

## Contribuições de Jerome Bruner: aspectos psicológicos relacionados à resolução de problemas na formação de professores de ciências da natureza

*Jerome Bruner Contributions': psychological aspects related to solving problems in the teachers Science Education training*

Mara Elisângela Jappe Goi <sup>1,\*</sup>, Flávia Maria Teixeira dos Santos <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA, Caçapava do Sul, RS, Brasil. <sup>2</sup> Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

### Resumo

A Resolução de Problemas se constitui em campo metodológico e psicológico do Ensino de Ciências. Enquanto metodologia de ensino permite o trabalho pedagogicamente orientado por situações instigantes, a construção de concepções científicas adequadas e ao desenvolvimento de atitude científica nos contextos das aulas de Ciências da Natureza. Como campo psicológico, fundamentado principalmente nos trabalhos de Jerome Bruner, devido as suas orientações sobre o desenvolvimento da criança, em que parte da hipótese de que qualquer assunto pode ser ensinado com eficiência em qualquer fase do desenvolvimento do indivíduo examina três ideias fundamentais: o processo do desenvolvimento intelectual da criança, o ato de aprendizagem e a noção do currículo em espiral. Também argumenta que o ensino pode se constituir através da Resolução de Problemas e pode permitir a compreensão de que a ciência é um empreendimento humano focado na Resolução de problemas. Assim, este ensaio se propõe a apresentar e discutir aspectos da teoria de Jerome Bruner, com o objetivo de aprofundar seu aporte teórico e que esse possa ser utilizado em programas de formação inicial e continuada de professores.

**Palavras-chave:** Ensino de Ciências; Resolução de Problemas; Formação de Professores; aspectos psicológicos do desenvolvimento humano.

### Abstract

*The Problems Solving is a methodological and psychological field of Science Teaching. While teaching methodology allows the work pedagogically guided by instigates situations, the appropriate scientific concepts construction and the development of scientific attitude in the nature Sciences classes contexts. In psychological field, based mainly on the works of Jerome Bruner, due to his orientations on the development of the child, in part of the hypothesis that any subject can be taught effectively in any phase of the development of the individual examines three fundamental ideas: the process the child's intellectual development, the act of learning, and the notion of the spiral curriculum. It also argues that teaching can be built through Problems Solving and can allow the understanding that science is a human enterprise focused on problems solving. Thus, this essay proposes to introduce and discuss aspects of Jerome*

---

\* **A.M.E.J. Goi** – Endereço para correspondência: Av. Pedro Anunciação, S/Nº, Vila Batista, Caçapava do Sul, RS, CEP: 96570-000. E-mail: maragoi28@gmail.com

*Bruner's theory, with the objective of deepening its theoretical contribution and that it can be used in initial and continuing teacher training programs.*

**Keywords:** *Science Teaching; Problems solving; Teaching formation; psychological aspects of the human development*

## 1. Introdução

Nesta investigação abordaremos as contribuições de Jerome Bruner como referencial teórico apropriado para ser trabalhado em propostas de formação inicial e continuada de professores de Ciências da Natureza. Considerando que o professor da Educação Básica não apresenta estes conhecimentos, como já revelou nossa experiência pesquisando e implementando a metodologia de Resolução de Problemas na Educação Básica e na formação de professores (Goi, 2004; Goi & Santos, 2003, 2005 2009a, 2009b; Santos & Goi, 2012; Goi, 2014; Goi, Santos & Passos, 2014).

A nossa vivência na formação de professores da área de Ciências da Natureza na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), na Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), em eventos nacionais e regionais revela que muitos professores possuem lacunas conceituais e metodológicas. É notório que esses profissionais utilizam, basicamente, estratégias de ensino tradicionais devido à falta de preparo e pelo fato de que poucos deles terem a oportunidade e condições em frequentar cursos de formação continuada para superar as lacunas de sua capacitação profissional.

Nas experiências de formação em cursos de curta duração, realizadas em eventos como no Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), Encontro de Debates Ensino de Química (EDEQ), o objetivo é apresentar aos professores a Metodologia de Resolução de Problemas e como essa pode ser implementada nas salas de aula da Educação Básica. Nesses cursos que, normalmente, apresentam uma carga horária menor é possível estabelecer alguns aspectos do marco teórico da metodologia, apresentar alguns exemplares produzidos por outros grupos de professores e incentivar a produção de problemas que possam ser implementados na Educação Básica. Não acreditamos que estas oportunidades de curta duração tenham um efeito permanente no trabalho docente mas, certamente os encorajam na busca por propostas de ensino mais contextualizadas e menos fragmentadas.

Cursos de média duração foram implementados em programas de extensão na UFRGS, realizados em 2010 e 2013, com duração de 90 horas e na UNIPAMPA, realizados em 2014, 2015, 2016 e 2017 com duração de 80 horas e, os três últimos de 40 a 50 horas. Tais cursos permitem um maior aprofundamento teórico sobre a metodologia de Resolução de Problemas nas salas de aula. Consentem, ainda, a elaboração mais cuidadosa dos problemas, que passam por diversas revisões aos pares e da equipe de professores. Além disso, os docentes são incentivados a aplicar os problemas nas suas salas de aula e discutir os resultados dessa implementação com outros professores do grupo de formação.

A inclusão da discussão da metodologia também foi realizada nos cursos de formação inicial de professores, no curso de Licenciatura em Química da UFRGS e no curso de Ciências Exatas-Licenciatura da UNIPAMPA do *campus* de Caçapava do Sul, RS. Nesses casos, o tempo de desenvolvimento das bases teóricas e o acompanhamento do professor contribuem para a construção de problemas mais elaborados, alguns dos quais foram utilizados em experiências didáticas durante os estágios supervisionados dos licenciados e foram comunicados na forma de Trabalhos de Conclusão de Curso<sup>1</sup>. Observamos que, em todos os casos, quando são fornecidos ao professor argumentos teóricos para o trabalho com Resolução de Problemas, estes professores sentem-se mais seguros para experienciar esta metodologia em suas salas de aula (Goi, 2014).

Nesse sentido, Jerome Bruner se constitui como referencial teórico adequado para trabalhar em programas de formação de professores devido às orientações gerais sobre o desenvolvimento da criança que propõe em sua obra. Assim como, pelos argumentos que utiliza na defesa da tese, de que o ensino pode se constituir através da Resolução de Problemas.

Nesse trabalho, descreveremos argumentos do referencial teórico de Bruner que foram tratados em curso de formação continuada de professores de Ciências da Natureza e que podem servir para balizar outras propostas de ensino. Esses argumentos estão relacionados à natureza do desenvolvimento intelectual que Bruner aponta como fundamental para que a criança consiga resolver problemas, diferenciaremos o conceito da descoberta na concepção de Bruner e o Ensino por Redescoberta, muito trabalhado e criticado no Ensino de Ciências e, abordaremos como a teoria de Bruner pode ser implementada na referida área.

## 2.O que é Ensino por Descoberta na concepção de Bruner

Bruner (2008), distingue dois “tipos de ensinar”. Um deles está relacionado *ao modelo expositivo* e o outro *ao modelo hipotético*. O modelo expositivo trata o professor como expositor e o estudante como ouvinte. O professor pode tomar decisões enquanto o aluno não tem discernimento das opções internas. No modelo hipotético o professor e o estudante estão em uma posição de cooperação. Neste modelo, o estudante toma parte das formulações, fica ciente das alternativas e tem liberdade de expressão. Para o autor, o modo hipotético caracteriza o ato de ensinar e isto leva ao encorajamento da descoberta.

Aprender por meio de descobertas traz alguns benefícios como, a elevação do potencial intelectual; a passagem das recompensas extrínsecas para intrínsecas; o aprendizado da heurística do descobrimento e o auxílio da conservação da memória (Bruner, 2008).

O potencial intelectual é desenvolvido através da Resolução de Problemas e das iniciativas à pesquisa. O indivíduo que pesquisa, que encontra regularidades e relações na solução de um problema precisa estar com expectativa de que há algo para ser descoberto. Nesse sentido, o potencial intelectual pode ser marcado por transformar o que foi descrito em uma hipótese, bem como, enfatizar a descoberta levando a criança a aprender uma variedade de formas para resolver problemas e transformar a informação para uma melhor utilização em sua vida. Isto na concepção do autor significa aprender como lidar com a tarefa de aprender.

Outro benefício da aprendizagem por descoberta está relacionado aos motivos intrínsecos e extrínsecos. Para Bruner (2008), muitos dos problemas, ao ensinar a uma criança uma atividade cognitiva, estão no desafio de libertá-la do controle de punições e recompensas que o ambiente exerce sobre ela, que são motivos extrínsecos. Essas punições e recompensas muitas vezes são exercidas pelos próprios pais e professores ao ignorarem o que a criança sabe ou por subestimar a sua capacidade cognitiva, ou seja, motivos intrínsecos da criança.

Segundo Bruner (2008), a heurística do conhecimento faz com que possamos refletir sobre como utilizar meios com o objetivo de ampliar a atividade de descobrir. A investigação e a pesquisa parecem ter relação direta com o processo de tentar descobrir algo, mesmo que o resultado muitas vezes não se configure em uma descoberta.

A Resolução de Problemas, quando vista como algo que deve ser pesquisado e discutido, pode gerar uma descoberta. Bruner (2008), ainda argumenta que por meio da Resolução de Problemas e do esforço da descoberta se aprende a funcionalidade da heurística do descobrimento, quanto mais se pratica mais se aprende utilizando a metodologia supracitada. Para o autor, a capacidade de investigar se aprimora com a própria investigação.

A conservação da memória, também, é um dos benefícios que o trabalho por descoberta pode gerar. O principal problema da memória humana não está no armazenamento, mas na recuperação das informações (Bruner, 2008, p.100). A chave para recuperar informações está na organização, ou melhor, no conhecimento de onde encontrar a informação que foi guardada na memória. Aqueles indivíduos que conseguem desenvolver técnicas de relações com as suas descobertas, conseguem com maior facilidade recuperar informações e não simplesmente decorar. Em geral, as informações organizadas de acordo com os interesses e a estrutura cognitiva de um indivíduo são as que estão mais acessíveis na memória. Nesse sentido, memorizar é diferente de decorar. Memorizar trabalha com as

relações que o aluno fez em um determinado conteúdo e não puramente com um conteúdo dado pelo professor, que muitas vezes não tem sentido algum para o estudante. Podemos dizer que memorizar é encontrar meios para lembrar-se das informações, enquanto decorar é um processo mecânico que não exige relações.

Bruner (2008) defende que a memória pode ser acessada quando o material que o indivíduo manipula for organizado de acordo com os seus interesses e a sua estrutura cognitiva. Além disso, as atitudes e atividades que caracterizam o descobrir parecem ter efeito de conservar a memória. Nesse sentido, quando o autor dá exemplos do ensino da Matemática em que o indivíduo deve manipular e representar, ele relata que essas são condições necessárias para que aconteça a descoberta. A representação resgata a experiência e desenvolve o indivíduo, fazendo com que as operações por ele realizadas adquiram significado. A descoberta possibilita ao indivíduo agir sobre a sua aprendizagem e resgatar informações da sua memória para poder solucionar um problema.

O processo de descoberta proposto por Jerome Bruner pode ser estimulado a partir da Resolução de Problemas em que o indivíduo, pesquisando e resolvendo determinadas situações, possa ampliar sua capacidade cognitiva e construir seu próprio conhecimento.

### 3. A Redescoberta no Ensino de Ciências

Na década de 70, a aprendizagem das Ciências foi genericamente entendida como uma Aprendizagem por Redescoberta, e, neste contexto, as aulas experimentais de Ciências foram bastante valorizadas (Gil Pérez, 1996). Segundo este modelo, os alunos aprendem, por conta própria, qualquer conteúdo científico a partir da observação de materiais concretos e por trabalhos “experimentais” que são fundamentais para levar o estudante à descoberta de novos fatos. Gil Pérez critica o Ensino por Redescoberta. Entre as principais críticas podemos encontrar uma concepção da natureza do trabalho científico marcada pelo método indutivo, que ignora os aportes da nova epistemologia da Ciência; uma visão do método científico que o supervaloriza, apresentando os resultados da Ciência como verdades inquestionáveis e rígidas; e a ênfase na experiência direta (descobrir por si mesmo) como elemento motivacional do trabalho científico tal como a emissão de hipóteses e o desenho dos experimentos.

A área de Ensino de Ciências realizou a discussão dessas e de outras críticas, principalmente no que se refere ao ensino experimental nos vários níveis de ensino (González, 1992). Uma polêmica de natureza filosófica refere-se ao indutivismo extremo, inerente ao uso tradicional do laboratório que privilegia observações e experimentações livres e que, por isso, desconsidera o papel essencial da construção de hipóteses e de um corpo coerente de conhecimento (Gil Pérez, 1996). Essa polêmica fomenta o debate referente às atividades que se propõem apenas a testar fenômenos cujos resultados já são esperados e conhecidos, muito marcado no Ensino Tradicional, fundamentalmente nas aulas por redescoberta. Assim, a solução de um problema por tentativa e erro, característica da aprendizagem por redescoberta, não representa uma aprendizagem significativa ou o que Bruner chama de Aprendizagem por Descoberta.

Na mesma década de 70, a área de Ciências propôs inúmeros projetos educativos que buscavam conduzir o ensino por atividades experimentais e que privilegiavam a autonomia dos alunos, objetivando que esses prestassem mais atenção aos procedimentos do que aos próprios conteúdos.

Nessa perspectiva, vários projetos curriculares se basearam no ensino por redescoberta, como exemplo, Nuffield<sup>2</sup>, PSSC<sup>3</sup>, BSCC<sup>4</sup>, CBA<sup>5</sup>, CHEM<sup>6</sup>, entre outros, que almejavam a aprendizagem do método científico. Podemos constatar que o ensino por redescoberta era referência obrigatória de qualquer renovação na área das ciências (Silva & Nuñez, 2002).

Silva e Nuñez (2002) argumentam que o ensino por redescoberta proporcionou alguns pontos positivos para o Ensino de Ciências, como o desenvolvimento da atitude de responsabilidade frente à aprendizagem, motivação pela experimentação, no sentido de descobrir e observar. Mas, por outro lado, afirmavam que o equívoco lógico da época foi fundamentar-se numa estrutura epistemológica (Comte) sobre a construção do conhecimento, que hoje está superada.

O ensino por redescoberta foi, igualmente, muito criticado por outros autores, pela maneira como foi conduzido e interpretado. Medeiros, (1998), revela que muitos alunos realizavam experimentos sem ter ideias claras do que estavam realmente fazendo, passando uma visão de estarem impossibilitados de identificar questões pertinentes aos conceitos e fenômenos contidos no experimento, além de limitações para entender como ocorre um processo de construção e reconstrução do conhecimento científico.

Os princípios que foram criticados no ensino por redescoberta parecem indicar que essa corrente de pensamento pedagógico foi uma interpretação reducionista da teoria de Bruner. A expressão “aprender a aprender” como sinônimo do Ensino de Descoberta que Bruner propunha, não está fundamentada nos princípios do Ensino por Redescoberta. O que nos leva a concluir pela apropriação inadequada do termo pelos teóricos da Redescoberta.

Reiteramos a importância do trabalho de Bruner, em que a Ciência não é considerada como um acúmulo de descobertas, mas como um processo complexo de construção e reconstrução teórica, por isso propomos, nesta tese, trabalhar com a perspectiva de Jerome Bruner no objetivo de mostrar como a sua teoria se constitui em um referencial apropriado e demonstrar que os aspectos abordados por ele não estão relacionados ao ensino por redescoberta, muito trabalhado nas décadas de 60 e 70 e criticado a partir da década de 90.

A seguir, descreveremos aspectos sobre a natureza do desenvolvimento intelectual do indivíduo, reafirmando que as concepções de Bruner não estão vinculadas ao processo de Ensino por Redescoberta, mas ao processo de descoberta. O processo de descoberta pode auxiliar o indivíduo a pensar e criar possibilidades para ampliar a sua capacidade cognitiva e construção de uma heurística e não do acúmulo de informações que muitas vezes não tem sentido para o aluno.

#### 4. Natureza do desenvolvimento intelectual segundo Bruner

O conceito de desenvolvimento intelectual é relevante na teoria de Bruner (1969). Para o autor, poderia ser fácil selecionar uma teoria para explicar modificações no comportamento como um instrumento para descrever o crescimento, mas há tantos aspectos sobre crescimento que nenhuma teoria conseguiria tratar essa complexidade e explicá-lo bem. O autor descreve seis pontos relacionados à natureza do desenvolvimento intelectual<sup>7</sup> (Bruner, 1966).

Ao discutir a abordagem do desenvolvimento intelectual do indivíduo, Bruner destaca que os estudos de Jean Piaget são relevantes para o entendimento do campo do desenvolvimento cognitivo. Argumenta que Piaget interessa-se mais pela natureza do conhecimento e pelos estágios do desenvolvimento da criança. Bruner considera o trabalho de Piaget relevante, mas faz uma crítica às falhas das descrições estudadas no campo da Matemática e da Lógica. Salaria que o que importa em Piaget são a utilidade e o poder de seu trabalho descritivo, por isso utilizou os pressupostos desse pesquisador para explicar os seus estudos na área da Matemática que estão relacionados aos processos psicológicos do desenvolvimento da criança (Bruner, 1966).

Para explicar o desenvolvimento intelectual, Bruner fornece um exemplar que realizou em laboratório no estudo de crianças com faixa etária de 4 a 11 anos. Elas receberam como tarefa dizer qual par de vasilhames estavam “cheio” e “vazio”. Crianças de todas as idades não tinham dificuldade em responder quando os pares eram idênticos, independentemente de estarem cheios ou não. Em seguida era solicitado a observação de um par de vasilhames cheios pela metade e de volumes diferentes. Identificou o vasilhame com maior volume como A, logo as crianças frequentemente diziam que A estava mais cheio que B, para então concluírem que A estava mais vazio que B. As crianças afirmavam ainda que ambos estavam igualmente cheios, mas que A estava mais vazio. Para Bruner, isso era extraordinário. Ele relata que ficou surpreso com os resultados e o que lhe chamou atenção foi que a proporção de contradição das respostas das crianças crescia com a idade. Para compreender tal fenômeno, Bruner, destaca que a alternativa seria não se tratar de contradição lógica e sim do resultado de outro processo psicológico, possivelmente relacionado ao modo como as

crianças definem e julgam alguma coisa. Para ele, o que há de interessante no comportamento das crianças não é a lógica de suas relações, mas a maior sutileza nas respostas das crianças mais velhas. Assim, a exposição lógica pouco esclarece sobre o desenvolvimento psicológico, embora Bruner acredite que ajude na descrição do conhecimento que a criança possui (Bruner, 1966). O autor também revela que este experimento, além de possibilitar uma crítica da descrição lógica como meio de explicação da natureza do crescimento intelectual, faz emergir algumas questões que considera pertinentes, como: O que significa dizer que a criança é limitada para a definição das coisas por ter que apontar as propriedades que definem suas ideias? Por quais meios elas chegam a dissociar diferentes aspectos de algo, como um vasilhame, em espaço de cheio? (Bruner, 1966).

Essas questões nos levam a refletir sobre o desenvolvimento intelectual e a pensar como isso ocorre. Para Bruner (1969), isso está relacionado à representação, que demonstra como libertar a criança dos estímulos do momento e conservar a experiência passada em um modelo e as regras que regem o armazenamento e a retenção da informação sobre este modelo. Argumentando sobre esta questão, o pesquisador enfatiza três formas dos indivíduos realizarem isso. A primeira se refere à ação. Conhecemos muitas coisas para as quais não temos imagens ou palavras para representá-las, o que torna difícil ensinar para outras pessoas com diagramas ou figuras. Como ensinar alguém a andar de bicicleta: nesse aprendizado as palavras ou diagramas se tornam impotentes. A segunda está relacionada à organização visual e sensorial além de resumir as imagens. Um exemplo é tatear um caminho através de um labirinto e, em certo ponto do aprendizado, vir a reconhecer e visualizar um padrão ou trilha. Bruner ressalta que a primeira forma de representação é denominada de ordenativa enquanto que a segunda é icônica, governada pelos princípios de organização perceptiva e pelas transformações econômicas. A representação ordenativa é baseada no aprendizado de respostas e formas de habituação. E, a terceira, a representação, está relacionada às palavras ou linguagem, caracterizada pela natureza simbólica. O que há de interessante é que o ser humano deve comandar as três maneiras para obter seu desenvolvimento intelectual.

O autor ainda sinaliza que muito do desenvolvimento intelectual começa quando voltamos sobre nossos próprios passos e passamos a modificá-los com a ajuda de professores, passando a outros modos de organização. Os novos modelos são formados em sistemas de representação potentes e crescentes, é isso que leva Bruner a pensar que o processo educacional consiste em dar auxílio e dialogar, com o objetivo de traduzir a experiência em sistemas mais potentes de notação e ordenação, por este motivo pensa que a teoria do desenvolvimento deve estar relacionada com a teoria do conhecimento (Bruner, 1969).

## 5. Educação para o desenvolvimento cognitivo

A Educação, ao longo do tempo, se redefine com direções e objetivos diferentes. Modificações das circunstâncias e do conhecimento impõem restrições e criam oportunidades para os professores de cada geração estarem em processo inventivo (Bruner, 1969). Quando lemos e analisamos relatos das últimas décadas, transparece uma revolução que obriga a reconsiderar o que fazemos ao ocupar um período extenso do desenvolvimento dos indivíduos, o que chamamos de escolarização. Neste sentido, nos últimos anos, houve reorientações na teoria do desenvolvimento e as mudanças na sociedade nos forçam a redefinir como educar uma nova geração. Há mudanças que nos mostram o quanto o processo educativo se transforma, por exemplo, o uso de tecnologias da informação trouxe intensas mudanças sociais. Essas mudanças na sociedade forçaram a redefinição do como educar as novas gerações. Bruner (1969), ao argumentar a educação à luz dos conhecimentos recentes, propõe pensar sobre o chamado “instrumentalismo evolutivo”. Para ele, o uso da mente pelo homem depende de sua capacidade de criar e usar ferramentas, instrumentos ou tecnologias que lhe permitam exprimir ou amplificar suas potencialidades. Os termos “ferramenta”, “tecnologia” e “instrumento” referem-se a habilidades que o homem desenvolveu. A linguagem é um dos exemplos de uma tecnologia, não somente pela sua capacidade de comunicar, mas por codificar a realidade, representando assuntos

remotos ou imediatos, como também permitir representar a realidade e transformá-la. É a linguagem uma ferramenta que pode dar direção e desenvolvimento ao equipamento muscular, aos órgãos dos sentidos e aos poderes de reflexão. Muito disso é ensinado na interação entre pais e filhos, como os primeiros conhecimentos linguísticos, por exemplo, na aquisição da linguagem. Somente quando o indivíduo desenvolve técnicas primárias do conhecimento necessita da educação escolar. Bruner (1969) enfatiza que desde que haja qualquer inovação nas ferramentas ou na maneira de utilizá-las, o sistema educacional é o único meio de disseminação desse conhecimento o que faz com que o indivíduo evolua cognitivamente.

Bruner (1969) considera relevante o conhecimento da natureza do desenvolvimento ontogenético<sup>8</sup> do Homem. Para ele, o desenvolvimento mental não é um crescimento gradual e as aptidões de cada indivíduo precisam amadurecer e serem alimentadas, antes que outras possam aparecer. As sequências dos aparecimentos de muitas são sujeitas às limitações de outras. Alguns ambientes podem acelerar ou retardar o seu aparecimento. Presume-se que o conhecimento pressupõe um mínimo de reflexão. Esta reflexão é atingida por volta de cinco e sete anos de idade e, finalmente, algo especial acontece por volta da adolescência, quando a linguagem se torna cada vez mais importante como meio de pensamento. Após esta fase de desenvolvimento, o adolescente tem maior capacidade de trabalhar com proposições<sup>9</sup> do que com objetos, conceitos que se tornam mais hierárquicos em sua estrutura, possibilidades alternativas que podem ser consideradas de forma combinatória. Sendo assim, o indivíduo passa por fases internas do desenvolvimento, o que Bruner (1969) denomina de modos de representação (representação ativa, icônica e simbólica).

Bruner (1969) ressalta a importância da atuação dos psicólogos juntamente com os professores no campo da Educação. A Psicologia tem os instrumentos para explorar fronteiras do aperfeiçoamento humano. Neste sentido, aponta para a importância das teorias psicológicas de aprendizagem e do desenvolvimento, que são de maior interesse para uma teoria de aprendizagem<sup>10</sup>, pois esta não só deverá ocupar-se com a aprendizagem, mas também com o desenvolvimento do indivíduo.

A Psicologia propõe teorias do ensino e desenvolvimento, por isso Bruner (1969) propõe a seguinte pergunta: o porquê da necessidade de uma teoria da aprendizagem, já que a psicologia contém teorias de ensino e desenvolvimento? O autor enfatiza que essas teorias são descritivas e não prescritivas, elas tratam da consequência de um fato e uma teoria da aprendizagem deveria esforçar-se para oferecer a melhor maneira de oportunizar às crianças essa noção.

Bruner (1969) descreve quatro características relacionadas a uma teoria de ensino. A primeira delas está relacionada a apontar as experiências mais efetivas para que o indivíduo tenha predisposição para a aprendizagem. Neste sentido, a criança aprenderá quando houver alguma coisa que lhe desperte interesse e vontade para aprender. A segunda característica está relacionada a especificar como deve ser estruturado um conjunto de conhecimentos para melhor ser aprendido pelo aluno, a isso Bruner, (1969), chama de “estrutura ótima”. Esta estrutura é uma série de proposições decorrente de um conjunto de conhecimentos de maiores dimensões, sendo característica e dependente da sua formulação para com o campo do conhecimento. A terceira característica se refere a uma teoria de ensino poder citar qual é a melhor sequência para apresentar as matérias a serem estudadas e trabalhadas. Esta característica desperta inúmeras questões como: “Se alguém quer ensinar física quântica, como deve proceder?” Apresentando matérias concretas para despertar a noção de curiosidades recorrentes, essas e outras questões podem servir como suporte para pensarmos qual a melhor sequência a ser seguida para a construção de novos conhecimentos. E uma quarta característica está associada a uma teoria da instrução. Esta se refere ao poder deter-se na natureza e na aplicação dos prêmios e punições no processo de ensino e aprendizagem. Bruner (1969) ressalta que, intuitivamente, parece que, com o progresso da aprendizagem, chega-se a um ponto que é melhor abster-se de premiações extrínsecas<sup>11</sup>, como exemplo, elogios do professor, em favor de recompensas intrínsecas inerentes à solução de um problema complexo.

### 5.1. Predisposição

É comum, ao discutir as predisposições para a aprendizagem, focar nos fatores culturais, motivacionais e pessoais que interferem no aprender e na tentativa de solucionar problemas. O processo de ensino é essencialmente social, isto é, as relações entre quem ensina e quem aprende repercutem na aprendizagem. Uma teoria da aprendizagem deverá tratar como melhor utilizar determinado contexto para alcançar determinados objetivos de ensino.

O estudo e a Resolução de Problemas baseiam-se na exploração de alternativas e a instrução pode facilitar e ordenar o processo de aprendizagem por parte dos alunos. Há três aspectos para a exploração de alternativas relacionadas ao desenvolvimento do indivíduo no processo de aprender através da pesquisa que são: ativação, manutenção e direção (Bruner, 1969). O autor chama esses aspectos de exploração de alternativas que necessitam de algo que faça ter início, algo que mantenha em ação e alguma coisa para evitar que esses aspectos se percam. Para ele, a condição básica é ter um nível ótimo de incerteza e a curiosidade é uma resposta à incerteza. Rotinas provocam pouca ou nenhuma exploração, por isso, as rotinas não possibilitam confusão e angústia, diminuindo a tendência a explorar. Bruner (1969) destaca que as rotinas não são eficazes em um trabalho de descoberta e aprendizagem por Resolução de Problemas.

Para Bruner (1969, p.60), iniciada a exploração, sua manutenção exige que os benefícios das alternativas exploradas excedam os riscos envolvidos. Desta maneira, aprender com auxílio de um instrutor, por exemplo, um professor, poderá implicar menos perigo ou sacrifício que fazê-lo sozinho. Quer dizer que as consequências dos erros, ao explorar falsas alternativas, devem ser abrandadas por um regime de instrução. Ainda aponta que dar direção à exploração baseia-se em duas considerações: o sentido da meta de uma dada tarefa e o conhecimento da importância de verificar as alternativas para atingir tal meta. A direção se apoia no conhecimento dos resultados das experiências de alguém e a instrução deve mostrar-se superior à aprendizagem espontânea, garantindo o conhecimento.

Segundo Moreira (1999), Bruner propõe a aprendizagem por descoberta de uma maneira “dirigida” em que a exploração de alternativas não seja caótica ou ocasione confusões aos alunos. As atividades desenvolvidas no laboratório de Ciências, por exemplo, não devem seguir uma “receita”, mas também não devem ser totalmente desestruturadas, deixando os estudantes “perdidos” em relação ao que deve ser feito. As instruções devem ser dadas de modo a explorar alternativas que levem à solução do problema ou à descoberta.

### 5.2. Estrutura e forma de conhecimento

Qualquer ideia, um problema ou um conjunto de conhecimentos podem ser simplificados a ponto de serem compreendidos e entendidos pelos estudantes. A estrutura de qualquer domínio de conhecimento pode ser caracterizada por três maneiras: a forma de representação, sua economia e a potência efetiva. Na concepção de Bruner (1969), essas formas variam de acordo com a idade e com os estilos dos estudantes.

Bruner (1969) ressalta que todo o domínio do conhecimento ou qualquer problema desse domínio, pode ser representado sob três formas: representação ativa, representação icônica e representação simbólica, dependendo do tipo de problema podemos representá-lo de formas diferentes.

A economia na representação de um domínio de conhecimento relaciona-se com a quantidade de informação a ser conservada na mente e a ser processada permitindo a compreensão, logo, quanto mais dados se deve armazenar para compreender alguma coisa ou enfrentar um problema, mais passos teremos que tomar e menos econômicos seremos. A economia varia de acordo com a forma de representação, mas é também função da ordem em que a matéria é apresentada, ou da maneira como é estudada.

Bruner (1969), inclusive, afirma que a potência efetiva de determinada maneira de estruturar um domínio de conhecimento para determinado indivíduo, refere-se ao valor criativo de um conjunto de proposições aprendidas. Na argumentação do pesquisador, a potência efetiva alcançada por um aluno é o que procuramos verificar através de uma análise de como ele está progredindo em seus estudos.

### 5.3. Sequência e suas aplicações

A questão da sequência na aprendizagem parece ser intuitiva para a maioria daqueles que lidam com o ensino. Bruner (1969) identifica as variáveis: cabedal de informações, fase do desenvolvimento, natureza da matéria e diferenças individuais, como importantes no estabelecimento da sequência de uma matéria. Outro aspecto importante é a necessidade de se considerar o processo da descoberta, ou seja, na sequência do material a ser aprendido deve-se deixar a possibilidade de exploração de alternativas, de maneira que, em certos pontos, o aluno deve ser encorajado a explorar caminhos divergentes, antes de aprofundar-se em uma das alternativas. É necessário especificar, em qualquer sequência, o nível de incerteza do material apresentado ao aprendiz antes de iniciar a busca por alternativas, e, sempre, permitir um nível de tensão razoável que mantenha o aluno atento na busca pela solução do problema. A instrução que o aluno recebe ao longo de uma sequência de proposições e confirmações de um dado problema ou um conjunto de conhecimentos aumenta suas aptidões para compreender, transformar e transferir a outros contextos o assunto em estudo. A utilização da instrução pelo professor para apresentar o conteúdo ao aluno interfere na facilitação de sua compreensão.

Para o autor, o processo normal do desenvolvimento intelectual que se inicia pela representação ativa ao mundo icônico e passa para a representação simbólica indica que a sequência ótima se fará por fases do desenvolvimento. O autor, através de seus estudos, crê que a sequência lógica do desenvolvimento intelectual (ativa, icônica e simbólica) não é seguida linearmente por todos os indivíduos sendo que os indivíduos podem saltar das primeiras fases para a última. Para Bruner (1969), é necessário, em cada sequência, manter o grau de incerteza e a tensão no desenvolvimento de resolução de problemas, como também, as condições para ativá-lo.

### 5.4. Forma e distribuição de reforço

Embora Bruner argumente que uma teoria da instrução deve deter-se na natureza e na aplicação dos prêmios e punições no processo de aprendizagem e ensino, não encara o reforço da mesma maneira que um behaviorista. No Behaviorismo, o reforço tem um papel fundamental, pois o comportamento é modificado por consequências recompensadoras ou punitivas. Para Skinner, por exemplo, não é a presença do estímulo ou da resposta que leva à aprendizagem, mas a presença das contingências de reforço (Moreira, 1999).

O reforço para Bruner (Moreira, 1999) está no sentido de que a aprendizagem depende do conhecimento de resultados, no momento e no local em que ele pode ser utilizado como correção, neste sentido, a instrução aumenta a oportunidade do conhecimento corretivo. Assim, à medida em que a criança se desenvolve e aprende a pensar de maneira simbólica e a representar e transformar o ambiente, aumenta a motivação de competência, que ganha mais controle sobre o comportamento, reduzindo os efeitos do reforço secundário ou de gratificações. Podemos dizer que o processo deve levar o estudante a desenvolver seu autocontrole e de auto reforçar-se com o objetivo de que a aprendizagem seja reforço de si própria.

## 6. O desenvolvimento do pensamento cognitivo na escola

A Psicologia relaciona as matérias como invenções da sociedade, que nos auxilia a pensar sobre um determinado fenômeno. Nada mais importante para uma matéria que sua maneira de pensar,

nada mais relevante no ensino que as crianças aprenderem este jeito de pensar, de fazer conexões, de ter atitudes e de saber lidar com as frustrações. Para que os alunos consigam aprender, devem adiantar-se na matéria, resolver problemas, discutir, criar situações e ir além do que geralmente é proposto pelo professor.

O professor pode criar meios de expressar as ideias de forma a atender às necessidades dos estudantes; mais além, o professor deve entender como estimular o pensamento no ambiente escolar. As crianças na idade escolar são habituadas a esperar dos adultos solicitações arbitrárias e sem maior sentido, pois os adultos não conseguem traduzir as tarefas escolares em problemas de significação intrínseca para os estudantes. Neste sentido, o professor deve propor às crianças a resolução de problemas que eles reconheçam como tais, pois nem sempre os estudantes estarão aptos ou predispostos a identificar os problemas e reconhecer quando estão embutidos nas tarefas escolares. Bruner (1969) acrescenta que, através do encorajamento e instrução podemos conduzir as crianças na escola a localizar com maior fluência as situações-problema.

Bruner (1969) aponta dificuldades recorrentes nas escolas, uma delas, como já mencionado, está relacionada à interferência da solução extrínseca na intrínseca. O que ele quer dizer é que os alunos devem “adivinhar” o que o professor deseja ensinar, a isso ele chama de solução extrínseca. Para resolver esta dificuldade, o autor acrescenta que há vários processos diretos de estimular o desenvolvimento de situações intrínsecas, como por exemplo, um ensino voltado à Metodologia de Resolução de Problemas e pesquisa. Os professores podem ser encorajados a utilizar esta metodologia e, conseqüentemente, permitirem aos alunos a resolução de problemas legítimos. Deste modo, dados os materiais, ambiente e encorajamento aos professores, estes conseguirão desenvolver um trabalho mais frutífero relacionado à resolução de problemas e os estudantes saberão realmente o que o professor deseja em sua aula.

No encorajamento do professor à Resolução de Problemas, a tarefa do autor de currículos e do próprio professor é dar oportunidades para o desenvolvimento do aluno. Quando se tem um pensamento voltado apenas ao cumprimento de conteúdos escolares, muitas vezes é negligenciado o problema. Um ensino voltado aos processos de pesquisa, à identificação e à resolução de problemas poderão facilitar o trabalho nas escolas, torná-lo (no mínimo) mais produtivo.

Bruner (1969) reforça que a personalização do conhecimento é conseguir atingir positivamente, durante a aula, o sentimento das crianças, suas fantasias e valores. Personalizar não significa apenas ligar o educando às situações familiares, cotidianas, mas procurar despertar a atenção para situações gerais, que muitas vezes vão além de sua experiência.

Ao discutir que a educação é uma invenção social e comentar que os currículos são avaliados depois de serem elaborados e aplicados, Bruner (1969) conclui que, para esta avaliação ser útil, deveria ser realizada sob forma de realimentação na escolha de matérias e atividades, ou seja, deveria ser realizada durante o processo de implementação do currículo para garantir uma boa estruturação desse currículo. Assim, o autor acredita que é necessário estabelecer uma filosofia da avaliação, para isso ele descreve importantes aspectos que devem ser considerados ao implementar a avaliação numa perspectiva de ensino por descoberta<sup>12</sup>.

A seguir, descreveremos aspectos relacionados à criança em condição de aprender e à construção de um currículo na perspectiva de Jerome Bruner.

## 7. Considerações para a estruturação curricular

Bruner (1969) parte da hipótese de que qualquer assunto pode ser ensinado com eficiência a qualquer criança, em qualquer fase do desenvolvimento, para isso examina três ideias: o processo do desenvolvimento intelectual da criança, o ato de aprendizagem e a noção do currículo em espiral.

O desenvolvimento intelectual se baseia no fato de que em cada fase do desenvolvimento a criança possui um modo de visualizar o mundo e explicá-lo a si mesma. A tarefa de ensinar uma determinada matéria a uma criança, em qualquer idade, é a de representar a estrutura da referida matéria em termos da visualização que a criança tem das coisas. Bruner chama isto de premissa do

amadurecido. Esta premissa considera que toda ideia pode ser representada de maneira honesta e útil nas formas de pensamento da criança em idade escolar. Essas ideias podem tornar-se mais precisas graças à aprendizagem anterior. Para ilustrar o argumento, ele recorre ao desenvolvimento intelectual baseado nos diferentes estágios do desenvolvimento de Piaget. Este estudo pontua três estágios do desenvolvimento. No primeiro estágio, que finda por volta de 5 a 6 anos de idade, o trabalho mental consiste em estabelecer relações entre a experiência e a ação, ou seja, a criança está preocupada com a manipulação do mundo através da ação. O que mais falta neste estágio de desenvolvimento, segundo a Escola de Genebra, é o conceito de reversibilidade, que impede que a criança compreenda certas ideias fundamentais básicas da Matemática e da Física. Para Bruner (1966), é indispensável dizer que a maioria dos professores apresenta dificuldades para organizar o ensino de maneira que as crianças construam certos conceitos.

No segundo estágio de desenvolvimento, o das Operações Concretas, a criança já está na fase escolar. Aqui, a operação é um meio de abastecer a mente com dados sobre o mundo real e transformá-lo de modo que possam ser organizados e utilizados seletivamente na solução de problemas (Bruner, 1966). Ao resolver uma dada situação, cada criança tem uma maneira de encarar o fenômeno, por isso o pensamento da criança está limitado pelo modo como articula suas observações. Uma operação difere de uma ação por ser interiorizada e reversível. Interiorizar significa que a criança já não precisa procurar resolver problemas através de um processo de ensaio e erro, mas pode efetuar isso mentalmente. Há reversibilidade porque as operações, quando adequadas, se caracterizam pelo que se chama de compensação completa, ou seja, uma operação pode ser compensada pela operação inversa.

Por volta dos dez aos quatorze anos de idade a criança passa para um terceiro estágio, o das Operações Formais. Neste momento, a atividade intelectual do indivíduo parece basear-se em uma capacidade para operar com proposições hipotéticas ao invés de permanecer restrita ao que já experimentou. Neste ponto, o sujeito parece estar apto a dar expressão formal ou axiomática às ideias concretas que anteriormente orientavam a resolução de problemas, mas não podiam ser descritas ou formalmente entendidas.

Bruner (1966) aponta que o mais importante no ensino de conceitos básicos é auxiliar a criança a passar progressivamente do pensamento concreto à utilização de modos de pensamento conceitualmente mais adequados. O seu desenvolvimento intelectual não é, porém, uma sequência de acontecimentos. Por exemplo, o ensino de ideias científicas não precisa seguir o curso natural do desenvolvimento cognitivo da criança. O professor pode dirigir o desenvolvimento intelectual, proporcionando oportunidades desafiantes, mais praticáveis para a criança ir adiante, fazendo perguntas intermediárias, o que pode levá-la a passar mais rapidamente pelos estágios de desenvolvimento intelectual, em direção a uma compreensão mais profunda dos princípios matemáticos, físicos, históricos, etc. O que Bruner (1966) defende é estudar mais os caminhos pelos quais é possível fazer a criança avançar mais rapidamente em diferentes áreas do conhecimento.

Bruner (1966) segue ao enfatizar, em seu trabalho, que oportunizar noções básicas de cada disciplina e fomentar o raciocínio probabilístico, aspecto essencial da ciência moderna, são aspectos dificilmente trabalhados na Educação Básica. Essa omissão, segundo ele, relaciona-se provavelmente ao fato de que o programa das escolas, em quase todos os países, acompanha o progresso científico com um atraso quase desastroso e pelo fato dos professores acharem que o aprendiz não tem capacidade de desenvolver esta habilidade. Ele indica que a compreensão de certos fenômenos aleatórios, por exemplo, na Matemática, requer a compreensão de certas operações lógicas concretas que estão ao alcance das crianças, desde que essas operações sejam livres de suas complicadas expressões matemáticas.

O pesquisador defende, também, que o interesse em problemas de natureza probabilística pode ser despertado e desenvolvido antes de o professor introduzir qualquer processo estatístico (cálculo). Esse é um instrumento que pode ser utilizado depois da compreensão intuitiva ter sido estabelecida. Para o autor, caso se faça primeiramente a introdução de cálculo, é possível uma inibição

do desenvolvimento do raciocínio probabilístico, nesse sentido, devemos articular um ensino, principalmente nos anos iniciais da escolarização, a uma série de atividades de manipulação, classificação e ordenação de objetos, de modo a esclarecer as operações lógicas básicas que são fundamentais para a compreensão de conceitos mais específicos da Matemática e das Ciências. A questão colocada pelo autor é: vale a pena possibilitar aos estudantes indutivamente a descoberta da ordem básica do conhecimento, antes de poder apreciá-lo em seu aspecto formal? Segundo Bruner (1966), há evidências que esse “treinamento” antecipado, rigoroso e relevante resulta em tornar mais fácil a aprendizagem posterior. A situação de aprendizagem parece indicar que não se aprende apenas uma coisa específica, mas, aprende-se a aprender. Para o autor, o perigo do “treinamento” precoce poderá resultar em “treinar” ideias distorcidas e errôneas.

Aprender um determinado assunto parece envolver três aspectos praticamente simultâneos: a aquisição de novas informações, a transformação e a avaliação. A aquisição de novas informações pode contrariar ou substituir o que o indivíduo anteriormente sabia, implícita ou explicitamente. A transformação envolve o processo de manipular o conhecimento de modo a adaptá-lo a novas tarefas. Enquanto a avaliação verifica o modo pelo qual manipulamos a informação de maneira adequada à tarefa. Na aprendizagem de qualquer assunto, comumente em uma série de episódios, esses três aspectos estão envolvidos (Bruner, 1966).

A fim de desenvolver a aprendizagem na escola, devemos organizar um currículo que possibilite esta aprendizagem e estratégias instrucionais que utilizem as interações dialógicas entre aluno *versus* aluno e aluno *versus* professor, possibilitando o interagir nas salas de aula. Bruner afirma que qualquer poder inato, genético que tenhamos, depende da cultura para se desenvolver. É na interação que acontece o desenvolvimento humano (Doll, 1997).

Na visão de Bruner (1966), se respeitarmos os modos de pensar da criança em crescimento, se traduzirmos o material para as suas formas lógicas e formos suficientemente capazes de desafiar-las a tentar progredir, então será possível introduzi-las precocemente nas ideias e estilos de vida posteriores. Ele ainda aponta que qualquer matéria pode ser ensinada a qualquer criança. Nesse sentido, um currículo deverá ser constituído em torno dos grandes temas, princípios e valores de uma sociedade. Ele vê as crianças como aprendizes, construtoras, cujas construções melhoram com o uso de instrumentos, interação social e pensamento recursivo. Consequentemente, um currículo baseado na experiência com manipulação de símbolos (especialmente a linguagem), no diálogo público e na reflexão pode transformar o aprendiz de um copião de padrões em um criador dos seus próprios padrões (Doll, 1997). Bruner (1966) percebe através de seus estudos que os indivíduos que estão amadurecendo passam a ter múltiplos meios de representar o mundo, por isso a Educação deveria aproveitar esses múltiplos meios e não limitar o currículo ao lógico e analítico. E mais, que o currículo deveria dar uma volta em torno de si mesmo, ou seja, os assuntos escolares deveriam ser estudados ao longo de anos, em níveis crescentes de complexidade. “A arte do professor está em traduzir as estruturas do assunto que está sendo estudado na “maneira de ver as coisas” do aluno e depois operar na zona de desenvolvimento, logo, além do senso de conforto do aluno” (Doll, 1997, p.139).

Podemos afirmar que Bruner não vê um professor ensinando os formalismos da história do atomismo para uma criança da primeira série do ensino fundamental, mas ele vê professores da primeira série introduzindo noções limites mutantes e padrões irregulares em seus diálogos com os alunos. Também observa que essas introduções devem ser feitas de uma maneira que gradualmente aumente as zonas de desenvolvimento dos alunos e suas maneiras pessoais de representação. Esse processo não vai ocorrer de modo linear, sequencial, acumulativo e estável, ele vai ocorrer esporádica e espontaneamente, conforme cada indivíduo construir suas representações, utilizando perspectivas múltiplas, predisposições conscientes e subjetivações pessoais (Doll, 1997).

O processo de aprendizagem se constrói ao longo do tempo e a ideia de currículo em espiral possibilita esse processo. É através do currículo em espiral que podemos voltar às ideias iniciais, partindo do conhecimento mais simples para o mais complexo, permitindo que os alunos consigam fazer esta trajetória várias vezes até sentirem-se seguros dos seus aprendizados. Para Bruner (1966),

o currículo de uma matéria deve ser determinado pela compreensão mais fundamental que se possa atingir a respeito dos princípios básicos que dão estrutura a essa matéria. O ensino fundado em princípios básicos possibilita ao estudante a compreensão do conteúdo, facilita a recuperação (memorização), a transferência da aprendizagem<sup>13</sup> (o uso em situação futura – qualquer fenômeno particular passa a ser compreendido como exemplo específico de um caso geral) e mantém o conteúdo escolar atualizado (minimiza a distância entre os conteúdos escolares e os resultados da pesquisa).

Além disso, Bruner (1966), entende que a aprendizagem escolar cria habilidades que mais tarde se transformam em atividades. Outro ponto citado pelo autor é que a aprendizagem é a transferência não específica, ou seja, transferência de princípios e atitudes, o que ele denomina de aprender de início não uma habilidade, mas uma ideia geral que pode servir de base para reconhecer problemas. Ele defende a tese da contínua ampliação e aprofundamento do saber em termos de ideias básicas e gerais. Então, como organizar um currículo na área de Ciências da Natureza que consiga captar os princípios gerais e transferir habilidades para que realmente ocorra a aprendizagem? A aprendizagem deve considerar a utilidade para o aluno e os conteúdos que melhor contribuem para o futuro, essas são as ideias gerais que estruturam a disciplina a ser ensinada. Aprender ciências é compreender as ideias fundamentais e reconhecer a utilidade e aplicabilidade ou não de uma ideia a uma nova situação e, com isso, ampliar o conhecimento do educando.

## 8. Resolução de problemas e desenvolvimento do pensamento intuitivo

Na aprendizagem escolar e na forma de avaliá-la, muitos professores se preocupam com as formulações explícitas e com a capacidade do estudante desenvolver habilidades de reproduzir fórmulas matemáticas e expressões linguísticas. Bruner (1966) descreve que, pela falta de pesquisa destes eventos, não está esclarecido se essa ênfase é antagônica ao desenvolvimento de uma boa compreensão intuitiva e nem ao menos se se constitui em tal compreensão. Para o autor, é necessário fazer um cuidadoso exame da natureza do pensamento intuitivo com o objetivo de melhorar a elaboração de currículos e, conseqüentemente, qualificar a aprendizagem, assim os professores poderão oportunizar atividades que exercitem tal modo de pensamento. Na verdade, as diversas disciplinas que compõem o currículo escolar deveriam oportunizar atividades que contemplassem o pensamento intuitivo. Um estudante, quando trabalha muito tempo com um mesmo problema, levanta hipóteses sobre ele, traça um caminho para sua resolução e encontra soluções com o objetivo de obter um resultado adequado. O estudante pode se tornar mais intuitivo quando for capaz de dar palpites indicando o caminho para a resolução de uma situação. Muitos professores altamente qualificados consideram importante desenvolver no indivíduo a eficiência em pensar intuitivamente, oportunizando ao aluno habilidoso a descoberta de provas e não apenas a produção de conhecimento.

Um exemplo citado por Bruner (1966, p.52) está relacionado à Física que, geralmente, é ensinada através da mecânica de Newton pelo pensamento dedutivo e analítico. Observa-se que poucos professores desta área dão atenção ao desenvolvimento da compreensão intuitiva. O autor descreve que, para melhorar, os professores também necessitam praticar o seu pensamento intuitivo. O estudioso destaca que os profissionais da área do ensino, preocupados em melhorar os currículos escolares, devem pensar em como utilizar processos que contribuam para desenvolver o pensamento intuitivo, tanto dos alunos quanto dos professores em formação. Ao tentar articular processos que ressaltem para o desenvolvimento do pensar intuitivo, o autor acredita que não há conhecimento psicológico sistemático a ser utilizado visto que é pequeno o conhecimento sistemático disponível a respeito da natureza do pensamento intuitivo ou das variáveis que o influenciam. Nesse sentido, ele descreve que parece ser importante pesquisar meios que ofereçam informações relevantes para aqueles que se ocupam da reformulação dos currículos.

Somos ensinados através do pensamento analítico e dedutivo muito mais do que através do pensamento intuitivo. O pensamento intuitivo não progride por passos cuidadosos e definidos, ele tende a incluir artifícios baseados numa percepção implícita do problema total, por isso aquele indivíduo que chega a uma resposta certa ou errada não tem consciência do processo pelo qual passou.

O pensamento intuitivo permite a reflexão sobre o caminho percorrido durante a resolução de um dado problema, dar saltos e criar atalhos para chegar a determinada solução.

O que Bruner (1966) considera seria o reconhecimento da natureza do pensamento intuitivo, pois ele auxilia o indivíduo na resolução de determinadas situações. Nessa visão, o pensador intuitivo pode inventar ou descobrir problemas que o analista não descobrira.

Infelizmente, nossas escolas vivem um formalismo da aprendizagem que, de certo modo, não valoriza o pensamento intuitivo. As instituições escolares têm se dedicado ao planejamento de currículos, porém não pensam nesse currículo como um meio de desenvolver habilidades intuitivas nos estudantes. Estas habilidades podem gerar hipóteses e atingir combinações de ideias que não se desenvolveriam dedutivamente. A intuição dá origem a uma ordenação provisória de um corpo de conhecimento que pode auxiliar em futuras investigações.

Para desenvolver as habilidades intuitivas dos indivíduos devemos formar professores que desenvolvam habilidades de resolver problemas de modo intuitivo. Desse modo, Bruner (1966, p.57) destaca que “o desenvolvimento do pensamento intuitivo nos alunos será mais provável se seus professores pensarem intuitivamente.” Para ele, o professor que tenta trabalhar com hipóteses acerca de resolução de uma determinada situação, estará mais apto a criar hábitos nos alunos para resolver um problema do que aqueles que continuarem com os formalismos de um ensino voltado ao pensamento analítico e dedutivo. Parece que os indivíduos que possuem extensa familiaridade em um certo assunto, chegam intuitivamente com mais frequência a uma decisão ou à solução de um problema. Na escola, contudo, na maioria das vezes as hipóteses são desvalorizadas e, conseqüentemente, não há valorização do pensamento intuitivo. O autor relata que a resolução de problemas e a pesquisa promovem a descoberta e isso pode ser gerado pelo desenvolvimento do pensamento intuitivo. Um indivíduo que pensa assim pode, muitas vezes, atingir soluções corretas ou não. Esse tipo de pensamento deve estar carregado do olhar do professor no sentido de verificar os enganos cometidos e as conquistas ao longo das resoluções. Quando o professor trabalhar com o objetivo de valorizar não somente as respostas certas dos alunos, mas o caminho que os levaram a essas respostas será o início de um processo do pensamento intuitivo que deve estar presente nos momentos de ensino e aprendizagem.

Sabemos que há inúmeras dificuldades para desenvolver um currículo escolar utilizando o pensamento intuitivo. Essas dificuldades são encontradas tanto nos professores quanto nos alunos. Talvez o motivo disso seja que professores e alunos estão habituados a pensar dedutivamente e analiticamente, não resolvem problemas, não lançam hipóteses nem pesquisam uma determinada situação. Para tentar amenizar essa situação, um dos desafios da educação contemporânea é trabalhar em programas de formação de professores que tenham por objetivo oportunizar aos docentes propostas de ensino que trabalhem na perspectiva de Resolução de Problemas e promoção da pesquisa.

## **10. Considerações finais: decorrências da abordagem psicológica para o uso da metodologia de Resolução de Problemas no Ensino de Ciências**

Na perspectiva psicológica de Bruner que apresentamos neste trabalho, o autor sinaliza que a criança se desenvolve resolvendo problemas, mas isso não significa a realização e repetição de experimentações desenvolvidas no contexto da descoberta científica. Esta concepção vinculada ao método do ensino por redescoberta já provou ser ineficiente para a aprendizagem em ciências. O que advogamos é a utilização de atividades de Resolução de Problemas nas aulas de ciências como forma de ensinar os conceitos científicos. Assim, a Resolução de Problemas se constitui em campo metodológico e psicológico do Ensino de Ciências. Enquanto metodologia de ensino permite o trabalho pedagogicamente orientado com situações instigantes, a construção de concepções científicas adequadas e o desenvolvimento de atitudes científicas nos contextos das aulas de ciências. Como campo psicológico Bruner (1969) parte da hipótese de que qualquer assunto pode ser ensinado com

eficiência a qualquer criança, em qualquer fase do desenvolvimento, para isso examina três ideias: o processo do desenvolvimento intelectual da criança, o ato de aprendizagem e a noção do currículo em espiral.

Assim como Bruner, compreendemos que o tratamento e a Resolução de Problemas são importantes para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes. Por um lado, a utilização dessa abordagem impõe questionamentos importantes sobre como a escola vem oportunizando aos estudantes a solução de diferentes situações nas disciplinas apresentadas no currículo escolar, principalmente nos conteúdos curriculares da disciplina de Ciências da Natureza. Por outro lado, a utilização dessa abordagem faz emergir o problema da formação dos professores e as dificuldades conceituais e metodológicas enfrentadas por esses profissionais em relação ao conhecimento da disciplina. Grande parte das dificuldades são oriundas de uma formação deficiente em conhecimentos acrícos. O que defendemos é a inclusão de considerações psicológicas nos programas e currículos de formação inicial de professores de Ciências da Natureza, não apenas como mais uma disciplina a ser cursada, mas como conteúdo e metodologia das disciplinas correntes do currículo.

A nossa experiência com a formação inicial de professores de Ciências da Natureza na UFRGS, na UNIPAMPA, na formação continuada de professores em eventos da área e cursos de extensão também ofertados nestas universidades, têm revelado que muitos professores têm carências conceituais e metodológicas para trabalhar em sala de aula. É visível o quanto estes educadores utilizam basicamente estratégias do ensino tradicionais devido à falta de preparo e poucos deles têm oportunidade e condições de frequentar um curso de formação para superar as lacunas de sua capacitação profissional. Trabalhar com Educação Básica exige dos profissionais um aprofundamento teórico e metodológico para construir um currículo que esteja em sintonia com a realidade do indivíduo. Pensar em um currículo, na concepção de Bruner, seria articular os conhecimentos gerais de cada indivíduo e gradativamente ir aumentando o grau de dificuldades e, ao mesmo tempo, voltar às ideias fundamentais até construir o conhecimento.

Nesta perspectiva, a utilização da metodologia de Resolução de Problemas na formação de professores fortalece os saberes práticos e a pesquisa reflexiva, ao mesmo tempo em que torna visíveis as dificuldades conceituais e metodológicas enfrentadas por esses profissionais em relação ao conhecimento de sua disciplina. Soma-se a isso o fato de permitir uma estrutura que possibilita ao professor formar-se continuamente por meio da mobilização de experiências.

### Referências Bibliográficas

Bruner, J.S. (1966). *The process of Education*. HARward University press Cambridge: 1966. 10ª Impressão.

Bruner, J.S. (1969). *Uma nova teoria da aprendizagem*. Rio de Janeiro: Bloch.

Bruner, J.S. (1973). *O processo da Educação*. São Paulo: National.

Bruner, J.S. (2006). *Sobre a Teoria da Instrução*. São Paulo: Ph Editora Ltda. 1ª ed. Brasileira (Original publicado em 1966).

Bruner, J.S. (2008). *Sobre o Conhecimento: Ensaio de mãos esquerda*. São Paulo: Phorte.

Doll, J. W. E. (1997). *Currículo: uma perspectiva pós-moderna*. Trad. Maria Adriana Veríssimo Veronese. Porto Alegre: Artes Médias.

Gil -Pérez, D.(1996). New trends in science education. *Int. J. SCI. EDUC*, V18 Nº 8, p. 889-901.

Goi, M. E. J. (2004). *A Construção do conhecimento químico por estratégias de Resolução de Problemas*. Canoas:ULBRA, 151.Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Luterana do Brasil, ULBRA.

Goi, M. E. J. & Santos, F. M. T. A (2003). Construção do Conhecimento Químico por Estratégias de Resolução de Problemas. *IN: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Bauru. Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do sul, único, 1-12.

Goi, M. E. J. & Santos, F. M. T.A (2005) Construção do conhecimento químico por estratégias de Resolução de Problemas. *In: Encontro de Debates de Ensino de Química (Minicurso)*. Ijuí.

Goi, M. E. J. & Santos, F. M. T. (2009a) Reações de Combustão e Impacto Ambiental por meio de Resolução de Problemas e Atividades Experimentais. *Química Nova na Escola*, V. 31, p. 203-209.

Goi, M. E. J. & Santos, F. M. T. (2009b). Resolução de Problemas e Atividades Experimentais nas Aulas de Química: Relato de Experiências, 2009, Lajeado. *In: Anais do IX Encontro sobre Investigação na Escola*. Lajeado. Univates, p. 1-5.

Goi, M. E. J.; Santos, F. M. T. & Passos, C. G. (2014) Formação Continuada de Professores de Ciências: uso da metodologia de resolução de problemas. *In: 2D International Congress of Science Education*. Foz do Iguaçu, PR. Proceedings of the 2d International Congress of Science Education. Foz do Iguaçu, PR: UNILA. v. 1. p. 1-1.

Goi, M. E. J. (2014). *Formação de professores para o desenvolvimento da metodologia de resolução de problemas na Educação Básica*. Tese de Doutorado. Porto Alegre: PPGEDU/UFRGS.

González, E. M. (1992). Qué hay que renovar en los trabajos prácticos. *Enseñanzas de Las Ciencias*, V 10(2), p. 206-211.

Maturana, H. R. & Varela, F. J. *The tree of knowledge*. Boston: New Science Library, 1987.

Medeiros, C. F. (1998). Da educação necessária em Ciência para o século XXI. *In: Seminário Educação em Ciências no Século XXI*, Brasília. Resumos. Brasília: CNPQ. Disponível em: <http://www.cnpq.br/sem-edu-cie/contribuicoes.htm>. Acesso em: 01 de março de 2014

Moreira, M. A. (1999). *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: EPU.

Santos, F. M. T. & Goi, M. E. J. (2012). Resolução de Problemas no Ensino de Química fundamentos epistemológicos para o emprego da metodologia na Educação Básica. *In: Anais do XVI Encontro Nacional de Ensino de Química / X Encontro de Educação Química da Bahia*. Salvador: Editora da Universidade Federal da Bahia, p. 1-11.

Silva, S. F. Da. & Nuñez, I. B. (2002). O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes- Reflexões teórico-metodológicas. *Química Nova*, V.25, Nº.6B, p. 1197-1203.

## Notas

(1) Trabalhos de Conclusão de Curso referidos: (a) Bentlin, F.R.S. (2009) *Resolução de problemas como prática de ensino sobre funções inorgânicas para alunos da EJA*. Trabalho de Conclusão (graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Química. Licenciatura em Química, Porto Alegre; (b) Bolzan, E.C.M.M. (2015). *Resolução de problemas como proposta para o ensino e aprendizagem de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio*. Caçapava do Sul: UNIPAMPA. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Pampa, p.1-40; (c) Bolzan, T.D. (2015). *Ensino da Função Quadrática através da Metodologia de Resolução de Problemas*. Caçapava do Sul: UNIPAMPA. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Pampa, p.1-31; (d) Carrer, E.L.B. (2008) *A resolução de problemas como estratégia para o estudo da química no cotidiano*. Trabalho de conclusão (Graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Química. Licenciatura em Química, Porto Alegre; (e) Freitas, J.Q.P. (2015). *Resolução de problemas no Ensino da Matemática: uma introdução à geometria fractal no ensino fundamental*. Caçapava do

Sul: UNIPAMPA. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Pampa, p.1-42; (f) Leite, S.B. (2009). *Estudo sobre polímeros através da resolução de problemas*. Trabalho de conclusão (graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Química. Licenciatura em Química, Porto Alegre; (g) Santos, A.B. (2009). *Resolução de problemas como prática de ensino de funções inorgânicas*. Trabalho de conclusão (graduação) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Química. Licenciatura em Química, Porto Alegre; (h) Silva, E.R.A. (2017). *Articulação entre Resolução de Problemas e a temática drogas como proposta metodológica para o Ensino de Química*. Caçapava do Sul: UNIPAMPA. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação); Universidade Federal do Pampa, p.1-36.

(2) Fundação Nuffield (Projetos do Ensino de Ciências financiados pela Inglaterra)

(3) Physical Science Curriculum Study

(4) Biological Science Curriculum Study

(5) Project Harvard Physics,

(6) Chemical Study e Chemical Bond Approach

(7) Os pontos relacionados à natureza do desenvolvimento para Bruner (1969) são: i - “O desenvolvimento intelectual caracteriza-se por independência crescente da resposta em relação à natureza imediata do estímulo; ii - O desenvolvimento intelectual baseia-se em absorver eventos, em um sistema de armazenamento que corresponde ao meio ambiente; iii - O desenvolvimento intelectual entende uma capacidade de afirmar, a si mesmo e a outros, por palavras ou símbolos, o que alguém fez ou o que alguém fará; iv - O desenvolvimento intelectual baseia-se numa interação sistemática e contingente, entre um professor e um aluno, na qual o professor, amplamente equipado com técnicas anteriormente inventadas, ensina à criança; v - O ensino é altamente facilitado por meio da linguagem que acaba sendo não apenas o meio de comunicação mas o instrumento que o estudante pode usar para ordenar o meio ambiente; vi - O desenvolvimento intelectual é caracterizado por crescente capacidade para lidar com alternativas, simultaneamente, atender a várias sequências, ao mesmo tempo, e distribuir tempo e atenção, de maneira apropriada, a todas essas demandas múltiplas (Bruner, 1969, p.19).”

(8) Ontogenia ou ontogênese é o estudo das origens e desenvolvimento de um organismo desde o embrião (ovo fertilizado) até atingir sua forma plena, passando pelos diferentes estágios de desenvolvimento. A ontogenia é estudada em biologia do desenvolvimento. Em termos gerais, ontogenia também é definida como a história das mudanças estruturais de uma determinada unidade - que pode ser uma célula, um organismo ou uma sociedade de organismos -, sem que haja perda da organização que permite a existência daquela (Maturana e Varela, 1987, p.74).

(9) Proposição é o resultado do pensamento narrativo.

(10) Uma teoria da aprendizagem, na concepção de Bruner, é prescritiva por estabelecer regras concernentes à melhor maneira de obter conhecimentos ou técnicas, e, por isso mesmo, fornece um padrão para criticar ou aferir qualquer forma particular de ensinar ou aprender (Bruner, 1969, p.56). O pesquisador ainda aponta que uma teoria é normativa, por estabelecer critérios e fornecer condições para atendê-los.

(11) Enfatizamos o momento histórico da construção da teoria de Bruner. Em várias passagens o autor se coloca contrário a premiações extrínsecas como forma de construção do conhecimento, por isso os conceitos que Bruner defende não estão relacionados à teoria Behaviorista.

(12) Bruner propõe aspectos para implementação da avaliação na perspectiva do ensino por descoberta. Esses aspectos são: i - deve ser considerada informação educacional para orientar a elaboração de currículos didáticos; ii - para ser efetiva, precisa de alguma forma combinada a um esforço para ensinar, a fim de permitir avaliar a reação da criança a um processo específico de ensino; iii - A avaliação pode ser útil somente quando há um grupo totalmente dedicado, uma equipe completa consistindo de um acadêmico, um perito em currículo, o professor, a avaliação e os estudantes; iv - A avaliação, por sua própria natureza, tende a despertar suspeitas e preocupações no ambiente escolar convencional, no qual sempre se mostrou completamente inadequada à forma de emprego aqui



preconizada; v - Deve, com frequência, o examinador projetar o ensino como meio de verificar e desenvolver habilidades intelectuais gerais; vi- Um currículo não pode ser avaliado sem referência ao professor que o ensina e ao aluno que o aprende; vii - A avaliação de currículos, para ser eficaz, deverá contribuir para uma teoria da aprendizagem (Bruner, 1969, p.183).

(13) A expressão demonstra as ações e estratégias usadas pelo professor com o objetivo do aluno construir seu próprio conhecimento e não está associada ao Behaviorismo.