

As Operações Lógicas de Piaget e a Aprendizagem: Um Desafio para Avaliação

Ronald J. Raven

RESUMO

O presente texto procura relacionar o desenvolvimento das operações lógicas estudadas por Piaget e a possibilidade de aprendizagem de crianças e adolescentes. O autor sugere perguntas que os professores podem utilizar para orientarem o raciocínio de crianças e adolescente, facilitando sua aprendizagem de conceitos, regras e princípios. A sugestão é relevante principalmente para professores da área de Ciências, onde as sete operações lógicas são regularmente utilizadas pelos estudantes para compreenderem os conteúdos escolares.

Palavras-chave: Operações lógicas – Estruturas mentais – Estruturas de aprendizagem.

Introdução

Inhelder & Piaget (1958) descreveram os padrões de organização lógica que são construídos por estudantes na solução de problemas. As operações lógicas podem

Ronald J. Raven

*Doutor em Educação,
Universidade da
Califórnia, Berkley, EUA*

*Professor da Universidade
de Nova York,
Buffalo, EUA*

ser utilizadas para estruturar estratégias instrucionais e atividades curriculares de tal modo que os estudantes aprendam a transformar pedaços de informação em conceitos e regras. Geralmente, os estudantes são orientados para focalizar a atenção na construção verbal de um conceito ou regra sem buscar

compreender as relações lógicas inerentes à regra ou conceito. Em grande parte, isto se deve à demanda para a aquisição de fatos e imagens. Uma abordagem estruturada de ensino-aprendizagem utilizando questões que motivem os alunos a aplicarem as operações lógicas piagetianas para resolver problemas ajudará a organizar ativamente as informações utilizadas para construir idéias científicas.

As operações lógicas de Piaget, que descrevem como uma criança vai organizando a natureza e os fenômenos da ciência, são as seguintes: classificação, seriação, multiplicação lógica, compensação, razão-proporção, probabilidade e correlação.

Como crianças podem ser ajudadas no seu desejo de conhecer a natureza através da construção ativa de padrões? Como podem ser ajudadas a operar de modo a achar a melhor forma de organizar os fenômenos da natureza? Em primeiro lugar, pode-se dizer que a estrutura das perguntas feitas pela criança sugere uma estrutura ou padrão de investigação que nos informa algo sobre a regra, modelo ou idéia que a criança criará e como ela continuará a construí-la. Existe, pois, uma relação única entre a estrutura do processo de investigação da criança e a estrutura das idéias que ela cria. Em segundo lugar, deve-se notar que a criança é naturalmente motivada a fazer isto; nossa função em relação ao seu processo de investigação e pensamento é ajudá-la neste processo de composição e construção, mas não fazer para ela.

As operações lógicas permitem ao aluno construir esquemas conceituais completos e perguntas bem formuladas podem motivar os estudantes a utilizar estas operações de modo a obterem aprendizagens mais complexas do que simples associações verbais. O currículo moderno, com suas tecnologias auxiliares emergentes, exige dos alunos que manipulem informação para resolver problemas. As operações lógicas de Piaget permitem aos estudantes satisfazer essas exigências para construir, reconstruir e ligar idéias ao produzir conhecimento.

A primeira das operações lógicas de Piaget, a **classificação**, agrupa variáveis

e atributos de acordo com um critério ou um conjunto de critérios e pode ser utilizada com uma gama extensa de fenômenos: classificação de plantas, ambientes, fenômenos temporais e corpos astronômicos, entre outros. Perguntas como "Como podemos reunir estes animais?" estão relacionadas com esta operação lógica. Podemos agrupar animais pelos seus hábitos alimentares, pelos seus habitats, ou pela sua estrutura anatômica. Podemos colocar numa só classe cangurus vermelhos, opossums, koalas e demônios da tasmânia porque são mamíferos que possuem bolsa. Estes animais são diferentes em tamanho e forma mas têm um ponto comum na maneira de cuidar de seus filhotes após o nascimento. Por outro lado, podemos reunir tartarugas, *road runners*¹, e cangurus vermelhos porque eles vivem no deserto. Para as crianças, a atividade de classificar pode ser divertida, constituindo mesmo um jogo. "De quantas maneiras diferentes você pode agrupar plantas e animais?" Perguntas como esta funcionam como um dispositivo educacional capaz de envolver os alunos ativamente na construção de grupos. A criança está usando idéias para construir idéias; está operando ou pensando em coisas que ela aprendeu usando-as para operar.

Perguntas como "A quantos grupos diferentes este animal pode pertencer?" levam o estudante a situar o animal em mais de um grupo. Ele é motivado a notar que o animal tem mais de uma propriedade e pode usar as propriedades diferentes em

¹ Pássaro do deserto que corre muito rápido.

um jogo. Esta pergunta é diferente da seguinte: "De quantos modos diferentes você pode agrupar estes animais?". A primeira operação de classificação que é solicitada relaciona um objeto a grupos que já estão formados, enquanto a segunda operação de classificação permite a construção de classes de objetos que não estão agrupados e a reconstrução de classes diferentes das anteriores.

A segunda operação lógica, a **seriação**, que se refere a padrões de seqüência, ordenação, está quase tão presente na ciência quanto a classificação. Circuitos elétricos em série e circuitos elétricos em paralelo são exemplos dos padrões de seqüência que podem ser construídos. Em geral, as crianças acham desafiador colocar baterias, lâmpadas e interruptores elétricos em diferentes arranjos para verificar como eles funcionam. Há inúmeras seqüências intrigantes que crianças de sete anos podem construir, de modo que, eventualmente, elas formam os conceitos de circuito aberto, circuito fechado, circuito em paralelo e circuito em série. A pergunta "De quantos modos diferentes você pode ordenar estas coisas?" motiva os estudantes a criarem algumas seqüências interessantes. O ciclo de vida de uma rã usa padrões de seriação. Gravuras de ovos, girino, e rãs jovens e adultas podem ser colocadas em cartões separados e pode-se pedir às crianças para ordená-las. Logo que os estudantes vêem como as coisas mudam, começam a fazer perguntas sobre como manipular essas mudanças.

Operações de **multiplicação lógica** permitem ao estudante determinar se há uma associação entre uma variável e um

efeito. Quando aumenta o comprimento do fio que levanta um peso oscilante e o estudante descobre que o período de tempo para cada oscilação aumenta, ele constrói uma regra que associa o aumento em comprimento a um aumento no período de tempo de oscilação. Ele "multiplica" progressivamente a mudança no aumento em comprimento pela mudança no aumento do período de tempo de oscilação. Crianças podem ser motivadas a procurar essas mudanças correspondentes entre variáveis através da resposta à pergunta "Como estas coisas mudam junto?"

Vejamos como surge a quarta operação lógica - a **compensação**. Depois que a causa de mudança for conhecida, o estudante pode equilibrar ou pode compensar as mudanças que são produzidas. "De quantos modos podemos fazer uma alavanca equilibrar se aumentarmos a quantidade de massa do lado direito? Poderíamos aumentar a massa do lado esquerdo da alavanca. Poderíamos diminuir a distância do braço da alavanca até a massa do lado direito. Poderíamos aumentar a distância do braço da alavanca até a massa do lado esquerdo. Utilizando a mesma operação lógica, se queremos ter em um tanque de peixes que está longe de uma janela a mesma quantidade de oxigênio de um tanque que está perto da janela, o devemos fazer? Poderíamos acrescentar mais plantas ao tanque mais distante da janela ou utilizar outro dos muitos modos diferentes de compensar ou equilibrar diferenças. Crianças são motivadas a construir compensações quando o professor pergunta "Como nós podemos equilibrar estas coisas?"

A próxima operação, **razão-proporção**, permite ao estudante resumir a natureza de relações métricas entre duas variáveis. Pode-se indagar sobre qual mudança de magnitude de razão é maior. "A velocidade de um carro é maior ou menor que a velocidade de um segundo carro?" Aqui a razão entre distância-tempo de um carro é comparada à relação entre distância-tempo de outro carro. O professor pode motivar os estudantes a construir razões e comparar razões (proporções) pedindo-lhes que comparem as mudanças de magnitude de dois fenômenos diferentes.

Às vezes, alunos encontram situações em que falta um alto grau de certeza, devido à intervenção de variáveis indefinidas ou não controláveis. Estas situações exigem alguma habilidade para usar **probabilidade e pensamento correlacional**. Professores podem incentivar os estudantes a usarem operações de probabilidade fazendo a pergunta "O que é mais provável de acontecer?" Depois de estudar o tempo, alunos podem prever que chuva é mais provável de acontecer quando há maior presença de nuvens cúmulos do que de nuvens nimbo. Aqui, a criança tem que construir uma razão comparando o número de todas as possibilidades com os acontecimentos de cada possibilidade selecionada.

A operação lógica de **correlação** ou pensamento correlacional é incentivada pelo professor quando pede à criança para construir uma regra relacionando a ocorrência de vários fenômenos. Depois de estudar um ecossistema, alunos podem construir uma regra de que anfí-

bios são mais provavelmente encontrados em áreas que contêm água e menos provavelmente em áreas que não contêm água. Pode-se perguntar "Você pode formar uma regra que mostre como estas coisas aparecem juntas?"

Inhelder & Piaget (1958) discutem como utilizam as operações lógicas mais elementares, estendendo-as para um mundo de possíveis relações que transcendem as ações e problemas imediatos. O poder produzido por estas novas operações possíveis transcende estratégias de raciocínio imediatas. Parece haver uma interiorização gradual de estratégias de operações lógicas. O domínio bem sucedido das operações lógicas na solução de problemas, na construção de conceitos e na conexão de conhecimentos encaminha o estudante do sucesso imediato para a compreensão generalizável. As operações lógicas, as coordenações operacionais produzem construções novas. O "como" e o "porquê" das conexões e ações observadas evolui para um sistema de coordenação operacional que transforma os elementos e as relações de pensamento. O poder operacional de construir novos esquemas de pensamento e ação resulta em um mundo criativo de possibilidades. As operações lógicas ampliam nossa realidade virtual.

Os experimentos de Piaget mostram como a criança continuamente opera em seu meio, generalizando sua habilidade para construir novas operações complexas que se fundamentam nas operações mais elementares. As ações operacionais de sucessos singulares transportam para uma estratégia de pensamento. Deste modo, o

pensamento do estudante é enriquecido e é produzido um novo poder operacional, sobre o qual o conhecimento novo pode ser fundado e o conhecimento velho pode ser retido. Os processos de generalização e retenção são facilitados pelas operações lógicas. Elas aumentam a formação de ligações entre o conhecimento, a construção de conhecimento novo e a solução de problemas. As operações lógicas formam uma base para essas realizações.

O processo de aprendizagem relaciona os elementos cognitivos aos elementos das novas idéias. No processo de aprendizagem cognitiva, as estruturas organizacionais das idéias já interiorizadas fundamentam as estruturas organizacionais ou operações lógicas das idéias novas. As operações lógicas podem servir como um ancoradouro para as relações relevantes do sistema de idéias. O processo de ancoragem das operações lógicas facilita a capacidade de retenção e transferência de conteúdo. As operações lógicas melhoram a qualidade da combinação das propriedades organizacionais de diferentes idéias, aumentando a retenção e a transferência. O uso prolongado das operações realiza isto, tornando as estruturas organizacionais das idéias claras e estáveis. Como as estruturas operacionais das idéias aumentam em clareza e estabilidade pelo uso contínuo das operações lógicas, há um aumento na integração dos domínios de conteúdo durante o processo de retenção e transferência. A contínua aplicação das operações lógicas às idéias do aluno maximiza a correspondência das estruturas operacionais cognitivas, o que torna os estudantes mais familiarizados com os

métodos de facilitação destas relações operacionais.

As operações lógicas podem agir como uma base ideacional para a informação detalhada a se seguir. Suas propriedades de generalidade e inclusividade aumentam sua habilidade de organizar a informação. Elas são facilmente adaptadas a diferenças individuais e a diferentes situações, por causa de sua capacidade de construção operacional. As operações lógicas guiam e direcionam a aprendizagem, no sentido de aquisição duradoura de conhecimento. Isto é realizado organizando a informação ao redor de uma estrutura comum, que serve para integrar os elementos. O resultado final é produzir uma clara âncora e estabilizar a informação para idéias novas. A habilidade de generalização das estruturas de operações lógicas aumenta o poder explicativo para fatos que precisam ser entendidos. Sua matriz relacional de informação facilita a transferência, incorporação, compreensão e fixação de muitas idéias novas.

A aprendizagem cognitiva depende de que o estudante construa um esquema que é orientado para a geração de um princípio, solução ou acoplamento que incorpora relações. O esquema permite que umas idéias sejam associadas com outras. As operações lógicas dentro de um esquema ajudam a identificar elementos de conteúdo e relações de estrutura. Problemas de aprendizado podem ser causados porque uma operação lógica necessária pode estar ausente ou porque elementos e relações necessários em uma estrutura lógica não são adequadamente integrados.

A clarificação das operações lógicas na geração de uma solução ou de um princípio aumenta a retenção do conhecimento existente e amplia a habilidade de transferência e generalização para um conhecimento novo. Deve haver uma consciência da existência destas relações de operações lógicas. À medida que as operações lógicas são verbalizadas, aumenta sua perfeição e clareza e, por conseguinte, sua transferibilidade. Quando o estudante conhece a simetria entre as operações lógicas de idéias novas e de idéias já pertencentes ao seu repertório, a transferência e a retenção são facilitadas. Isto é realizado relacionando a operação lógica ou estrutura cognitiva do novo conteúdo às operações lógicas ou estruturas cognitivas do conteúdo anterior. Esta correspondência de estrutura gera compreensão e contribui para a transferência, generalização e retenção.

As operações lógicas de Piaget apresentam um desafio para a avaliação. Elas podem ser usadas para correlacionar a aquisição de conceitos com a aquisição de estruturas lógicas específicas. Isto dará aos professores e aos responsáveis pelo desenvolvimento de currículos a informação necessária ao desenvolvimento de suas estratégias e materiais. As operações lógicas podem ajudar na obtenção de informação sobre dificuldades que as crianças estão experimentando com relação a estruturas lógicas específicas. Essas dificuldades podem ser definidas por níveis e grupos especiais. Uma hierarquia de desenvolvimento de operações lógicas pode oferecer aos educadores um sistema que lhes permita programar a complexidade lógica de um conceito através de vários níveis. Perfis de avaliação deste tipo podem beneficiar alunos ao longo de seu percurso escolar e podem ajudar educadores a melhorar o processo de ensino.

ABSTRACT

The present text tries to connect the development of the logical operations studied by Piaget and the possibility of children and teenagers learning. The author suggests questions that the teachers can use to guide the children and teenagers reasoning, helping their concepts, rules and settings learning. The suggestion is relevant mainly to Science teachers, where the students regularly use the seven logical operations to understand the school contents.

Keywords: Logical operations – Mental structures – Learning structures.

RESUMEN

El presente texto procura relacionar el desarrollo de las operaciones lógicas estudiadas por Piaget y la posibilidad de aprendizaje de niños y adolescentes. El autor sugiere preguntas que los profesores pueden utilizar para orientar el raciocinio de niños y adolescentes, facilitando su aprendizaje de conceptos, reglas y principios. La sugerencia es relevante principalmente para profesores del área de Ciencias, donde las siete operaciones lógicas son regularmente utilizadas por los estudiantes para comprender los contenidos escolares.

Palabras-clave: Operaciones lógicas – Estructuras mentales – Estructuras de aprendizaje.

Referências bibliográficas

- INHELDER, B., PIAGET, J. *The growth of logical thinking: from child to adolescence: an essay on the construction of formal operational structures*. Tradução por Anne Parsons, Stanley Milgran. London: Routledge & Kegan Paul, 1958. xxiv, 356p. Tradução de: De la logique de l'enfant a la logique de l'adolescent.
- PIAGET, J. *Science of Education and the Psychology of the child*. Tradução por Derek Cottman. London: Longman, 1971. 186p. Tradução de: Psychologie et pedagogie.
- RAVEN, R. J. *Teste de aptidão acadêmica*. Tradução por Íris Barbosa Goulart, Maria das Graças de C. Bregunci. Rio de Janeiro: Entreletras, 1998. 26p. Tradução de: Raven content comprehension test.
- RAVEN, R. J. *Teste Raven de Operações Lógicas: (RTLO)*. Tradução por Íris Barbosa Goulart. Rio de Janeiro: Centro Editor de Psicologia Aplicada, 1995. 30p. Tradução de: Raven test of logical operations.