Piaget e a educação

RONALD J. RAVEN *

1. Piaget e avaliação com referência a critério; 2. Estágios de desenvolvimento segundo Piaget, estratégias de aprendizagem e estilos de ensino; 3. Modelo de desenvolvimento de conceitos científicos; 4. Modelo de compreensão de conteúdo lógico operativo.

1. Piaget e avaliação com referência a critério

A avaliação com referência a critério define comportamentos exatos e explícitos que podem servir de base à avaliação do aluno. Estudantes estão sujeitos a procedimentos indicados para prover avaliações objetivas sobre os objetivos comportamentais que foram estabelecidos pela instrução. Há correspondência entre cada um dos objetivos comportamentais da instrução e cada um dos resultados do processo de avaliação.

As tarefas comportamentais podem ser definidas e descritas em termos de três dimensões. Cada uma destas dimensões serve como um critério de avaliação para a consecução da tarefa. Os resultados do estudante numa tarefa são, deste modo, relacionados às dimensões das tarefas, que são definidas e controláveis. As dimensões da tarefa permitem a avaliação com referência a critérios. A manipulação destas dimensões permite que seja avaliado um conceito específico, com os

* Da Universidade Estadual de Nova Iorque, Buffalo.

estudantes de várias aptidões e habilidades. São usadas as três seguintes dimensões: objetos da meta, perceptos, e operações lógicas.

Os objetos da meta referem-se ao domínio do conteúdo da tarefa. A velocidade é composta dos conceitos de distância e tempo. Para se compreender o conceito de velocidade, onde velocidade é igual à distância dividida pelo tempo, devem ser compreendidos antes os conceitos de distância, tempo, dividido por, igual a. O conceito de aceleração pode servir como um outro exemplo. Para se compreender o conceito de aceleração, onde a aceleração é igual à velocidade dividida pelo tempo, devem ser compreendidos antes os conceitos de velocidade, tempo, dividido por, igual a.

O *background* de conteúdo específico dos objetos da meta deve ser definido antes que as dimensões do critério da tarefa possam ser usadas. Às vezes, o conteúdo pode ser organizado em conceitos que têm uma variável, conceitos que têm duas variáveis e conceitos que usam matemática em sua formulação. Um conceito de velocidade que usa somente a passagem de dois objetos é um conceito de uma variável. Isto é, quando um carro ultrapassa outro, uma criança de quatro anos sabe que o carro que está sendo ultrapassado está indo mais devagar. Ela usa somente a variável de distância para compreender a velocidade nesta forma. Uma criança de oito anos compreende velocidade usando duas variáveis quando ela resolve o problema dos dois túneis. Quando um carro azul, para atravessar um túnel de aproximadamente 1,30m, gasta o mesmo tempo que um carro vermelho para atravessar um túnel de 1,90m aproximadamente, a criança de oito anos sabe que o carro vermelho está atravessando mais rápido do que o carro azul. Sua atenção está centrada simultaneamente na distância atravessada e no tempo despendido na travessia; não centra exatamente no tempo e encaminha-se para a conclusão de que, pelo motivo de terem saído túnel ao mesmo tempo, eles andaram na mesma velocidade. Ela é capaz de relacionar as duas variáveis de distância e tempo para resolver o problema da velocidade. A tarefa de conservação da velocidade usa números na solução. Ela vai além do problema da velocidade nos dois túneis, o qual usou as duas variáveis. Crianças de doze anos são capazes de resolver a seguinte tarefa: um carro atravessa seis quarteirões por minuto; um rapaz anda dois quarteirões por minuto. Quanto tempo levará o rapaz para atravessar a mesma distância que o carro atravessa em três minutos? Esta tarefa requer mais do que a coordenação de distância e tempo para resolver sobre a velocidade. Ela usa relações múltiplas de distância-tempo para resolver a tarefa.

Estas três tarefas sobre velocidade ilustram os três seguintes níveis de dimensão dos objetos da meta: diferenças simples (a velocidade é verificada centrando na ultrapassem do objeto); duas variáveis coordenando ou compensando (a velocidade é verificada relacionando-se distância e tempo); e tarefas de razão métrica (a velocidade é verificada construindo-se uma proporção a partir de duas razões). As dimensões da capacidade de um conceito podem ser analisadas do ponto de vista destes três níveis. O conceito de diferenças simples pode ser pensado como se estivesse no nível intuitivo, onde pouca educação é necessária para se compreender

o conceito. Isto é, pouca escolarização formal é necessária para entender os elementos constituintes do conceito. No caso do segundo nível conceitual, alguma escolarização pode ser necessária para aprender a relação exata que liga os dois (ou mais) conceitos que são usados para construir o terceiro conceito. Este é o nível de capacidade que se pode esperar que os cidadãos em geral atinjam. O terceiro nível, o uso de uma proporção métrica, pode ser esperado de indivíduos que penetram nos aspectos técnicos de uma área de conteúdo. Este tipo de capacidade pode envolver o uso de proporções métricas e a construção e formulação de proporções métricas. É um tipo de capacidade freqüentemente ensinada nos cursos secundários de ciências, mas que, em muitos casos, não é assimilada. Ela envolve um sistema mais complexo de objetos da meta que o nível um e o nível dois de conteúdos dos conceitos.

O percepto é a segunda dimensão que é usada na avaliação de tarefa. O percepto refere-se às dimensões sensoriais da tarefa. As seguintes estruturas são importantes na dimensão perceptual: configuração perceptual; centralização; comunicação egocêntrica; sincretismo e justaposição.

A configuração perceptual ocorre quando um indivíduo focaliza e responde primariamente a aspectos de seu ambiente imediato. A criança duplica numa imagem mental as representações dos estímulos visuais que recebe. Um indivíduo que não tem configuração perceptual pode manipular mentalmente os elementos em sua percepção. Ele consegue examinar numerosas possibilidades em situações concretas e não aceita simplesmente o que percebe como a única realidade. Ele pode não conseguir ir além da superfície do terreno ao explicar por que certas plantas estão morrendo. Ele não pode ver abaixo da camada superior do solo e, desta forma, limita seu raciocínio à camada superficial.

A centralização é a tendência a focalizar uma quantidade limitada da informação disponível. A centralização leva a focalizar uma dimensão da situação, deixando de fazer uso de outras dimensões, que podem ser igualmente relevantes. O indivíduo que centra tem dificuldade em apreciar as relações entre duas dimensões e as situações de execução que requerem que duas dimensões sejam coordenadas simultaneamente.

Indivíduos que descentralizam são capazes de focalizar as várias dimensões de uma tarefa ou situação ao mesmo tempo e podem relacionar estas dimensões. A descentralização permite que se relacione uma espécie de árvore com uma floresta e uma floresta com uma espécie particular de árvore.

A comunicação egocêntrica é a incapacidade de se assumir o papel de outrem ao comunicar-se com ele. Um indivíduo pode não ser capaz de seguir as regras de um jogo porque estas regras não são suas. Um aluno pode não ser capaz de indicar as mãos direita e esquerda de um indivíduo colocado frente a ele porque não pode colocar-se no lugar do outro.

O sincretismo é a tendência para reunir idéias e imagens num todo confuso. A aceleração pode ser vista como uma mudança no espaço ocupado mas não como

uma mudança em velocidade durante certo período de tempo. Mudanças de distância, de tempo e de velocidade são fundidas.

Justaposição é a tendência para ligar eventos, um após outro, sem ver relações claras entre eles, e a incapacidade de compreender outras relações parte-todo ou relações ordinais. Algumas vezes, os estudantes têm dificuldade em entender mudanças no *momentum* da colisão por causa deste problema. Os ciclos da vida também podem apresentar um problema de conceituação por causa deste problema. Cada tarefa deve ser avaliada em termos destes critérios dimensionais da percepção, a fim de se obter uma avaliação por critérios do desempenho de um aluno. Os critérios fornecem um meio para se avaliar o desempenho e alterar partes específicas da tarefa, a fim de adaptá-la às capacidades e aptidões dos estudantes.

A última dimensão do critério de avaliação a ser considerada é composta das sete grandes operações lógicas de Piaget. As operações lógicas são usadas para construir formas específicas de um conceito de conteúdo. Piaget descreveu as sete operações lógicas seguintes: classificação; seriação; multiplicação lógica (analogia); compensação; razão-proporção; probabilidade; e correlação. Estas operações lógicas são usadas pelos estudantes para construir o padrão de um conceito.

As operações de classificação agrupam todos os objetos que têm o mesmo atributo de critério. Todos os animais que têm penas são colocados na classe das aves, devido a uma característica específica, as penas.

As operações de seriação envolvem a ordenação de objetos de acordo com uma propriedade de critério. As árvores podem ser ordenadas pelo crescimento do diâmetro de seus troncos, ou as rochas podem ser ordenadas pelo seu grau crescente de dureza. A multiplicação lógica relaciona dois conjuntos de grupos ou dois conjuntos de eventos em transformação. Modificações no padrão de erosão de um rio, quando relacionadas a mudanças nos padrões pluviométricos, constituem uma multiplicação lógica. Relacionar os tipos de bicos de pássaros com os tipos de comida procurados por estes pássaros é uma multiplicação lógica.

As operações de compensação modificam uma variável a fim de equilibrar o sistema. Um aumento na temperatura que causa um aumento no volume pode ser equilibrado pelo aumento de pressão, que decresce o volume.

A operação de razão-proporção constrói relações métricas que descrevem mudanças matematicamente proporcionais nas variáveis. Aumentos de pressão são relacionados a aumentos quantitativos do volume porque a relação matemática conhecida entre pressão e volume de gás aumenta.

A operação de probabilidade constrói um conceito que mostra quão freqüentemente um evento ocorrerá. As operações de probabilidade são a espinha dorsal de conceitos como as leis de agrupamento independente de Mendel.

A correlação é uma das operações mais fascinantes. Ela constrói regras que relacionam eventos que podem envolver algum grau de randomicidade. As operações de correlações associam os tipos de nuvens que causam diferentes tipos de tempo ou quantidades de chuva.

As sete grandes operações lógicas são responsáveis pela forma do conteúdo escolar. Elas configuram o conteúdo de modo que ele possa ser assimilado por alunos que são capazes apenas de classificar e seriar, mas que são incapazes de usar compensações e proporções. A avaliação do desempenho mediante critério envolve a avaliação da compreensão da estrutura ou forma de conceito. As operações lógicas são os meios mais eficientes para conseguir isto. Elas relacionam-se diretamente ao conteúdo escolar e às operações mentais que os estudantes executam na construção deste conteúdo, permitem o diagnóstico da dificuldade que os alunos apresentam com certas estruturas de conteúdo e oferecem informação quanto ao método de remediar estas dificuldades.

As contribuições de Piaget para a avaliação por critério são mais importantes na área de sua análise das estruturas lógicas e perceptuais, usadas para resolver problemas de conteúdo escolar. Ele relacionou estas estruturas aos seus estágios de desenvolvimento. No entanto, os problemas que os estudantes têm com o conteúdo escolar nem sempre estão relacionados aos estágios de desenvolvimento, mas, antes de tudo, ao conteúdo (objeto da meta) perceptual, e às estruturas lógicas das tarefas. A avaliação com referência a critério é usada mais eficientemente quando se emprega as estruturas lógicas e perceptuais de tarefas, definidas e descritas por Piaget.

2. Estágios de desenvolvimento segundo Piaget, estratégias de aprendizagem e estilos de ensino

Os produtos da aprendizagem incidental diferem com a idade. As experiências ganhas por aprendizagem incidental constituem padrões que crescem em complexidade com o crescimento da maturidade. Os padrões de aprendizagem incidental são indicadores de padrões de pensamento. A maior parte da aprendizagem incidental é o resultado das construções iniciais do pensamento. A aprendizagem é a generalização e a retenção deste produto de pensamento. A aprendizagem incidental não ocorre nos limites formais da escola. Ela é formada e construída dentro da mente do indivíduo.

Piaget descreveu, desde os primeiros anos, as operações que a criança usa para formar regras e mapas conceptuais sobre seu ambiente. É sobre os fundamentos destas regras e mapas conceptuais que são construídos os pensamentos do adulto e as estruturas de conteúdo das disciplinas. Os conceitos das disciplinas nascem, desenvolvem-se e são nutridos dentro dos sistemas complicados das disciplinas maduras. Disciplinas maduras são os conteúdos com os quais os professores universitários lidam. Mas a mente não se desenvolveu dentro deste sistema intelectual maduro. A mente evolui até um nível operacional no qual se pode compreender as estruturas maduras das disciplinas. Os processos de aprendizagem e ensino interagem com o desenvolvimento, a fim de salientar as mudanças qualitativas que estão ocorrendo. Estas mudanças qualitativas do desenvolvimento são

dependentes de processos naturais ou biológicos que não podem, no momento atual, ser acelerados. Desta forma, a aprendizagem e o ensino dependem destas operações de desenvolvimento que se operam no indivíduo. Se aprendizagem e ensino tentam realizar mudanças qualitativas, e não mudanças quantitativas no indivíduo, eles devem trabalhar de acordo com as operações deste processo de desenvolvimento.

Piaget descreveu quatro grandes estágios de desenvolvimento, que têm grandes diferenças quantitativas entre si. As diferenças não devem ser percebidas como meras diferenças de grau de diferenciação. Elas implicam a emergência de estruturas mentais que não estão presentes nos estágios anteriores. Neste ponto, deve-se realçar a equivalência entre estruturas mentais, operações lógicas e regras mentais. As regras compõem a estrutura conceptual das disciplinas. Entretanto, as estruturas mentais dos estágios mais elevados são construídas a partir das estruturas dos estágios anteriores ou inferiores.

O estágio sensório-motor desenvolve-se nos dois primeiros anos. É caracterizado pela habilidade de orientar-se apenas pelos objetivos imediatos. As regras sensório-motoras consistem em se coordenar, através da atividade, percepções sucessivas e movimentos visíveis. A percepção sensorial e o movimento tornam-se cada vez mais coordenados durante este estágio. As primeiras manipulações da criança no período sensório-motor formam as bases para as operações encontradas neste período. A interação da criança com seu ambiente forma estruturas mentais a partir das quais emergem os conceitos gerais de espaço, permanência do objeto, causalidade e movimento. É com base nestas quatro estruturas primitivas que as disciplinas maduras são construídas. Einstein mostrou-se muito interessado em discutir com Piaget a inteligência das crianças.

O estágio pré-operacional ocorre de dois até aproximadamente seis anos. As imagens e a linguagem da criança não são tão estáveis nem tão específicas quanto virão a ser em estágios ulteriores. A percepção, nesta fase, acha-se incompletamente coordenada e está centrada em apenas uma dimensão de cada vez. Os julgamentos da criança nesta idade não são reversíveis. Estes julgamentos são globais por serem determinados freqüentemente pela aparência global da situação.

As crianças parecem ser capazes de associar apenas duas coisas de cada vez. Neste estágio, elas podem considerar a língua-já-pronta inacessível e difícil de ser aplicada e, como resultado, podem desenvolver suas próprias representações simbólicas. Os símbolos lingüísticos que as crianças usam podem não se relacionar a classes gerais muito bem configuradas, mas permanecem ligados a uma experiência egocentricamente organizada, a resíduos ou à memória. Deve-se entender a relação entre ego, jogo e representação simbólica. O ego exige que a realidade se encaixe na maneira como ele a percebe. O ego da criança não quer acomodar-se à realidade. Desta forma, o jogo permite que a criança monte a sua própria realidade, a sua própria representação simbólica, e construa conceitos rudimentares. A criança ainda não está pronta para se acomodar ao sistema formal dos conteúdos escolares. Ela pode aprender estes conteúdos, mas não consegue pensar sobre eles.

Os conceitos gerais de espaço, de permanência do objeto, de causalidade e de movimento são enriquecidos durante este estágio.

O estágio de operações concretas acontece quando as crianças têm aproximadamente entre sete e doze anos. Este estágio é o resultado de a criança ser capaz de coordenar várias descentrações. Ela pode coordenar duas ou mais variáveis ao mesmo tempo, não está mais presa ao seu ponto de vista particular. Sua lógica depende de um suporte baseado na evidência empírica; pode não ser capaz de usar um conceito que foi entendido com o suporte da experiência direta, quando os problemas são apresentados apenas de forma verbal. As idéias precisam ter uma referência concreta. As operações concretas estão definitivamente ligadas às ações, que permitem que seja formada uma estrutura lógica. Esta estrutura lógica emerge de estruturas lógicas anteriores. As atividades do estágio concreto são caracterizadas pelo encontro de relações entre as propriedades sensíveis dos objetos, grupos de objetos ou eventos estudados. O estágio de operações concretas distingue-se pelo fato de que, ao lidar com fenômenos espaciais, causais e inferidos do objeto, o indivíduo pode coordenar as manipulações das variáveis envolvidas.

O estágio de operações concretas divide-se em dois subestágios. As operações de classificação e seriação desenvolvem-se no primeiro subestágio. No ensino que explora a compreensão dos sistemas de seriação e classificação, os estudantes estariam ocupados em construir, neste momento, sistemas de classificação de diferentes modos, de forma que eles pudessem manipular as relações. As operações de multiplicação lógica e algumas operações de compensação emergem na fase final do estágio de operações concretas, ou seja, no segundo subestágio.

O período de operações formais acontece entre o 11.º e o 14.º anos aproximadamente. Nesta fase de desenvolvimento, a lógica do indivíduo é pensada para um todo estruturado, no qual várias operações e grupos são inter-relacionados na base de princípios mais gerais. O adolescente pensa além das tarefas e formula teorias. Enquanto as operações do pensamento concreto ocorrem em resposta a situações reais, o pensamento formal é dirigido por hipóteses e predições. O adolescente não necessita mais prender sua atenção ao real. Ele é capaz de gerar encadeamentos lógicos de conceitos concretos.

As operações mais complexas de compensação, de pensamento proporcional, de pensamento probabilístico e de correlação aparecem neste estágio. O pensamento proporcional é uma extensão das operações de compensação, mas usa análise métrica.

O pensamento probabilístico e correlacional também inclui uma análise métrica. A natureza destas operações formais é relacionada a cada uma das operações que envolve uma razão métrica de cada tipo.

Também o estágio de operações formais é subdividido em dois subestágios. No primeiro deles, aparece o pensamento de razão-proporção, o pensamento probabilístico e as operações mais complexas de compensação. No segundo subestágio formal emerge o pensamento probabilístico e a correlação.

As operações que foram enunciadas ligam-se a estratégias de aprendizagem e influenciam os estilos de ensino.

A pesquisa de Piaget e Inhelder tem mostrado que há uma progressão no uso dessas operações lógicas na solução de tarefas de ciências. Assim, a estratégia de pesquisa de um indivíduo e a organização estrutural de conceitos dependem dos tipos de operações lógicas que são encontrados. A aquisição de operações lógicas mais complexas é dependente da existência das operações que as compõem, assim como da eficiência das mesmas. Se uma operação componente não pode ser usada eficientemente, o desenvolvimento de operações lógicas mais complexas será retardado.

Por este motivo, é importante que o ensino de ciências ofereça alguma prática no uso destas operações.

De acordo com Piaget, o processo de conhecer ocorre quando a informação é processada pelo uso de operações lógicas. Os conceitos são formados pelo indivíduo conhecedor. A estrutura lógica selecionada para ser usada pelo conhecedor forma o padrão do conceito, assim como *bits* e peças são organizadas num todo. Os estilos de ensino ajudariam o estudante na criação de seus conceitos. O indivíduo ultrapassa a informação que lhe é dada e constrói, em si mesmo, um modelo elaborado do mundo que o cerca. Nos primeiros anos, pode-se simplesmente permitir à criança manipular e explorar o mundo ao seu redor. Sua atividade pode parecer a seus pais desestruturada e desorganizada. Mas a criança está assimilando experiência e formulando os substratos para futuros conceitos. Se adultos intervierem nessa ocasião, a fim de impor uma estrutura conceptual adulta às crianças jovens, os substratos conceptuais iniciais que são tão necessários para a construção e funcionamento dos conceitos maduros não se formarão. Durante o estágio sensório-motor, a criança está explorando o mundo em torno de si mesma. Ela não é capaz de usar mapas cognitivos do adulto.

Durante o estágio pré-operacional, a criança está construindo conceitos intuitivos. As idéias são formadas operando os fenômenos. Essencialmente, as crianças estão formando definições operacionais simples. A estratégia de aprendizagem, durante esse estágio, estrutura mais conteúdo do que a estratégia de aprendizagem do estágio sensório-motor. Devido ao processo de estruturação, o grau de organização do ensino deve ser maior. Isto significa que os tipos de materiais podem ser mais relacionados ao conteúdo escolar que os materiais usados nas experiências sensório-motoras. O estilo de ensino pode ser algo mais diretivo que o encontrado no estágio sensório-motor. Entretanto, o estilo de ensino não constrói o conceito para as crianças; elas devem construir os conceitos por si mesmas. O professor pode auxiliar as crianças dirigindo sua atenção para variáveis e propriedades relevantes e irrelevantes.

As estratégias de aprendizagem do aluno no estágio concreto relacionam duas ou mais variáveis na construção de conceitos. O modelo de estratégia de busca de informação deve ser capaz de selecionar alguma coisa e depois mantê-la constante enquanto continua a selecionar algo mais. Depois de identificar as

variáveis e/ou propriedades relevantes, elas devem ser combinadas em relações funcionais. Neste ponto, o estilo de instrução difere do utilizado nos estágios anteriores. O grau de diretividade aumentará até que as relações exatas entre as variáveis e os produtos sejam asseguradas pelos materiais que o aluno está manipulando. Em alguns casos, isto pode significar que o professor terá de manipular o material para os estudantes. Dessa forma, pode-se esperar mais intervenção do professor nesse estágio de desenvolvimento, com um grau maior de direção e organização. As estruturas conceptuais mais simples serão adquiridas pelos alunos. Isto significa que estruturas conceptuais que procedem de disciplinas maduras serão o sujeito das atividades de construção dos alunos. O aprendiz necessitará maior orientação do professor, visto que agora ele está sendo dirigido para as estruturas da disciplina formal.

Os poderes do pensamento lógico, adquirido no estágio de operações formais, permitem ao adolescente ir além da informação e das experiências que lhe são proporcionadas. Ele é capaz de transformar informações e experiências em pensamentos que não têm, necessariamente, referências concretas. As estratégias de aprendizagem podem envolver processos de integração e diferenciação de experiências e informação em diferentes tipos de conceitos. O estilo de ensino pode ser mais diretivo que no estágio concreto e os tipos de material que são usados para a aprendizagem deverão ser mais organizados do que eram em estágios anteriores. O estudante estará caminhando para um grau mais evoluído – as estruturas conceptuais maduras das áreas de conteúdo – e começará a reformular algumas dessas estruturas.

As estratégias de aprendizagem dependem das operações lógicas que são alcançadas pelo estudante. Ele sabe o que ele mesmo constrói. As operações lógicas são os mecanismos que ele usa para produzir seus conceitos. Estudantes num estágio específico de desenvolvimento podem ter adquirido apenas duas ou três operações lógicas. Por exemplo, um estudante na fase inicial do estágio concreto terá adquirido operações de classificação e seriação. Ele pode construir conceitos usando essas estruturas operatórias, mas não estruturas operatórias de multiplicação lógica e compensação, que se desenvolvem mais tarde, no estágio concreto. Essencialmente, as operações lógicas transformam-se em estratégias de aprendizagem usadas pelo estudante para adquirir o conhecimento. Elas aparecem em diferentes estágios de desenvolvimento; mas, apenas porque alguém está no estágio formal de operações, não significa que possa usar todas as estruturas operatórias em todas as informações. A novidade e a complexidade de alguns tipos de informação podem causar dificuldades no uso de algumas estruturas operatórias mais simples, mesmo se a pessoa tem mais de vinte anos. O indivíduo pode precisar de tempo para desenvolver um *background* experiencial a partir do qual idéias mais novas e complexas possam ser geradas. Logo, a novidade e complexidade da informação devem ser analisadas e, em algumas situações, substituídas antes mesmo que estruturas operatórias simples possam ser usadas.

Segue-se que, se o aluno usa estruturas operatórias para construir conceitos, os professores deveriam usá-las em suas estratégias instrucionais. Piaget descreve as tendências do indivíduo na aquisição de conceito como "ontogênicas", isto é, a motivação para desenvolver conceitos vem da própria pessoa. Essa tendência pode ser prontamente observada em crianças mais novas. As estratégias instrucionais do professor podem auxiliar os alunos na construção do conhecimento. O professor pode orientar o estudante na construção de conceitos de classificação, perguntando-lhe: "Como você agrupa estas coisas?"

Quando o aluno está trabalhando com conceitos de seriação, o professor pode perguntar: "Como você ordena estas coisas?" Esses tipos de questões orientam o pensamento do estudante, uma vez que ele usa as operações lógicas na construção de suas idéias. Algumas das operações lógicas usam questões difíceis de serem transformadas numa frase. Operações de multiplicação lógica, por exemplo, podem ser incentivadas perguntando-se: "O que é semelhante a isto?" quando uma analogia é esperada, ou: "Se o objeto A é semelhante ao objeto B, qual objeto é semelhante ao objeto D?" quando vários acontecimentos ou objetos que são logicamente relacionados são substituídos por A, B e D. Atividades de compensação são facilmente orientadas perguntando-se: "Como você equilibra isto?" Entretanto, o pensamento de razão é um pouco mais difícil. Operações de razão empregam números numa relação que deve ser equilibrada de alguma forma. O professor pode interrogar: "Se eu multiplico isto por cinco, por quanto devo multiplicar aquilo, para estabelecer o equilíbrio?" Operações de razão diferem de operações de compensação porque as operações de razão usam números específicos na construção de um conceito ou na solução de problema. Operações de compensação constroem conceitos qualitativos que podem usar as expressões "mais", "menos" ou "o mesmo", mas não números.

Operações de probabilidade podem ser orientadas pelo professor, que pergunta: "O que você pensa que ocorrerá mais freqüentemente?" Contudo, operações de correlação não são fáceis de se usar. Depois que séries específicas de informação são apresentadas ao estudante, o professor pode perguntar: "Que regras você pode formar a partir disto?" O aluno deve reunir vários eventos que são relacionados e excluir aqueles com baixa freqüência, que não são relacionados.

O professor precisa usar somente sete questões básicas a fim de orientar o estudante para construir conceitos que usam as sete operações lógicas. A estratégia de ensino que é empregada deve estar atenta ao estágio de desenvolvimento. Contudo, a imaginação e a criatividade do professor podem ser empregadas para relacionar a construção de conceitos, mesmo de formas muito simples.

As operações lógicas oferecem ao professor um instrumento para orientar o estudante na descoberta e construção de suas próprias idéias. Elas oferecem ao professor a capacidade de diagnosticar problemas conceptuais dos estudantes. Se os estudantes tiverem problemas com as operações de compensação, o professor pode auxiliar, tornando mais simples as relações de compensação ou reduzindo a complexidade do problema, solicitando que uma operação lógica mais simples,

como a seriação, seja usada. O uso de operações lógicas permite a correspondência um a um entre estratégias de aprendizagem e estilos de ensino.

Figura 1

Relação das operações lógicas e estágios de desenvolvimento

Estágio sensório-motor (0-2 anos)

Estágio pré-operacional I (2-7 anos)

Estágio operacional II (7-12 anos)

- Subestágio II A (7-9 anos)
  - Classificação
  - Seriação
- Subestágio II B (9-12 anos)
  - Multiplicação lógica
  - Compensação

Estágio de operações formais III (12 anos)

- Subestágio III A (12-14 anos)
  - Pensamento proporcional
  - Pensamento probabilístico
- Subestágio III B (14 anos em diante)
  - Pensamento correlacional

3. Um modelo de desenvolvimento de conceitos científicos

Piaget descreveu o desenvolvimento da inteligência ou das estruturas operatórias dentro da estrutura de quatro grandes estágios. O estágio sensório-motor ocorre do nascimento ao fim do segundo ano. Nessa época, a criança está interagindo com seu ambiente. Ela está formando estruturas mentais rudimentares como a permanência de objetos, causalidade, espaço, e movimento. Entretanto, não é capaz de operar por meio dessas estruturas, que formam a base para estruturas mentais posteriores. O estágio pré-operacional engloba o período de dois a sete anos. A criança está construindo idéias intuitivas sobre as coisas e sobre si mesma; está limitada em sua habilidade para processar informação porque não se desenvolveu ainda até o nível no qual pode usar estruturas operatórias. Os conceitos que ela

elabora nesse estágio usam apenas uma propriedade ou variável, pois a criança não pode usar duas ou mais variáveis. Sua conceituação da realidade é limitada por isto. O estágio de operações concretas permite à criança operar sobre a realidade. As operações desse estágio emergem entre sete e onze anos, e trazem consigo a habilidade para coordenar e construir conceitos que usam duas ou mais variáveis ou propriedades. O estágio de operações formais é a época do pensamento hipotético-dedutivo e inicia-se por volta de doze anos. O adolescente, nesse estágio, é capaz de operar sobre estruturas operativas concretas, que se formaram no estágio de operações concretas. É capaz de construir hipóteses e regras dedutivas, a partir das quais podem ser feitas predições.

Os quatro estágios citados são os mais freqüentemente usados quando se relata o trabalho de Piaget. Contudo, Piaget descreveu outra série de quatro estágios que definem o desenvolvimento de conceitos científicos tais como aceleração. Esses quatro estágios usam operações intensivas e operações extensivas como meios de descrever a construção de conceitos. Operações intensivas comparam as partes de um conceito com o conceito total. Um exemplo de conceito intensivo é a relação entre o tempo transcorrido e a velocidade despendida entre dois pontos. O tempo é um componente do conceito de velocidade, e essa parte é comparada com o conceito total de velocidade. A velocidade de um caminhão entre dois pontos pode ser comparada ao tempo que ele leva para atravessar a distância entre estes dois pontos.

Operações extensivas comparam umas com as outras partes de um conceito. Velocidades podem ser comparadas em sucessão. A velocidade de um caminhão entre dois pontos A e B pode ser comparada à sua velocidade entre os pontos B e C. Operações intensivas são adquiridas por 75% das crianças de 7 anos, enquanto operações extensivas são adquiridas por 75% das crianças de 11 anos.

Piaget usou operações extensivas e intensivas na descrição do desenvolvimento dos conceitos de velocidade e aceleração. Há quatro estágios no desenvolvimento desses conceitos. No estágio I (abaixo de seis anos), as crianças percebem a aceleração apenas como um pequeno e intensivo esforço no início do qual o objeto rapidamente muda sua velocidade. Eles não percebem a velocidade como mudança contínua. Durante esse estágio, as crianças consideram a velocidade apenas como um carro ultrapassando outro, sem correlacionar distância e tempo. Não se pode esperar que as crianças percebam mudanças uniformes de velocidade, devido à sua tendência de concentrar-se em fenômenos univariados e simultâneos.

No estágio II (seis anos), as crianças possuem uma concepção intuitiva de aceleração. Quando lhes é apresentada uma bola rolando sobre um plano inclinado, as crianças dizem que a velocidade da bola é menor no alto da rampa e maior na base. Admitem, também, que a velocidade da bola é a mesma no meio da rampa. Não percebem a mudança de velocidade como um aumento contínuo. Se são colocadas bandeiras a intervalos iguais no plano inclinado, certas crianças, nesse estágio, não consideram a aceleração entre as bandeiras como

sendo uniforme, ainda que percebam que a velocidade é menor no alto da tábua e maior na base. A velocidade conserva-se tal como era conceituada no estágio I.

No estágio III-A (sete-oito anos), as crianças percebem a aceleração ao longo do plano inclinado como mais contínua e regular. Ainda que sejam capazes de correlacionar distância e tempo para problemas de velocidade simultânea, continuam a ter dificuldades em relacionar uma série de velocidades sucessivas, em termos de tempo e distância percorridos. As duas tarefas seguintes podem ser dadas a crianças nessa idade.

(S1) *Tarefa de velocidade: tempos simultâneos-sincrônicos com distâncias diferentes*

O sujeito recebe dois túneis de papelão de tamanhos diferentes (10cm de diâmetro x 1,30m e 10cm x 2m) e dois carros com cordões atados a eles. O investigador diz ao sujeito que irá puxar o carro vermelho e o carro verde através dos dois túneis, de modo que eles partirão e chegarão do outro lado ao mesmo tempo. Em seguida, pergunta ao sujeito: "Os carros andarão na mesma velocidade ou em velocidades diferentes? " Se o sujeito responde que os carros desenvolverão velocidades diferentes, pergunta-se: "Que carro deve ser mais veloz? " Em seguida à sua resposta, interroga-se: "Por que você pensa assim? "

(A1) *Tarefa de aceleração: comparações sucessivas interdependentes*

O sujeito recebe um plano inclinado. O experimentador diz: "Deixe o carro deslizar pela rampa. Ele desenvolve velocidades diferentes no percurso ou desenvolve a mesma velocidade por todo o caminho? " Após a resposta, pergunta-se: "Por que você pensa assim? "

No estágio III-B (9-10 anos) a criança pode traduzir movimentos sucessivos num espaço limitado e ainda pode comparar distância ou tempo transcorridos entre intervalos. Compreende que o tempo gasto entre bandeiras eqüidistantes torna-se menor porque a velocidade é maior. As duas tarefas seguintes podem ser dadas a crianças nesse estágio.

(S2) *Tarefa de velocidade: velocidades sucessivas ao atravessar distâncias iguais em tempos não-iguais*

Mostra-se ao sujeito um carro em movimento que parte numa rampa em ângulo reto em relação a uma linha de base. Ele atravessa um caminho retilíneo e o percurso é marcado com um cronômetro (intervalo de dois segundos). O percurso do carro é esboçado no papel e o tempo gasto é anotado. Após essa demonstração, um outro carro desliza, numa linha paralela, pela mesma distância. A viagem é marcada a cada quatro segundos com um cronômetro. Pergunta-se ao sujeito se os

dois carros andaram na mesma velocidade ou em velocidades diferentes. Se o sujeito responde que eles desenvolveram velocidades diferentes, pergunta-se qual deles foi o mais rápido. Em seguida à sua resposta, pergunta-se: "Por que você pensa assim? "

(A2) *Tarefa de aceleração: velocidades seriadas, intervalos de distância iguais*

Mostra-se ao estudante uma gravura de um plano inclinado. O investigador diz: "Olhe a gravura. As cinco bandeiras têm a mesma distância entre si. Há, pois, quatro distâncias entre as bandeiras. A velocidade que o carro desenvolveu em cada uma das distâncias foi a mesma ou foi diferente? " Após a resposta, pergunta-se: "Conte-me em quais distâncias ele anda mais rápido e em quais ele anda mais lentamente". Após a resposta, pergunta-se: "Por que você pensa assim? "

No estágio IV (11 anos) as crianças são capazes de comparar a coordenação distância-tempo para uma série de mudanças sucessivas de velocidade. Desse modo, o estudante tem uma noção de relação entre os aumentos nas distâncias em intervalos iguais de tempo, como resultado de aumento de velocidade durante intervalos iguais de tempo.

O conceito de aceleração pode, assim, ser considerado como algo que surge paralelo à comparação de duas velocidades uniformes mas desiguais.

O conceito de aceleração requer que o estudante seja capaz de analisar a velocidade dentro de sua relação distância-tempo e, ao mesmo tempo, comparar velocidades sucessivas. Ele deve, ainda, ter alcançado reversibilidade de centração de sucessivas relações de velocidade e descentração de relações tempo-distância. Deve também ter adquirido conservação de velocidades uniformes. As três tarefas seguintes podem ser dadas a crianças nesse estágio.

(S3) *Tarefa de velocidade: conservação de velocidade uniforme*

Mostra-se ao sujeito duas linhas retas paralelas, que são desenhadas num pedaço de papel. Um carro move-se ao longo da primeira linha e um caminhão move-se ao longo da segunda linha. Conta-se que o carro anda 4cm entre a primeira manhã e a primeira noite. Durante o mesmo tempo, o caminhão parte simultaneamente do mesmo ponto e anda apenas a metade da distância (2cm). O sujeito é interrogado: "Quanto terá o caminhão viajado no sétimo dia? " Depois que ele responde, pergunta-se: "Quantos dias o caminhão levará para alcançar o carro parado? " Após essa resposta, pergunta-se: "Por que você pensa assim? "

(A3) *Tarefa de aceleração: tempo seriado, intervalos de distâncias iguais*

Mostra-se ao estudante a mesma gravura do plano inclinado que foi usada em A2. O investigador pergunta: "Entre estas duas bandeiras gasta-se menos tempo para

atravessar a distância? " "Por que você pensa assim? " "Entre estas duas bandeiras gasta-se mais tempo para atravessar a maior parte da distância? " "Por que você pensa assim? " "Entre quais duas bandeiras ele leva mais tempo para vencer mais distância? " "Por que você pensa assim? " Depois que o sujeito responder, pergunta-se-lhe: "Aproximadamente quanto tempo se leva para vencer a distância 1? " "Aproximadamente quanto tempo se leva para vencer a distância 2? " "Aproximadamente quanto tempo se leva para vencer a distância 3? " "Aproximadamente quanto tempo se leva para vencer a distância 4? " "O tempo que se leva para vencer as distâncias aumenta ou decresce à medida que se desce pela rampa? " "Por que você pensa assim? "

(A4) *Tarefa de aceleração: distância seriada, intervalos de tempo iguais*

O investigador diz: "Vou soltar este carro pela rampa abaixo. Você vai funcionar como um relógio e eu gostaria que contasse até três, quatro vezes, assim: 1, 2, 3; 1, 2, 3; 1, 2, 3; 1, 2, 3. Toda vez que você disser três, eu porei uma bandeira no ponto da tábua onde o carro estiver passando". O experimentador, então, faz o carro deslizar no plano inclinado. Pergunta, depois, ao sujeito: "O tempo que o carro leva para passar de uma bandeira a outra é o mesmo ou é diferente? " "Por que você pensa assim? " "A distância que os carros percorrem entre uma bandeira e outra é a mesma ou é diferente? " "Por que você pensa assim? " Após o sujeito responder a essas questões, diz-se a ele: "Agora, ponha as bandeiras na rampa para mostrar as distâncias que o carro percorre entre as bandeiras durante a mesma quantidade de tempo." "Por que você fez isto? "

A análise piagetiana do desenvolvimento do movimento e da aceleração sugere que há várias dimensões envolvidas nessa aquisição. Uma dimensão é relativa ao movimento simultâneo e sucessivo. As crianças são capazes de comparar velocidades simultâneas antes de poderem comparar velocidades sucessivas. Uma segunda dimensão é relacionada com a análise dos componentes da velocidade. As crianças são capazes de comparar velocidades centrando na mudança ou transitoriedade dos fenômenos antes de serem capazes de comparar velocidades em termos de relações de distância e tempo.

Uma terceira dimensão é relacionada com o alcance de operações métricas, as quais permitem a construção e medida de unidades repetidas de distância e tempo. Assim, tão logo a criança pode comparar partes umas com as outras, uma parte pode ser igualada à outra, o que leva à escolha de uma unidade. Essa escolha de uma unidade constitui o alcance de operações de mensuração. Antes que a criança seja capaz de comparar unidades de velocidade e tempo, ela deve ter, de acordo com Piaget, atingido a conservação de tempo e velocidade.

As tarefas A1 e A2 requerem, principalmente, operações lógicas intensivas, pois comparam o todo com a parte. O aluno é, primeiro, solicitado a concentrar-se numa variável e depois a concentrar-se noutra variável e a compará-las ao todo. As

operações intensivas dessas tarefas requerem apenas que as crianças relacionem distância e velocidade, ou tempo a velocidade, mas não requerem que o produto das relações distância-tempo de cada carro sejam comparadas. Nas tarefas A1 e A2, o aluno necessita apenas relacionar as velocidades sucessivas ao movimento total da descida do plano inclinado.

Em momento algum ele é solicitado a construir uma descentração dual, que envolve uma comparação de relações distância-tempo.

As tarefas S2, S3, A3 e A4 usam operações lógicas extensivas e são realizadas após as tarefas que usam operações intensivas. Essas tarefas extensivas requerem a comparação dos componentes dos conceitos uns com os outros e o uso repetitivo de uma unidade. O alcance desses conceitos exige que o aluno faça comparações de movimentos sucessivos de duas velocidades uniformes sucessivas. As comparações podem ser feitas entre velocidades sucessivas com tempos iguais e distâncias desiguais (tarefa A4) ou vice-versa (tarefa A3). Nessas tarefas, modificações sucessivas em velocidade são relacionadas, ou modificações sucessivas em outra variável, como tempo, são relacionadas.

O esquema piagetiano para o desenvolvimento de velocidade e aceleração propõe um desafio aos educadores. Ele tem a capacidade de ser generalizado para outros conceitos de conteúdo encontrados no currículo escolar. Os conceitos podem ser classificados de acordo com suas características extensivas e intensivas. A partir dessas classificações, os educadores terão alcançado melhor senso de nível de colocação para os conceitos, assim como a capacidade de diagnosticar dificuldades de aprendizagem de conceitos. A cada vez que se inicia, um verdadeiro senso de individualização do ensino emergirá.

4. Modelo de compreensão do conteúdo lógico operativo

A principal característica do modelo de compreensão do conteúdo operativo é a correspondência do modelo com as relações lógicas que são usadas para construir o conteúdo dos conceitos. A estrutura lógica do conteúdo dos conceitos deve ser usada para auxiliar o alcance e a compreensão de conceitos. Essas relações lógicas são responsáveis pela maior parte das dificuldades de aprendizagem de conceitos. A avaliação dessas dificuldades de aprendizagem é mais eficientemente alcançada pela inclusão das relações lógicas em testes que são usados para predizer e calcular o alcance e a compreensão do conteúdo.

O modelo de compreensão do conteúdo tem duas características básicas. Primeiro, ele usa o processo piagetiano de compreensão operativa. A compreensão de um conceito envolve alguma ação sobre o material que deve ser compreendido, e é alcançada pela transformação do material de conteúdo, de certa forma. Piaget interpreta o processo de compreensão de um conceito como um esquema de ação e não de observação passiva. O modelo de compreensão de conteúdo operativo em

ciências define uma forma para as tarefas que não são alcançadas meramente pela procura da informação correta. A informação deve ser reunida e organizada num conceito.

A segunda característica do modelo é que o modelo usa as operações lógicas de Piaget para uma análise da construção e organização do conteúdo. O trabalho de Piaget mostrou como as operações lógicas são utilizadas para construir conceitos e resolver problemas. As operações lógicas são consideradas estruturas mentais que são empregadas para organizar informação de modo a acomodá-la à realidade, e são isomórficas com as relações lógicas que constituem o conceito.

O modelo de compreensão do conteúdo operativo requer que a informação seja construída dentro de um padrão de estruturas lógicas específicas. A forma do modelo de compreensão oferece informação não-estruturada que é usada para organizar padrões específicos para as respostas. As seguintes regras definem as operações que são usadas no modelo:

1. *Classificação* – Os objetos podem pertencer a duas classes que são igualmente inclusivas.

2. *Seriação* – Os objetos podem ser organizados de acordo com mudanças em uma variável apenas.

3. *Multiplicação lógica* – Os objetos são agrupados, ao mesmo tempo, de acordo com duas variáveis dicotomizadas, mutuamente exclusivas.

4. *Compensação* – Quando o sistema torna-se diferente de outro sistema pela mudança de uma variável, os sistemas podem tornar-se equivalentes pela mudança da direção de uma variável no mesmo sistema ou da mesma variável num sistema diferente.

5. *Razão* – A magnitude relativa de uma razão pode ser maior ou a mesma que a de outra razão, se a magnitude das variáveis for diferente.

6. *Probabilidade* – O objeto ou acontecimento que tem a maior freqüência é o que mais provavelmente será escolhido num grupo.

7. *Correlação* – A formação de uma correlação positiva ocorre quando a freqüência de $(p \,.\, q + \overline{p} \,.\, \overline{q})$ é maior do que a freqüência de $(\overline{p} \,.\, q + p\,\overline{q})$. A última freqüência contradiz a regra correlacional positiva.

Cada uma dessas regras é usada no modelo, a fim de construir um conceito a partir da informação que não é estruturada, na forma do conceito que deverá ser formulado. A construção de conceitos envolve a identificação dos elementos relevantes do conceito e o uso das operações lógicas para relacionar os elementos dentro de uma estrutura.

O modelo tem a capacidade de diagnosticar e de corrigir as dificuldades da aprendizagem de conceitos. Piaget usou uma abordagem clínica para identificar os processos de pensamento que as crianças e adolescentes usam ao resolver as tarefas escolares de conteúdo. As entrevistas individuais que ele e seus colaboradores

empregavam ofereciam uma série de modelos de respostas que ilustravam os tipos de pensamento usados para resolver as tarefas. Esses modelos de pensamento eram descritos por Piaget em termos de operações lógicas. As operações lógicas mostravam os processos lógicos específicos usados com sucesso na solução de tarefas e aqueles que eram inadequados ou inadequadamente usados para resolver as tarefas de conteúdo escolar. Uma vez que as operações lógicas eram derivadas de entrevistas individuais, elas sustentavam uma correspondência um a um com os processos de pensamento utilizados para construir conceitos. Elas são especialmente úteis aos educadores por serem derivadas de estudantes interagindo com o conteúdo escolar. O modelo de compreensão de conteúdo pode ser empregado para definir que operações estão sendo usadas para construir conceitos e que operações não estão sendo usadas no processo de compreensão. A partir dessa informação, tarefas instrucionais específicas podem ser prescritas para auxiliar estudantes no emprego das operações lógicas.

O modelo de compreensão de conteúdo difere dos modelos correntes de compreensão. O Iowa Comprehension Test usa as quatro seguintes séries básicas de habilidades para avaliar compreensão: detalhes, propósito, organização e avaliação. As habilidades de detalhe envolvem o reconhecimento e a compreensão de fatos, relações e fatos implícitos, bem como dedução, idéias a partir de elementos da sentença. A habilidade de propósito envolve o reconhecimento e a compreensão de idéia principal ou tópico de um parágrafo ou seleção. A habilidade de organização envolve o reconhecimento de elementos comuns ou tópicos paralelos em parágrafos. A habilidade de avaliação requer que o leitor desenvolva generalizações e reconheça os pontos de vista do escritor. O modelo de compreensão do conteúdo operativo envolve o reconhecimento de elementos ou fatos, mas vai além do reconhecimento de relações. Ele requer que as operações sejam construídas pelo estudante.

O Iowa Comprehension Test não faz o mesmo. Além disso, ele não usa uma série definível de relações lógicas, para as quais podem ser feitas referências explícitas.

A taxionomia de domínio cognitivo de Bloom inclui no processo de compreensão aqueles comportamentos que resultam no entendimento da mensagem literal contida dentro de alguma comunicação. A compreensão de Bloom consiste em três partes: tradução, interpretação e extrapolação.

A *tradução* é o comportamento que pode colocar uma comunicação dentro de uma certa linguagem, noutros termos, ou dentro de uma outra forma de comunicação. Exemplos de tradução seriam: traduzir uma linguagem em prosa ou poesia, numa língua estrangeira, para o inglês; traduzir uma comunicação prolixa em termos breves, ou traduzir conceitos geométricos descritos em termos verbais em formas visuais ou espaciais.

A *interpretação* é o comportamento que pode tomar uma configuração básica de uma comunicação, determinar as idéias dessa configuração e reorganizá-las de modo que uma nova configuração seja produzida. O processo de

reorganizar pode requerer algumas atividades como determinar a importância relativa das idéias, as relações entre elas, a relevância das idéias básicas contidas dentro da comunicação original.

A *extrapolação* inclui a realização de estimativas baseadas na compreensão de orientações ou tendências contidas em uma comunicação. As inferências, conseqüências e corolários que devem ser inferidos da comunicação original também podem ser compreendidos como comportamentos relacionados à extrapolação. O modelo de Bloom envolve processos de reorganização e construção, mas não especifica os tipos de construções lógicas que devem ser feitas.

O modelo de compreensão de Herber usa os três seguintes níveis de cognição: literal, interpretativo e aplicado.

O nível de cognição literal reconhece e acumula detalhes. O leitor pode recordar várias seqüências ou grupos de idéias apresentadas no material escrito. O nível interpretativo de cognição requer que o leitor manipule detalhes do nível um de modo a melhorar as idéias. Herber usa comparações-contraste, causa-efeito, idéia principal-detalhe auxiliar, seqüência de acontecimento, relação parte-todo, e padrões de subordinação e coordenação. O terceiro nível de Herber requer que o leitor analise os conceitos desenvolvidos pela manipulação de detalhes e relacione estes conceitos a outros, que ele pode transferir para situação a partir de experiências prévias, a fim de desenvolver outros conceitos. Um exemplo de uso deste nível seria, para o leitor, adquirir experiências e *background* a partir do interior do seu próprio domínio e relacioná-los a detalhes e associações extraídas de outro conteúdo do material. O modelo de compreensão de Herber pode ser interpretado como uma extensão gradual dos conceitos que são aprendidos. As idéias são relacionadas e associadas. Contudo, conceitos e fatos não são reestruturados ou construídos do mesmo modo. As relações são aumentadas gradativamente, mas não são reorganizadas ou desenvolvidas dentro de extensões novas.

Davis conduziu um estudo fator-analítico de compreensão, baseado em nove grupos de habilidades testáveis, as quais foram selecionadas dentre muitas centenas de habilidades de compreensão mencionadas na literatura.

Cinco fatores significativos foram extraídos do teste usado para medir as habilidades básicas de compreensão: conhecimento do sentido da palavra, raciocínio verbal, sensitividade para implicações, acompanhamentos da estrutura de uma mudança, reconhecimento das técnicas literárias de um escritor. Em outro estudo da compreensão entre aprendizes maduros, Davis encontrou que a compreensão não é uma habilidade ou operação mental unitária. Oito habilidades foram encontradas que eram independentes umas das outras. As oito habilidades encontradas foram: recordar o sentido da palavra; fazer inferências sobre o sentido de uma palavra de um contexto; encontrar respostas a questões feitas explicitamente ou em paráfrase; entrelaçar idéias num contexto; fazer inferências a partir do conteúdo; reconhecer o objetivo, atitude, tom e humor de um escritor; identificar as técnicas de um escritor; acompanhar a estrutura de uma mudança. Descobriu-se

que as habilidades mentais usadas nessas oito habilidades eram independentes umas das outras.

O modelo de compreensão do conteúdo lógico operativo de ciências requer as respostas aos itens de compreensão para usar estruturas específicas.

O processo de responder às questões nos modelos de compreensão acima envolve o restabelecimento da informação se ela era o sentido de uma palavra, relação de idéia ou raciocínio. Contudo, o modelo descrito neste teste vai além da reconstrução e seleção da informação. Ele incorpora a construção atual de conceitos a partir da informação identificada pelo estudante. Fator de habilidade comum do teste é o processo de compreensão operativa que é empregado no processo de construção das respostas. Contudo, sete estruturas lógicas são usadas com o processo de compreensão operativa e assim há índices separados de compreensão de conteúdo. O modelo vai além de um escore unitário e de um conceito unitário de compreensão: usa as estruturas lógicas que são usadas para construir as relações de conteúdo.

Bibliografia

Piaget, Jean. *The child's conception of movement and Speed*. New York, Basic Books, 1971.