abrangência aos processos mentais. A cultura pode ser compreendida como um artifício utilizado pelo indivíduo para entender e lidar com as situações que abarcam seu mundo. Desta forma, entende-se que a educação não se restringe às instituições escolares, mas ocorre em outros lugares onde há pretensão, finalidade, ocasião e troca de experiências entre pessoas. Bruner (2001) discute tais questões:

[...] a educação não ocorre apenas nas salas de aula, mas em torno da mesa do jantar quando os membros da família tentam extrair um sentido conjunto do que aconteceu durante aquele dia, ou quando as crianças tentam se ajudar para extrair sentido do mundo adulto, ou quando um mestre e um aprendiz interagem no trabalho. Portanto, não há nada mais apropriado do que a prática educacional para se testar a psicologia cultural (BRUNER, 2001, p. 9).

Depreende-se a partir dos posicionamentos de Bruner um conceito de educação que se articula com a construção do conhecimento. Nesse sentido, a teoria construtivista é apreciada não apenas por tendências piagetianas, mas pela filosofia cognitivista e pela cognição educativa. Todavia, nota-se que apesar de os reflexos da epistemologia de Piaget estarem presentes nas pesquisas de Bruner, esta encerra uma amplitude maior. Assim, o conhecimento é construído por alunos e professores em conformidade com os conhecimentos já existentes, as realidades vivenciadas e a sociedade que os circundam.

Bruner realiza um delineamento sobre metodologias de ensino fundamentais no desenvolvimento da estrutura cognitiva. Do ponto de vista discente é imprescindível o respeito à etapa de desenvolvimento intelectual em que se encontra a criança, a sua forma de pensar, sua linguagem, seus conhecimentos prévios e suas particularidades cotidianas. Na perspectiva preceptoral é essencial a busca por representações adequadas para a matéria, o estímulo à curiosidade, ao levantamento e teste de hipóteses e sua postura no processo de descoberta por meio da exploração. “Aproveitar o potencial que o indivíduo traz e valorizar a curiosidade natural da criança são princípios que devem ser observados pelo educador” (BRUNER, 1991, p. 122).

Moreira (1999), amparado nos estudos de Bruner, relata que a centralidade do ensino está no quê e como ensinar ao aluno. Problematizar os saberes escolares a partir de ideias básicas e relações fundamentais proporciona uma estrutura de ensino em que a criança se desenvolve de acordo com sua fase e suas peculiaridades. Em relação ao conteúdo a ser ministrado, o psicólogo afirma que: “Qualquer assunto pode ser ensinado eficazmente, de alguma forma intelectualmente honesta, a qualquer criança em qualquer fase de desenvolvimento” (BRUNER, 2001, p. 56). Ele defende que o mesmo tópico deve ser apresentado ao aprendiz com diferentes representações e níveis de profundidade, ou seja, o currículo em espiral.

A Figura 1 ilustra as principais ideias de Bruner em seus estudos. Observa-se a articulação dos aspectos psicológicos e pedagógicos em suas vertentes. A organização de conteúdos escolares como em uma engrenagem com desenvolvimento intelectual através da utilização do currículo em espiral.

Figura 01: Ideias gerais da Teoria de Bruner.



Fonte: Autoria própria, com fundamento em Bruner (1976, p. 31).

2.1 O desenvolvimento Intelectual

Bruner (1968) esclarece que cada criança possui uma maneira particular de enxergar o mundo, assim o ato de ensinar requer do professor uma compreensão deste mundo infantil e representação adequada da matéria para que a criança possa “visualizar as coisas” conforme sua fase de desenvolvimento. A ideia de desenvolvimento intelectual alicerça a teoria de Bruner, pois para ele “[...] uma teoria de ensino versa, com efeito, sobre as várias maneiras de auxiliar o desenvolvimento” (BRUNER, 1976, p. 15).

Alguns fatores ocupam papel de destaque em relação à natureza do desenvolvimento cognitivo. Necessariamente, este se qualifica pela gradual independência da resposta no tocante à natureza imediata do estímulo. Ademais, apoia-se na absorção de eventos em um sistema de armazenamento correspondente ao ambiente. Conjuntamente, nota-se uma facilidade crescente para lidar com demandas múltiplas (MOREIRA, 1999).

Cada estágio cognitivo possui características específicas quanto à linguagem e estrutura cognitiva. De modo similar à Piaget, Bruner entende o desenvolvimento da inteligência humana como um processo biológico e evolutivo, por isso sistematizou o desenvolvimento cognitivo em etapas. Conforme ilustrado no Quadro 1, percebe-se que o desenvolvimento amplia as formas de representação do indivíduo em seu ambiente:

Quadro 1: Etapas do desenvolvimento cognitivo.

FAIXA ETÁRIA	ETAPAS DA ESTRUTURA MENTAL	DESENVOLVIMENTO COGNITIVO
De 0 a 5 anos de idade	ESTÁGIO PRÉ-OPERACIONAL	A criança representa os acontecimentos passados através de respostas motoras apropriadas e privilegia a ação como forma de representação do real, por isso nessa faixa etária aprende, sobretudo, através da manipulação de objetos.
De 6 a 12 anos de idade	ESTÁGIO DE OPERAÇÕES CONCRETAS	Baseia-se na organização mental de percepções, imagens e na manipulação direta ou interna de objetos. A criança é capaz de reproduzir elementos, mas está fortemente dependente de uma memória visual, concreta e específica.
A partir dos 12 anos de idade	ESTÁGIO DAS OPERAÇÕES FORMAIS	Constitui a forma mais elaborada de representação da realidade porque a criança (ou adolescente) começa a ser capaz de representar a realidade através de uma linguagem simbólica, de carácter abstrato e sem uma dependência direta da realidade.

Fonte: Autoria própria com fundamento em Bruner (1968, p. 31-32).

O estágio pré-operacional é também denominado de representação ativa porque o desenvolvimento mental acontece mediante a manipulação do mundo através da atuação. Esta fase entremeia a aprendizagem da linguagem e a habilidade no manejo de símbolos e/ou palavras, bem como dos objetos ao redor. Bruner (1968, p. 32) menciona que, nesta etapa, “[...] a principal aquisição simbólica que faz a criança é a de aprender como representar o mundo exterior através de símbolos estabelecidos por simples generalização; [...]”.

Ainda sobre a primeira etapa de desenvolvimento cognitivo, nela a criança age com base em mecanismos reflexos, simples e condicionados até conseguir desenvolver automatismos. Moreira (1999), fundado nos estudos de Bruner (1968), informa que:

A criança, neste estágio, não diferencia o seu eu do meio que a rodeia: ela é o centro e os objetos existem em função dela. Suas ações não são coordenadas, cada uma delas é ainda algo isolado e a única referência comum e constante é o próprio corpo da criança, decorrendo daí um egocentrismo praticamente total. Entretanto, ela não se percebe como um eu possuidor de desejos e vontades que seriam as causas de suas ações (MOREIRA, 1999, p. 96).

O ensino para crianças no estágio das representações ativas deve se apoiar na utilização de material concreto, no estímulo visual e na ampliação da linguagem. Alguns conceitos simples são de difícil compreensão para elas, como citado por Bruner (1968, p. 34): “[...] a ideia da matemática de que a quantidade se conserva mesmo quando se reparte um conjunto de coisas em subconjuntos, ou a ideia física de que a massa e o peso se conservam, mesmo quando se altera a forma de um objeto”. Nota-se certa disparidade entre a estrutura cognitiva nessa faixa etária e os exemplos supracitados, que constituem um desafio ao docente que pretende ensinar algo nesse estilo.

O estágio de operações concretas é também chamado de representação icônica. Nesta etapa a criança geralmente já está na escola e o desenvolvimento operacional é viabilizado. Moreira (1999) informa que ela consegue interiorizar e reverter operações que podem ser ações. O avanço em relação à fase anterior está no fato de memorizar e captar subsídios significativos do mundo vivencial de forma prática e estratégica para a resolução de problemas.

Nessa faixa etária, o egocentrismo tão presente na representação ativa vai sendo atenuado. A socialização de seus pensamentos sobre o mundo e seu individualismo dão lugar ao raciocínio lógico e habilidade de entendimento dos pensamentos alheios. Desta forma, a criança torna-se apta a colocar seus pontos de vista com maior coerência (PALANGANA, 1998).

Outro aspecto importante no segundo estágio é a capacidade infantil de imaginar sem observar o objeto, ou seja, executar uma operação para equilibrar de maneira completa a operação inversa. Bruner (1968, p. 35) constata que: “Quando a criança inclina demais o prato de uma balança com um peso, procura sistematicamente um peso menor, ou alguma outra coisa, para reequilibrar a balança”. Verifica-se um pensamento mais organizado com atributos de uma lógica de operações reversíveis.

Já o terceiro estágio de desenvolvimento cognitivo acontece no início da adolescência e pode ser chamado de estágio das operações formais ou representação simbólica. O adolescente expõe seus conhecimentos por meio dos pontos de vista colocados e opera com pensamento dedutivo, tomando decisões alusivas aos artifícios intelectuais. Bruner assegura que:

A criança pode, então, pensar a respeito de possíveis variáveis e, até mesmo, deduzir relações potenciais que, mais tarde, podem ser verificadas pelo experimento ou pela observação. Nesta fase, as operações intelectuais parecem apoiar-se na mesma espécie de operações lógicas que constituem o instrumental do logicista, cientista, ou pensador abstrato (BRUNER, 1968, p. 36).

Na etapa das operações formais ocorre a distinção entre o real e o possível, ou seja, questões abstratas que vislumbram probabilidade são abordagens aceitáveis. A passagem por cada uma destas três fases pode ser acelerada através da imersão da criança em um meio cultural e linguístico rico e estimulante. Segundo Bruner, no decorrer do desenvolvimento as habilidades mentais são sequenciais e insubstituíveis. Assim, o pleno desenvolvimento cognitivo nos atribui três formas distintas de representação de nossas experiências e pensamentos (LEFRANÇOIS, 1982, p. 162).

2.2 O ato da aprendizagem

As teorias de aprendizagem visam orientar a ação docente para um ensino de qualidade. Bruner (1976) discorre sobre a importância destas serem complementadas por teorias psicológicas, visto que enquanto a primeira objetiva explicar ou sugerir ações pedagógicas, a segunda contém instruções formais acerca do desenvolvimento. Ambos princípios agregam um ambiente de ensino.

Poderia ser perguntado o porquê da necessidade de uma teoria da aprendizagem, pois a psicologia já contém teorias do ensino e desenvolvimento. Mas estas teorias são descritivas e não prescritivas, tratam das consequências de um fato: por exemplo, que a maioria das crianças de seis anos não possui ainda a noção de reversibilidade. Uma teoria de aprendizagem por seu lado, deveria esforçar-se para oferecer a melhor maneira de dar às crianças aquela noção. Preocupa-se, em resumo, em como algo a ensinar pode ser mais bem aprendido isto é, em melhorar e não em descrever o ensino. (BRUNER, 1976, p. 48).

Bruner defende que a atuação coerente do professor promove o desenvolvimento cognitivo do aluno e sua predisposição no ato de aprender. Ele dedicou-se em compreender como ocorre a aprendizagem e, a partir de análises criteriosas, considerou variáveis em

relação às condições de aprendizagem e suas bases de organização. Essas bases têm relação com a tática de apresentação do conteúdo aos alunos.

Portanto, a estruturação da disciplina a ser ensinada é motivo de ênfase para Bruner (1968), e apresenta especialidades básicas como as formas de representação utilizadas (ativa, icônica ou simbólica), a economia (quantidade de informação a ser conservada na mente) e a potência (capacidade do estudante para relacionar assuntos aparentemente distintos). O pesquisador elenca quatro justificativas que assinalam o êxito do ensino pautado nessas concepções:

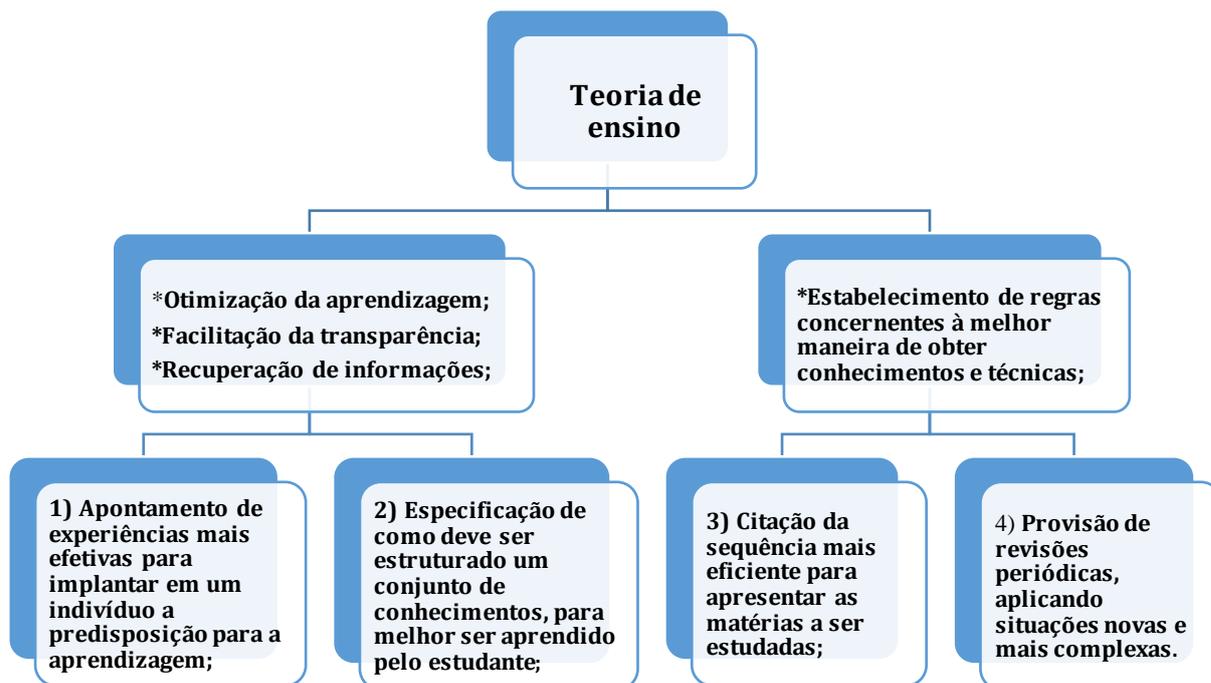
- O entendimento dos fundamentos torna a matéria mais compreensível;
- Uma compreensão de princípios e ideias fundamentais, é o principal caminho para uma adequada transferência de aprendizagem;
- Pelo reexame constante do que estiver sendo ensinado nas escolas primárias e secundárias em seu caráter fundamental, é possível diminuir a distância entre o conhecimento avançado e o elementar (BRUNER, 1968, p. 23).

O sequenciamento de conteúdos é outro método de ampla aplicabilidade em sala de aula. De acordo com Oliveira (1977), baseado nos estudos de Bruner (1968), pode-se assegurar que a escolha da sequência apropriada está articulada ao conhecimento docente sobre o conteúdo e as necessidades didáticas dos estudantes envolvidos. Assim, o professor deve observar o conjunto de informações a ser apresentado, o estágio de desenvolvimento em que se encontram os alunos, suas diferenças individuais e a natureza da matéria a ser ministrada.

De forma semelhante aos expedientes supracitados, ressalva-se o valor do reforço. Nos estudos realizados por Bruner, o reforço é adotado em uma expectativa bem diferente da utilizada na teoria behaviorista. Ele acredita que a aprendizagem subordina-se ao conhecimento de resultados, sendo que há momentos e locais em que o reforço pode ser utilizado para correção. Por consequência, a instrução aumenta a oportunidade do conhecimento corretivo. “O processo deve levar o estudante a desenvolver seu autocontrole e se auto reforçar a fim de que a aprendizagem seja reforço de si própria” (OLIVEIRA, 1977, p. 122).

A Figura 2 cumpre o intento de sintetizar as colocações supracitadas sobre a teoria de ensino na concepção de Bruner:

Figura 2: Características principais de uma teoria de ensino segundo Bruner.



Fonte: A autoria própria com fundamento em Bruner (1968).

A teoria da aprendizagem por descoberta, de Bruner, segue uma linha construtivista. O docente participa ativamente da construção do conhecimento, transfazendo-o e demonstrando compreensão mediante diferentes formas de representação.

Conforme Bruner, distintos enfoques sobre aprendizagem e formas de instrução refletem crenças e pressupostos sobre o indivíduo que está aprendendo. Isso significa que a abordagem representativa deve envolver a mente do aprendiz e sua relação com o mundo, porque o ato de aprender envolve a expectativa de aplicabilidade do que foi aprendido. O autor discute a significância dos ensinamentos dizendo que: “[...] somos a única espécie que ensina de forma significativa, através de códigos e tradições culturais necessariamente comunicativas” (BRUNER, 2001, p. 39).

O psicólogo, em sua teoria da aprendizagem, realça a importância da predisposição do estudante para explorar alternativas e, nesse prisma, um bom nível de incerteza se torna combustível na investigação, provocando curiosidade e evitando o desânimo ou automatismo. A exploração de hipóteses envolve ativação, manutenção e direção. Deste modo, a ação do professor necessita ser de estimular, orientar e facilitar o estudo e resolução de problemas por parte do aluno sem trazer respostas prontas.

Valle (2014) alega que o docente precisa se atentar para as formas de apresentação do conhecimento. Pois, uma representação de fatos imutáveis e desconexos, não beneficia o

questionamento das informações fornecidas pelo professor ou pelo livro didático. Em todas as características ressaltadas anteriormente acerca da teoria de ensino de Bruner, o vínculo com a descoberta deve permanecer. À vista disso, em uma sequência, por exemplo, o aluno deve ser incentivado a buscar caminhos diferentes antes de aprofundar-se em uma alternativa.

Deste modo, a atitude do professor, como autoridade epistêmica e social, é rudimentar e coopera efetivamente para o êxito do processo de aprendizagem. Ele deve adotar seu papel de organizador da dinâmica de exploração por parte dos alunos. Neste sentido, é imperativo que seja mediador das interações trazendo nitidez acerca dos objetivos a serem alcançados e propiciando a solução de problemas e a descoberta.

Dentre os aspectos atrelados à descoberta na teoria de Bruner, torna-se crucial que o professor em suas escolhas didáticas leve em conta a potencialização da curiosidade estudantil, o estímulo, a criatividade e o protagonismo na aprendizagem. Ele não oferece as respostas, mas propulsiona as perguntas e orienta para que o aluno possa descobrir e aprender. Bachelard (1996, p. 18) avigora tal ideia ao assegurar: “Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído”.

Para que haja descoberta é indispensável que anteriormente ocorra uma investigação. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) apresenta o desenvolvimento do pensamento científico, crítico e criativo como uma de suas competências gerais que deve aparecer em todos os componentes curriculares de forma transdisciplinar, relacionada com as dimensões da vida social e da natureza.

Nas entrelinhas, a BNCC harmoniza com os pensamentos de Bruner ao realçar o potencial da pesquisa discente nessa competência, pois:

Trata a investigação como forma de engajamento dos estudantes na aprendizagem de processos, práticas e procedimentos científicos e tecnológicos, e promove o domínio de linguagens específicas, o que permite aos estudantes analisar fenômenos e processos, utilizando modelos e fazendo previsões. Dessa maneira, possibilita aos estudantes ampliar sua compreensão sobre a vida, o nosso planeta e o universo, bem como sua capacidade de refletir, argumentar, propor soluções e enfrentar desafios pessoais e coletivos, locais e globais (BRASIL, 2017, p. 472).

Didaticamente, o ensino por exploração de hipóteses centralizado na resolução de problemas se contrapõe à metodologia diretiva em que a instrução parte do professor para o aluno, privilegiando o acúmulo de informações. A investigação como gênese pedagógica propende inserir o estudante no contexto científico levando-o a experienciar maior

autonomia no processo de ensino/aprendizagem. Desta forma, abandona-se a figura do professor transmissor, e o aluno adquire uma postura dinâmica.

A proposta de Bruner além de prevalecer em documentos norteadores da docência na atualidade, também se justifica ao considerar as constantes transformações na sociedade contemporânea e a própria ciência que não institui verdades incondicionais, percebe-se que o aluno deve ser iniciado em um processo exploração de possibilidades para que tenha êxito em suas empreitadas futuras quando tiver que buscar respostas por si só. A pesquisa é compreendida como um princípio pedagógico nas DCN (BRASIL, 2013), que destacam:

[...] sua contribuição para que o sujeito possa, individual e coletivamente, formular questões de investigação e buscar respostas em um processo autônomo de (re)construção de conhecimentos. Nesse sentido, a relevância não está no fornecimento pelo docente de informações, as quais, na atualidade, são encontradas, no mais das vezes, e de forma ampla e diversificada, fora das aulas e, mesmo, da escola. O relevante é o desenvolvimento da capacidade de pesquisa, para que os estudantes busquem e (re)construam conhecimentos (BRASIL, 2013, p. 166).

O desejável nível de envolvimento estudantil na execução de determinadas atividades, ou seja, a disponibilidade de recursos pessoais (tempo, energia, talento, conhecimentos, habilidades, entre outros) na busca de solução para um problema autêntica a efetivação de uma estrutura defendida por Bruner, que torna o ensino mais duradouro e resistente ao esquecimento. No tocante a isto, a formação de conceitos globais, generalizações lógicas e uma base significativa interliga-se ao interesse e reflexão do aluno durante a jornada educativa. Nesta visão, a aprendizagem e o pensamento estão sempre situados em um contexto cultural e particular, trazendo lições que marcarão o desenvolvimento integral do estudante e permanecerão em todas as fases de sua vida.

2.3 O currículo em espiral da aprendizagem

O vocábulo currículo tem sua origem no latim *scurrere*, que significa correr e refere-se a curso, à carreira ou a um percurso que deve ser realizado. Em termos gerais, diz respeito a um conjunto de informações organizadas categoricamente para um determinado fim, seja ele educacional ou profissional.

Bruner dedicou uma parte de sua obra na discussão de um currículo ideal. Em seus estudos, ele percebeu que os conhecimentos prévios dos alunos necessários à aquisição de novos conhecimentos não estavam prontos ao chegar à escola. Esses conhecimentos se relacionavam intimamente com as condições socioeconômicas de cada estudante, o que o levou a crer que alguns deles não possuíam habilidades para lidar com o conhecimento

formal escolar. Portanto, grande parte dos discentes não trazia uma motivação interna para a aprendizagem e esta deveria aflorar no processo pedagógico.

A abordagem cognitivista de Bruner (1976) engloba fundamentos para o currículo escolar e a instrução do aluno. O primeiro passo nesse caminho é conceder a ele respeito e confiança nos poderes de sua mente, dilatando esses sentimentos para questões particulares, de estado e da vida social do homem. Logo, o estudante deve ter uma percepção de pertencimento, se sentir parte importante no processo de aprendizagem.

Em segundo lugar, importa fornecer mecanismos práticos que promovam análises da natureza, da sociedade e da própria humanidade por parte do educando, levando-o a se sentir competente e possibilitando o entendimento da evolução da espécie humana por uma ótica autônoma. Para Oliveira (1977) firmado em Bruner (1976), a essência de qualquer aprendizado:

[...] é a capacidade do aprendiz de descobrir e resolver novos problemas. A aprendizagem deve, portanto, caracterizar-se por fornecer ao aprendiz as habilidades que sejam pré-requisito a esses objetivos últimos, os quais, antes de ser entidades estanques, devem transformar-se em instrumentos do pensamento (OLIVEIRA, 1977, p. 89).

Como já citado anteriormente, a aprendizagem para Bruner ocorre por experimentação, por descobertas constantes, por amarrações entre o conteúdo apresentado pelo professor e os conhecimentos já existentes. Assim, aprende-se pela experimentação do mundo ao redor, e este mundo deve apresentar-se repleto de problemas reais para serem resolvidos.

O currículo em espiral favorece a aprendizagem a partir da compreensão de como os estudantes entendem o mundo baseado em suas representações. Bruner sugere uma forma de apresentação dos conteúdos que considere o estágio de desenvolvimento cognitivo e ainda a maneira como cada discente se relaciona com o conteúdo ministrado. Refletir acerca desse entendimento de mundo e das relações discente/conteúdo torna-se uma mola propulsora para o professor que pretende problematizar a matéria, porque algo que caracteriza um problema para uma pessoa pode não ser para outra, melhor dizendo, o problema é relativo ao sujeito.

Vários autores concordam que a noção do currículo em espiral conduz o professor em uma estruturação dos conteúdos de ensino que inicia com conceitos básicos da matéria e em seu progresso, como um espiral, vai migrando de temas mais gerais e superficiais para outros mais específicos e aprofundados (BOCK; FURTADO; TEIXEIRA, 2002, p. 119). Assim sendo, o aluno tem contato com o conteúdo várias vezes, com diversas formas de

estruturando proporcionando múltiplas descobertas no mesmo contexto em diferentes momentos e níveis de profundidade.

Ao contrário do que algumas pessoas possam imaginar, o currículo projetado por Bruner não tem o objetivo de escolher e enumerar tópicos a serem trabalhados em uma determinada disciplina. Roldão (1994) afirma que:

O currículo em espiral é fundamentado pela caracterização do desenvolvimento dos estágios. No entanto, esta fundamentação é vista como uma orientação para adaptar estratégias de ensino aos diferentes modos de ver o mundo em diferentes idades e não para selecionar ou excluir conteúdo ou conceitos (ROLDÃO, 1994, p. 63).

Fazendo um paralelo entre o currículo em espiral e a BNCC evidencia-se certa convergência deste documento normativo com os posicionamentos de Bruner. A exemplo do autor, esta se atenta às inquirições contextuais sendo “[...] orientada pelos princípios éticos, políticos e estéticos que visam à formação humana integral e à construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva, como fundamentado nas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica” (BNCC, 2017, p. 7).

A distinção primordial está no fato da BNCC definir as aprendizagens essenciais ao longo da Educação Básica e fazer a escolha dos conteúdos. Entretanto, sua proposta curricular prioriza metodologias ativas como as recomendadas por Bruner. Ainda verifica-se a apresentação do mesmo tema, por exemplo, conjuntos numéricos em todas as etapas de ensino.

O currículo é aparato especial no ambiente escolar porque corrobora para a organização do tempo e espaço pedagógicos conectando estes aos objetivos de ensino. No caso do currículo em espiral, Bruner (1976) afirma que incluindo-se o respeito aos modos de pensar do aprendiz em crescimento, a cordialidade na tradução do material de forma lógica e atrativa, e satisfatoriamente capaz de desafiar a progressão e a introdução precoce às ideias e estilos, este contribui para a formação de homens educados.

3. A teoria cognitivista de Bruner e o ensino-aprendizagem da Matemática

A sociedade moderna sofre metamorfoses intensas, o que se sabe hoje, amanhã já se tornou obsoleto. Portanto, os envolvidos no processo de aprendizagem percebem cada vez mais a importância de colocar em prática os fundamentos da educação baseados no Relatório da Comissão Internacional sobre Educação para o século XX. Jacques Delors (2012), relatora da comissão, alerta para a necessidade de uma prática pedagógica voltada para a formação ininterrupta do estudante e alicerçada em quatro pilares: aprender a conhecer,

aprender a fazer, aprender a viver juntos e aprender a ser. Entre estes princípios em nosso contexto de estudo destacamos o primeiro, **aprender a conhecer**.

De igual modo, Jerome Bruner nos seus posicionamentos apresenta esse anseio de tornar as práticas de ensino mais atuais e eficazes. Sua teoria cognitivista contempla aspectos psicológicos e pedagógicos além de observar a influência dos fatores sociais nos resultados escolares. Certamente, a aprendizagem por descoberta prevê a preparação do educando para a solução de problemas reais.

Estamos vivendo tempos confusos no que diz respeito à condução da educação. Existem problemas profundos que provêm de muitas origens - principalmente de uma sociedade em mudança cuja forma futura não podemos prever e para a qual é difícil preparar uma nova geração (BRUNER, 1997, p. 114).

No ensino de Matemática há uma tendência curricular histórica voltada para a resolução de problemas. A literatura da área assinala o valor dos problemas na produção do conhecimento matemático. Ao se apreciar a História da Matemática são vários episódios em que a construção de conhecimentos parte da busca pela solução de um problema específico. Muitos resultados não seriam alcançados não fosse a perseverança e criatividade de pessoas motivadas por uma dúvida, por um problema e pela ânsia de resolvê-lo (ALLEVATO, 2005). Concorda-se com o autor sobre o fato de que:

[...] a Matemática não é infalível ou inquestionável; não está pronta e totalmente estruturada. Ela se desenvolve pela prática da crítica e da dúvida e move-se a partir de conhecimentos anteriores, em busca de novos conhecimentos necessários à solução de novos ou antigos, mas não resolvidos, problemas (ALLEVATO, 2005, p. 38).

O conhecimento matemático emerge da experiência com a resolução de problemas e abrange processos como a exploração de contextos, elaboração de algoritmos e criação de padrões. Perante o posto, didaticamente é impossível ponderar o problema como uma atividade metódica, mas como um instrumento para pensar matematicamente envolvendo os estudantes. Em concordância com esse ponto de vista, Vila e Callejo (2006, p. 29) dizem que “[...] isso exige um clima educativo que favoreça a confiança de cada aluno em suas próprias capacidades de aprendizagem [...] um ambiente em que se tenha prazer com os desafios e com a própria atividade intelectual”.

As aulas com exploração de alternativas versam, portanto, de uma viagem ao desconhecido. Configuram interações ricas entre alunos e professores e apresentam potencial para promover a participação empreendedora do estudante (PONTE; FONSECA; BRUNHEIRA, 1999). As práticas de atividades exploratório-investigativas são ainda de

enorme importância na produção de significados matemáticos, pois estimulam a negociação de significados e a produção semiótica de entendimentos coletivos nas aulas de Matemática (FRANKE; KAZEMI; BATTEY, 2007).

Neste contexto, rememora-se inúmeras possibilidades de atividades com tal perfil. A figura a seguir retrata um exemplo que se encaixa na proposta construtivista e cognitivista de Bruner. A atividade encontra-se conforme a BNCC, na unidade temática Números, “[...] que tem como finalidade geral desenvolver o pensamento numérico, que implica o conhecimento de maneiras de quantificar atributos de objetos e de julgar e interpretar argumentos baseados em quantidades” (BNCC, 2017, p. 268). Adequa-se ao desenvolvimento cognitivo de uma criança do 6º ano do ensino fundamental e visa desenvolver a competência “EF06MA05”, descrita da seguinte forma: “[...] classificar números naturais em primos e compostos, estabelecer relações entre números, expressas pelos termos “é múltiplo de”, “é divisor de”, “é fator de”, e estabelecer, por meio de investigações, critérios de divisibilidade por 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 100 e 1000” (BNCC, 2017, p. 301).

Quadro2: Atividade sobre múltiplos e divisores.

Múltiplos e Divisores:
1) Construa a tabuada do 3. O que você encontra de curioso nesta tabuada?
2) Prolongue-a calculando 11×3, 12×3, 13×3... e formule algumas conjecturas.
3) Repita o mesmo procedimento com a tabuada do 6 e do 9.
4) Faça uma comparação entre as três tabuadas e tente encontrar regularidades.
5) Anote suas observações e conclusões.

Fonte: Autoria própria.

Observa-se a atenção em relação à etapa de desenvolvimento cognitivo da criança e a oportunidade de exploração. Após a realização da atividade faz-se necessário um debate com a turma e análise dos resultados a fim de sistematizar os conceitos de múltiplos e divisores.

O Quadro 3 exibe mais um modelo de problema que pode ser apresentado dentro da mesma unidade temática e competência já comentadas anteriormente.

Quadro 3: Atividade sobre múltiplos e divisores .

Múltiplos e Divisores:
Um número quando dividido por 3 tem resto 1, por 4 tem resto 2, por 5 tem resto 3, por 6 tem resto 4. Qual o menor número inteiro e positivo que satisfaz tais propriedades?

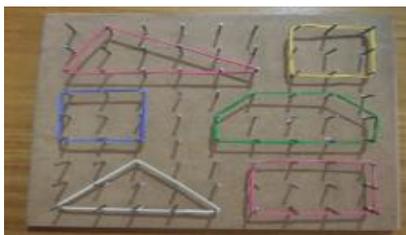
Fonte: OBMEP, 2008 (www.obmep.org.br).

Nota-se aqui um nível mais elevado de dificuldade. Questões abertas e não tão direcionadas fazem com que os alunos visem não apenas a resposta, mas caminhos mais fáceis de alcançá-la. A primeira ideia que se tem geralmente é fazer o cálculo do mínimo múltiplo comum (m.m.c.), já que a questão pede o menor número inteiro e positivo que satisfaça as condições colocadas. Todavia, ao encontrar o resultado do m.m.c o aluno percebe que por ser um múltiplo comum sua divisão por todos os números citados é exata. Assim, entende que a solução para o problema não pode ser esse número, mas outro que esteja próximo à ele. Então, um dos caminhos possíveis é estabelecer relações com incógnitas a partir da relação fundamental da divisão ($\text{quociente} \times \text{divisor} + \text{resto} = \text{dividendo}$) constituindo uma análise algébrica comparativa para se chegar ao resultado correto. Como uma possibilidade diversa o aluno pode optar por desenvolver uma estratégia através de tentativas.

Questões deste timbre exploram conceitos básicos e oportunizam o desenvolvimento do raciocínio lógico e da criatividade dos alunos. Observa-se também que na sucessão das duas atividades anteriores fica evidente a execução do currículo em espiral porque ambas abordam a mesma unidade temática, a mesma competência e proporcionam níveis distintos de profundidade.

Outro exemplo interessante de atividade, que faz o intercâmbio da Geometria com os conhecimentos de múltiplos e divisores e comporta o uso de material concreto, permitindo a representação ativa e icônica, são as construções no Geoplano. O Geoplano é uma ferramenta importante para o ensino da Geometria plana. O objeto é formado por uma placa de madeira onde são cravados pregos, formando uma malha quadriculada composta por linhas e colunas. São utilizados elásticos de várias cores, que permitem uma fácil manipulação e criação de várias formas geométricas, possibilitando a exploração e/ou construção de vários conceitos matemáticos, principalmente relacionados ao cálculo de áreas e perímetros.

Figura 3: Geoplano.



Fonte: <http://escoladigital-prod.s3.amazonaws.com/escoladigital/uploads/oda/picture/5743940069702d3975290000/geoplano10.jpg>

A Geometria é uma unidade temática que

[...] envolve o estudo de um amplo conjunto de conceitos e procedimentos necessários para resolver problemas do mundo físico e de diferentes áreas do conhecimento. Assim, nessa unidade temática, estudar posição e deslocamentos no espaço, formas e relações entre elementos de figuras planas e espaciais pode desenvolver o pensamento geométrico dos alunos (BNCC, 2017, p. 271).

A seguir tem-se uma atividade exploratória, na Matemática, adequada para alunos do 5º ano, que abarca a competência “EF05MA17” visando: “Reconhecer, nomear e comparar polígonos, considerando lados, vértices e ângulos, e desenhá-los, utilizando material de desenho ou tecnologias digitais” (BNCC, 2017, p. 297).

Quadro 5: Atividade no Geoplano.

Construa no geoplano todos os retângulos possíveis que tenham área de 48 unidades.

Lembre-se: 1 unidade = 1 quadrinho formado por quatro pregos.

Organize seus resultados em uma tabela e responda as perguntas.

	Base	Altura	Área	Perímetro
Retângulo 1				
Retângulo 2				
Retângulo 3				
Retângulo 4				

a) O que você pode observar?

b) Qual o retângulo de maior perímetro? E o de menor perímetro?

c) Porque podemos formar apenas esses retângulos?

Fonte: Autoria própria.

Nesta atividade é interessante que os próprios alunos construam a tabela na medida em que vão encontrando as respostas para que não tenham uma noção prévia de quantos retângulos serão formados. No caso do exemplo anterior, a construção da tabela foi apenas a título de sugestão de como poderiam ser organizados os dados, assim a figura apresentada não contém o número de linhas correspondente a todos os retângulos que serão encontrados.

Aqui, novamente, é possível explorar as habilidades referentes à multiplicação e ao conceito de divisores. Todas as possibilidades de respostas são combinações de números contidos no conjunto dos divisores de 48 (2×24 , 3×16 , 4×12 , 6×8 , 8×6 , 12×4 , 16×3 , 24×2). Ou seja, 48 é múltiplo de todos esses números. E ainda resta outro questionamento a ser colocado para a turma: Posso considerar que os retângulos formados pelas medidas 2×24 e 24×2 são diferentes? Porque?

Segundo Ponte, Brocardo e Oliveira (2009), ao introduzir a tarefa, o professor tem uma função categórica nas aulas de investigação. Por um lado, carece criar ambiente propício à autonomia dos alunos para não comprometer a autoria da investigação. Por outro, garantir que o trabalho dos alunos seja significativo do ponto de vista da disciplina de Matemática. Isto tendo em vista que o mais importante, nestas atividades, não é a abundância de suposições propostas na investigação, mas os diversos processos de justificação e prova, consecutivamente postos em ação.

O ensino de Matemática em seu âmago está firmado no pensamento de Jerome Bruner. Alguns pontos são facilmente verificados nas salas de aula, como o currículo em espiral, a utilização de sequências e a observação do desenvolvimento cognitivo do estudante. No caso da teoria da descoberta constata-se uma incidência bem menor, já que o modelo tradicional de ensino prevalece ainda hoje e nele a função do professor é responder prontamente as perguntas. Quando o discente consegue aprimorar sua prática pedagógica e exercitar a teoria da descoberta, colocando-se como orientador no processo de exploração por parte do aluno, os resultados são muito positivos.

4. Concluindo

Entendemos que de certa maneira a ideia construtivista se sustenta no processo histórico de construção do conhecimento científico, cujos objetos foram sendo construídos como respostas a problemas específicos. A teoria da aprendizagem por descoberta tem seu suporte teórico na psicologia cognitiva e estabelece forte relação com o construtivismo. Para Bruner o grande problema era perscrutar os produtos da mente e como se tornam reais e são transformados para compor o mundo de alguém. Sua prioridade era interpretar a construção desse mundo, pois nele estão os significados particulares.

Na proposta de Bruner, o aprendiz é contemplado como um sujeito capaz de produzir além do que lhe é apresentado. A influência dos aspectos culturais, sociais, individuais e até mesmo da linguagem no processo de ensino são destaques na obra deste autor. Nesta visão, a aprendizagem e o pensamento estão sempre situados em um contexto cultural e dependem

da utilização de recursos culturais. Nota-se também um anseio de contribuir para que a escola e seus métodos acompanhem os avanços tecnológicos e tenha êxito em seus propósitos.

Em suas convicções, Bruner prioriza um ensino que respeite a fase de desenvolvimento mental do aluno e que o conceda protagonismo na aquisição do conhecimento. Ele teve a sensibilidade de perceber que: “Conhecemos o mundo de maneiras diferentes, a partir de posicionamentos diferentes, e cada uma dessas maneiras na qual o conhecemos produz estruturas ou representações, ou, de fato, realidades diferentes” (BRUNNER, 1992, p. 115) que interferem na aprendizagem.

As contribuições de Jerome Bruner para o cenário educativo são incontestáveis. No ensino de Matemática, em especial, percebe-se que sua teoria dá subsídio a uma aprendizagem significativa. A resolução de problemas através da exploração de diferentes caminhos torna o processo didático mais agradável e eficaz. No entanto, apesar de suas ideias não serem exatamente novas e estarem em consenso com documentos normativos da educação nacional, a realidade é que poucos professores colocam em prática. Infelizmente, nota-se que a maioria deles se preocupa em ter o domínio do conteúdo que ensinam, mas desconhecem completamente as teorias de aprendizagem que tornariam seu trabalho mais eficiente e menos árduo.

Referências

ALLEVATO, N. S. G. **Associando o computador à resolução de problemas fechados: análise de uma experiência.** 2005. 378f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, SP. 2005.

AMIL, A. B. **Jerome Bruner.** 2012.

Disponível em: <http://psicologia.historiapsi.com/wp-content/uploads/2012/06/Brunerbiograf%C3%ADa.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2020.

BACHELARD, G. **A Formação do espírito científico.** Rio de Janeiro, RJ: Contraponto, 1996.

BOCK, A. M. B.; FURTADO, O.; TEIXEIRA, M. L. **Psicologias** - uma introdução ao estudo de psicologia. São Paulo, SP: Saraiva, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Conselho Nacional da Educação. Câmara Nacional de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica.** Brasília, DF: MEC, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2017.

BRUNER, J. **O processo da educação**. São Paulo, SP: Companhia, 1968.

BRUNER, J. **Uma nova teoria de aprendizagem**. Rio de Janeiro, RJ: Block, 1976.

BRUNER, J. **O Processo da educação geral**. São Paulo, SP: Nacional, 1991.

BRUNER, J. Another look at New Look 1. **American Psychologist**, n. 47, v. 6, p. 780-783, 1992.

BRUNER, J. **Atos de Significação**. Porto Alegre, RS: Artes Médicas, 1997.

BRUNER, J. **A cultura da educação**. Trad. Marcos A. G. Domingues. Porto Alegre, RS: Artmed, 2001.

DELORS, J. (org.). **Educação um tesouro a descobrir**: relatório para a Unesco da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI. São Paulo, SP: Cortez, 2012.

FRANKE, M. L.; KAZEMI, E.; BATTEY, D. Mathematics teaching and classroom practice. In: LESTER, J. F. K. (Ed.). **Second Handbook of research on mathematics teaching and learning**. Reston: National Council of Teacher of Mathematics, 2007. p.226-256.

LEFRANÇOIS, G. R. **Psychological theories and human learning**. Monterey. Cal. Brooks/Cole Publishing. Co. 1982.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo, SP: Pedagógica e Universitária, 1999.

OLIVEIRA, J. B. A. **Tecnologia Educacional: Teorias da Instrução**. Rio de Janeiro, RJ: Vozes, 1977.

PALANGANA, I. C. **Individualidade**: afirmação e negação na sociedade capitalista. São Paulo, SP: Plexus, EDUC, 1998.

PONTE, J. P.; BROCARD, J.; OLIVEIRA, H. **Investigações matemáticas na sala de aula**. Belo Horizonte, MG: Autêntica Editora, 2009.

PONTE, J. P.; FONSECA, H.; BRUNHEIRA, L. **As atividades de investigação, o professor e a aula de Matemática**. Lisboa: Actas do ProfMat99 (APM), p. 91-101, 1999.

ROLDÃO, M. C. **O pensamento concreto da criança**: uma perspectiva a questionar no currículo. Lisboa: Instituto de Renovação Educacional, 1994.

VALLE, M. G. **Movimentos e práticas epistêmicos e suas relações com a construção de argumentos nas aulas de Ciências**. 2014. 165f. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2014.

BORGES, J. R. A.; BORGES, T. D. F. F.; OLIVEIRA, G. S.; SAAD, N. S.

VILA, A.; CALLEJO, M. L. Modificação de crenças: proposta de intervenção educativa. In: VILA, A.; CALLEJO, M. L. **Matemática para aprender a pensar**: o papel das crenças na resolução de problemas. Trad. Rosa. São Paulo, SP: Artmed, 2006. p. 127-182.