

## **PROJETO GERES / 2005: NOVOS INDICADORES PARA CONSTRUÇÃO E INTERPRETAÇÃO DA ESCALA DE PROFICIÊNCIA**

*Lina Kátia Mesquita de Oliveira, Creso Franco y Tufi Machado Soares*

### **1. INTRODUÇÃO**

Usualmente, programas de avaliação em larga escala utilizam uma metodologia de interpretação e construção de escalas de proficiência baseada na Teoria da Resposta ao Item e na análise pedagógica das habilidades avaliadas por meio de itens âncora, selecionados com base na frequência observada de acertos. Dessa abordagem resultam escalas que associam a cada nível de proficiência um conjunto de habilidades desenvolvidas, ou seja, busca-se o significado de indicadores de proficiência pela descrição das habilidades, quando situadas em pontos correspondentes a cada nível da escala de proficiência. Essa metodologia, todavia, apresenta algumas limitações, tais como (i) a incerteza prévia quanto ao número de itens âncora a serem selecionados para cada nível de proficiência e quanto à existência mesma de itens âncora para todos os níveis de proficiência delimitados, o que requer a utilização de um número grande de itens testados e a escolha de níveis não muito próximos uns dos outros; (ii) a perda de itens cujo nível de dificuldade encontra-se próximo da fronteira entre dois níveis de proficiência, uma vez que os alunos avaliados estão em um nível ou em outro, o que, conseqüentemente, não agrega informação útil à interpretação, finalidade da avaliação, em última instância.

O objetivo deste artigo é apresentar a metodologia adotada pelo GERES para análise de itens e construção da escala de proficiência em Matemática, da 1ª série do ensino fundamental, buscando-se a superação dos limites apontados. A hipótese, mesmo que apenas esboçada, fundamenta-se na independência e na unidimensionalidade do item e pode ser formulada nos seguintes termos:

O modelo logístico de três parâmetros, decorrente da TRI, será tão mais ajustado à análise de resultados de teste de avaliação de proficiência cognitiva quanto mais cada item for considerado em si mesmo, levando à construção de escalas que, ao invés de utilizarem itens âncora, utilizam estatísticas específicas ao posicionamento da habilidade na escala de proficiência da habilidade específica requerida pelo item. Ganha-se, assim, precisão nas etapas de desenvolvimento de cada habilidade e na ampliação do rol de habilidades analisadas pois, para cada item testado, há uma habilidade descrita e analisada na escala de proficiência.

É importante considerar-se, primeiramente que, com essa hipótese, são os itens que norteiam a interpretação da escala, e não os níveis de proficiência, a partir de uma análise detalhada das habilidades desenvolvidas pelos alunos, consideradas três fases importantes no processo de aprendizagem, quais sejam: (i) a introdução de uma habilidade / Início do desenvolvimento da habilidade; (ii) o processamento da habilidade / Rápido desenvolvimento da habilidade; e (iii) a consolidação da habilidade / Máximo desenvolvimento da habilidade.

Nesse caso não se utilizam itens âncora, uma vez que todos os itens operam como âncoras das habilidades requeridas, o que favorece a diminuição do número mínimo de itens necessários para o teste. Outro aspecto importante a considerar-se diz respeito à capacidade de informação de cada item, o que viabiliza uma interpretação pedagógica mais detalhada do desenvolvimento das habilidades básicas. Os dados utilizados para a demonstração das vantagens da metodologia proposta são aqueles

resultantes da aplicação de testes de Matemática para a 1ª série do ensino fundamental, no pólo do Rio de Janeiro.

## 2. O PROJETO GERES – UMA BREVE APRESENTAÇÃO

Iniciado em 2004, com financiamento da Fundação Ford e do PRONEX —Programa Núcleo de Excelência/CNPq, o Projeto GERES/2005— Estudo Longitudinal sobre a Qualidade e Equidade no Ensino Fundamental Brasileiro é uma pesquisa longitudinal na qual uma amostra de alunos e escolas de cinco importantes cidades brasileiras deve ser observada ao longo de quatro anos. A coordenação e as responsabilidades específicas na preparação dos modelos teóricos, na confecção dos instrumentos e na produção de relatórios estão distribuídas por cinco instituições de ensino superior, a saber: Universidade Federal da Bahia – UFBA, Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC Rio, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG e Universidade de Campinas – Unicamp.

Diferentemente de programas transversais de avaliação em larga escala, em que são produzidas medidas do desempenho escolar em um determinado período de escolaridade ou em determinada idade (como é o caso do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica – SAEB, do Sistema Mineiro de Avaliação da Educação Básica – SIMAVE, do Programa Nova Escola do Estado do Rio de Janeiro), o Projeto GERES/2005 – Estudo Longitudinal sobre Qualidade e Equidade no Ensino Fundamental Brasileiro é uma pesquisa longitudinal em larga escala, que avalia o mesmo aluno em um período de escolaridade específico, respeitados os intervalos regulares. Trabalhando-se com um conjunto de medidas que se repetem no curso de um tempo determinado, a análise de séries temporais de informações consideradas relevantes permite indicar tendências e fazer projeções a respeito de intervenções possíveis na formulação e implementação de políticas educacionais. A partir de dados longitudinais de rendimento escolar de alunos, pode-se investigar, por exemplo, o progresso acadêmico, a alteração no rendimento escolar de um momento a outro, a influência da escola e da classe no rendimento de seus alunos, a aprendizagem de alunos durante um tempo determinado, ou seja, pode-se estudar a aprendizagem propriamente dita, realçando-se a responsabilidade do professor e da escola no processo educacional. Sem desqualificar a pesquisa transversal, já consolidada como modelagem adequada quando se pretende documentar o rendimento escolar em um momento específico, é importante realçar-se que os dados de tal pesquisa não são suficientes para estudos de eficácia e equidade escolares, conforme se pode verificar em Lee, quando afirma o seguinte:

*Só é possível avaliar os efeitos de intervenções sobre o progresso acadêmico das crianças contando-se com dados longitudinais. Se fôssemos medir os efeitos de classes, ou de escolas, sobre o rendimento escolar apresentado em determinado momento, estaríamos cometendo um erro fatal: não estaríamos levando em consideração a tendenciosidade introduzida pelos efeitos da seleção. Sabemos que crianças dotadas de diferentes capacidades, habilidades e experiências são matriculadas em escolas diferentes e até em classes diferentes dentro da mesma escola. Se não se toma em consideração diferenças introduzidas pela seleção, o resultado refletirá a tendenciosidade das estimativas (Lee, 2004:18).*

O objetivo principal do Projeto GERES/2005 é investigar (i) as práticas educativas e as condições escolares que contribuem para a promoção da eficácia da escola, isto é, para o aumento do aprendizado médio dos alunos, e (ii) a equidade intra-escolar, isto é, a diminuição do impacto da origem social do aluno em seu aprendizado na escola.

Especificando-se, o GERES/2005 pretende identificar (i) as características escolares que

maximizam a aprendizagem dos alunos e que minimizam o impacto da origem social sobre a aprendizagem, (ii) os fatores escolares que diminuem a probabilidade de repetência dos alunos, (iii) os fatores escolares que diminuem o absentismo, (iv) os fatores escolares que maximizam a auto-estima dos alunos e sua motivação para o estudo.

A escolha da modelagem longitudinal e de seu aparato metodológico não se faz, por conseguinte, por uma questão de preferência de pesquisadores, mas pela finalidade da pesquisa, qual seja, a contribuição da avaliação para a formulação e implementação de políticas educacionais. Considerando-se os limites de dados resultantes de avaliações do rendimento escolar, via pesquisa transversal, investe-se na pesquisa longitudinal como possibilidade de se chegar, efetivamente, à escola, visando questões de sua eficácia e de distribuição equitativa da qualidade da educação escolar no país. Acredita-se, acompanhando Lee (2004), que boa escola é aquela cujo ganho médio de rendimento escolar é mais alto e cuja distribuição social do rendimento médio é mais equitativa.

Tratando-se de pesquisa longitudinal de painel, uma mesma amostra de escolas e alunos será observada e avaliada ao longo de quatro anos, começando-se com alunos que entram na 1ª série em 2005 (Projeto GERES/2005 – Estudo Longitudinal sobre Qualidade e Equidade no Ensino Fundamental Brasileiro). Participam do GERES/2005 escolas públicas e privadas que oferecem as séries iniciais do Ensino Fundamental, nos municípios de Belo Horizonte (MG), Rio de Janeiro (RJ), Salvador (BA), Campo Grande (MS) e Campinas (SP). O critério de seleção dos municípios diz respeito à semelhança com o universo maior de grandes municípios brasileiros, seja quanto à estimativa pontual, seja quanto à variância de indicadores sociais e educacionais da população.

Nos municípios que fazem parte da pesquisa, trabalha-se com amostras probabilísticas de escolas, nas quais são aplicados instrumentos cognitivos, testes de leitura e de matemática, e instrumentos contextuais, informações relevantes disponíveis nas escolas e questionários endereçados a pais de alunos, professores e diretores.

Para o acompanhamento do progresso dos alunos na aprendizagem de leitura e matemática, propõe-se a aplicação de cinco ondas de testes cognitivos, com o foco nas habilidades básicas tipicamente demandadas pela escola a alunos das séries iniciais, além de questionários contextuais, anteriormente mencionados. A medição da aprendizagem cognitiva dos alunos deve ser feita em cinco momentos diferentes, dentro das quatro primeiras séries do ensino fundamental. A primeira onda de aplicação, realizada em março de 2005, visou à aferição do nível de proficiência com que os alunos entraram na escola, ou seja, a detecção de habilidades e competências já desenvolvidas pelo aluno ao ingressar na 1ª série do ensino fundamental (ou seu equivalente, quando a organização do tempo escolar for em ciclos). A segunda onda, em novembro de 2005, teve como objetivo verificar a aprendizagem escolar na primeira série do ensino fundamental e, subseqüentemente, o mesmo foi feito em novembro de 2006, e o será em 2007 e 2008. Os alunos serão acompanhados independentemente de serem aprovados ou reprovados, de modo que “com cada nova onda de aplicação dos instrumentos aumentará o número de séries testadas” (PROJETO GERES, 2005).

Um estudo transversal da envergadura do GERES/2005 implica decisões bem sintonizadas entre a definição da finalidade do programa e o modo de sua condução; vale dizer, é necessário aprofundar-se a análise conceitual e refinarem-se os procedimentos de pesquisa, de modo a consolidarem-se resultados que fundamentem políticas educacionais adequadas e consistentes. Segundo Franco,

*(...) um pesquisador ou mesmo um grupo não terá condições de lidar de modo rigoroso e consistente com todas essas possibilidades” e “... o grande desafio que está colocado é transitar de exercícios de avaliação para verdadeiros sistemas de avaliação que incluam algum estudo longitudinal (...) e o acompanhamento de indicadores escolares relevantes, feito anualmente de modo censitário. (Franco, 2004:61).*

## **1.1. Os instrumentos de Avaliação**

### **1.1.1. Os instrumentos Contextuais**

O GERES/2005, conforme anteriormente mencionado, considera medidas contextuais relevantes para a finalidade a que se propõe, fundamentada no conceito de *valor agregado*, o que supõe a medição quantitativa do impacto de diferentes fatores que facilitam ou dificultam a aprendizagem escolar, ou seja, a investigação de práticas educativas e condições escolares que contribuem para o aumento da eficácia e da equidade escolares. Por conseguinte, além de dados e informações básicas usualmente disponíveis na escola, questionários aplicados aos alunos, aos pais, aos professores e aos diretores são instrumentos contextuais utilizados, visando a medir o efeito de práticas de ensino e condições da escola na aprendizagem, garantindo-se o controle dos efeitos de variáveis socioeconômicas do aluno e do entorno da escola.

O questionário do aluno, além de medidas de rendimento escolar, deve colher informações sobre perfil socioeconômico, trajetória escolar, frequência à escola, hábitos de estudo, relação com a escola e o conhecimento, como também características como a auto-estima e a motivação, ou seja, informações referentes a características demográficas, capital cultural e capital social dos alunos. O questionário dos professores tem como finalidade traçar o perfil dos profissionais e delinear sua prática em sala de aula, envolvendo clima disciplinar, modos de organização da sala de aula, uso do tempo, estilos pedagógicos e práticas de avaliação. Com relação ao diretor, o questionário deve fornecer informações que permitam analisar a organização e o funcionamento da escola, com respeito, por exemplo, a instâncias colegiadas, à colaboração entre docentes, ao envolvimento de professores com os resultados dos alunos, aos estilos de direção e coordenação e estímulo ao aperfeiçoamento profissional dos professores. O questionário dirigido aos diretores deve especificar também informações sobre a escola, principalmente referentes ao seu tamanho (número de alunos matriculados e perfil do alunado), a recursos disponíveis, à qualificação e atitude de professores, a experiências educacionais oferecidas aos alunos, ao ambiente escolar, particularmente quanto à pressão acadêmica e disciplina, e à interação professor – escola. De acordo com Lee (2004), para efetivar-se uma pesquisa como a proposta pelo GERES/2005, é melhor uma amostra com menos escolas e mais alunos, desde que respeitada, vale a pena lembrar, a representatividade da amostra.

Resumindo-se e reiterando-se o que propõe Lee (2004), dados que sejam utilizáveis para a identificação das características das escolas com relação à eficácia e à equidade devem ser obtidos por meio de (i) medidas longitudinais de alunos, (ii) uma ampla base de informações sobre características dos alunos, (iii) uma ampla base de informações sobre a escola e (iv) amostras significativas de escolas e de alunos de cada escola.

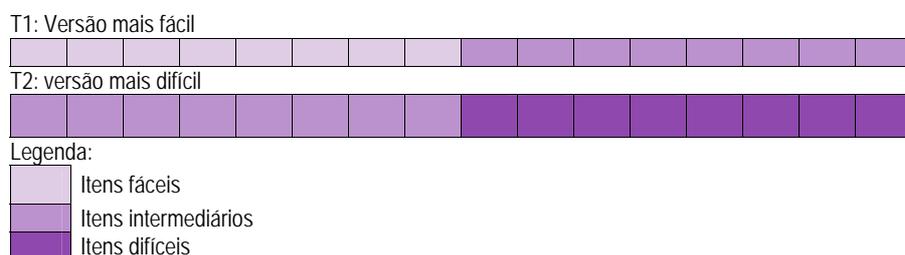
### 3. OS TESTES DE PROFICIÊNCIA

No projeto GERES o teste de proficiência em Matemática foi padronizado com itens de múltipla escolha em que as situações propostas têm caráter artificial. Por conseguinte, simula-se, inventa-se, cria-se ou recorre-se a contextos que favorecem a avaliação ou o julgamento das habilidades e competências cognitivas que se pretende avaliar, e as opções de resposta formuladas convidam o aluno a uma tomada de decisão, visando à escolha da melhor resposta para a resolução do problema proposto.

Nessa perspectiva, os itens foram elaborados a partir de uma matriz de referência (ver Anexo I) e, em seguida, submetidos a um pré-teste com 120 itens para a primeira onda de aplicação, e 160 itens para a segunda onda. O pré-teste foi realizado em alunos das redes pública e particular de ensino de Juiz de Fora e do Rio de Janeiro, com alunos ingressantes no ensino fundamental, no caso da primeira onda de aplicação, e com alunos que terminaram a 1ª série do ensino fundamental, no caso da segunda onda. Para a análise dos itens pré-testados foram utilizadas estatísticas clássicas, representadas pelo percentual de acerto (parâmetro de dificuldade) e a Teoria da Resposta ao Item – TRI. Os itens que apresentaram a melhor qualidade técnica e pedagógica compuseram os testes de Matemática, em duas versões para cada onda de aplicação, a saber: (i) versão mais fácil e (ii) versão mais difícil.

Os diagramas a seguir ilustram a composição desses testes.

DIAGRAMA 1. INICIANTES DO ENS. FUNDAMENTAL (N1 – 1ª ONDA DE APLICAÇÃO)



Em relação à segunda onda de aplicação, N2, foram utilizados 26 itens distribuídos da seguinte maneira:

DIAGRAMA 2. 1ª SÉRIE DO ENS. FUNDAMENTAL (N2 / 2ª ONDA DE APLICAÇÃO)



A presença das versões de teste mais fácil e mais difícil deve-se ao propósito de medir com maior precisão as habilidades e competências agregadas pela escola aos alunos, cujos níveis de habilidade são diferentes. Os itens comuns da primeira e da segunda ondas de aplicação têm o objetivo

de produzir resultados em uma escala de proficiência única, de modo que se possa investigar a constituição das habilidades e competências ao longo do período escolar avaliado. Similarmente, a comparabilidade dos níveis de proficiência entre os alunos que fizeram o teste mais fácil e o teste mais difícil será possível, a partir da presença de itens comuns às duas versões. Nesse caso, a metodologia escolhida para a análise dos itens, o cálculo da proficiência e a análise dos resultados dos testes do Projeto GERES foi o modelo logístico de três parâmetros da Teoria da Resposta ao Item, em que se consideram (i) o poder de discriminação do item, **a**, (ii) o grau de dificuldade, **b** e (iii) a probabilidade de acerto ao acaso, **c**.

#### 4. A CONSTRUÇÃO E INTERPRETAÇÃO DA ESCALA DE PROFICIÊNCIA

Usualmente, nos Programas de Avaliação Educacional em Larga Escala no Brasil, a construção da escala de proficiência envolve dois procedimentos básicos: (i) identificação de itens âncora, (ii) interpretação pedagógica desses itens. Esses procedimentos se refletem na produção de escalas de proficiência, nas quais se distribuem níveis ordinais de proficiência. Para um item ser considerado âncora, é necessário que seja respondido corretamente por uma grande proporção de indivíduos (pelo menos 65%) com esse nível de habilidade e por uma proporção de indivíduos (no máximo 50%) com nível de habilidade imediatamente anterior. Além disso, a diferença entre a proporção de indivíduos com esses níveis de habilidade que acertam o item deve ser de pelo menos 30%. Assim, para um item ser âncora, ele deve ser um item típico daquele nível, ou seja, bastante acertado por indivíduos com aquele nível de habilidade e pouco acertado por indivíduos com um nível de habilidade imediatamente inferior (Brasil, 1999).

Uma vez que itens âncora norteiam todo o trabalho de produção e interpretação das escalas, seus limites estruturais se refletem também na escala. Um dos limites dessa metodologia é a incerteza prévia de quantos itens âncora serão selecionados para cada nível de proficiência. Além disso, não se sabe, também, se existirão itens âncora para todos os níveis de proficiência. Isso implica que o teste, obrigatoriamente, deve incluir um número grande de itens, uma vez que deverá haver itens âncora suficientes e satisfatórios para todos os níveis previstos. Outro limite é a perda de itens cujo nível de dificuldade (parâmetro **b**) encontra-se próximo da fronteira entre dois níveis de proficiência. Tais itens não informam se os indivíduos avaliados estão em um nível ou em outro, o que, conforme dito anteriormente (ver Introdução), provoca mais desajustes no modelo do que agrega informação útil à interpretação, objetivo último de qualquer programa ou projeto de avaliação.

A metodologia adotada pelo GERES para análise dos itens e construção da escala busca superar esses limites. Primeiramente, são os itens que norteiam a interpretação da escala, e não os níveis de proficiência. Isso implica que não há necessidade de itens âncora, visto que todos os itens operam como âncoras das habilidades que requerem. Uma implicação direta é a diminuição do número mínimo de itens necessários ao teste, como é o caso dos testes do GERES. Outra implicação é que não se perde informação de nenhum item, o que resulta em um ajuste melhor entre o modelo, os dados e a interpretação decorrente.

Dessa perspectiva, para Matemática, as escalas foram construídas a partir de informações fornecidas por cada item e, após essa etapa, foram delimitados intervalos de 25 pontos, representando 6 níveis de proficiência.

A partir daí, foi feita uma análise detalhada das habilidades desenvolvidas pelos alunos, considerando-se as três fases particularmente importantes nesse processo, a saber:

1. A introdução de uma habilidade / Início do desenvolvimento da habilidade;
2. O processamento da habilidade / Auge desenvolvimento da habilidade;
3. A consolidação da habilidade / Máximo desenvolvimento da habilidade.

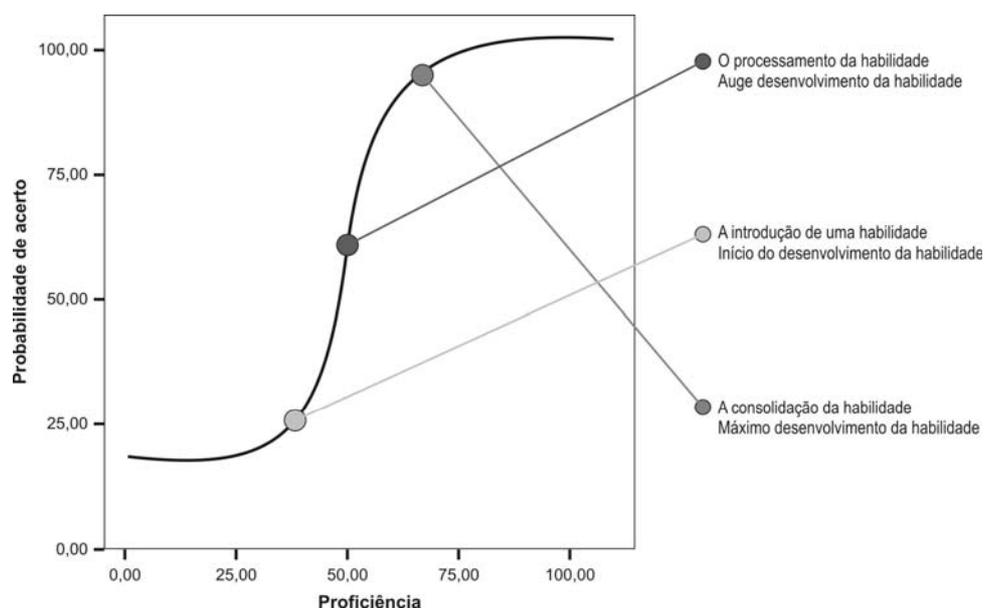
A essas fases associam-se três pontos na CCI<sup>1</sup>. O primeiro ponto delimita o início do desenvolvimento de uma habilidade e é estatisticamente definido pelo ponto em que se encontra a maior taxa de crescimento da inclinação da CCI. Esse ponto, cinza claro, indica o nível de proficiência em que os alunos passam a ter maiores condições de desenvolver essa habilidade.

O segundo ponto, cinza escuro, situa-se sobre a curva referente ao parâmetro, **b**, que diz respeito ao grau de dificuldade do item, informação que indica o nível de proficiência esperado dos alunos. A probabilidade de acerto ao acaso (parâmetro **c**) eleva a probabilidade de acerto associada ao parâmetro de dificuldade **b**, o qual passa de um valor fixo de 0,5 (50%) para  $0,5 + c/2$ . O ponto preto assinala o lugar onde o item fornece o máximo de informação para o modelo, ou seja, o ápice da Curva de Informação do Item (CII), cuja segunda derivada é igual a zero. Em torno desse ponto, pode-se afirmar que a habilidade está em rápido desenvolvimento, a CCI atinge a mais elevada inclinação e o modelo oferece o poder de discriminação mais alto, ou seja, consegue distinguir com maior precisão o grupo de alunos que desenvolveu do grupo que não desenvolveu a habilidade testada.

O terceiro ponto sinaliza a consolidação da aprendizagem. Estatisticamente, esse marco é localizado pela maior taxa de decréscimo da inclinação da CCI. Pode-se considerar que, a partir desse ponto, a habilidade está consolidada.

A seguir, a representação gráfica das três fases sumariza a descrição apresentada.

FIGURA 1. A CCI E AS FASES DE PROFICIÊNCIA COGNITIVA



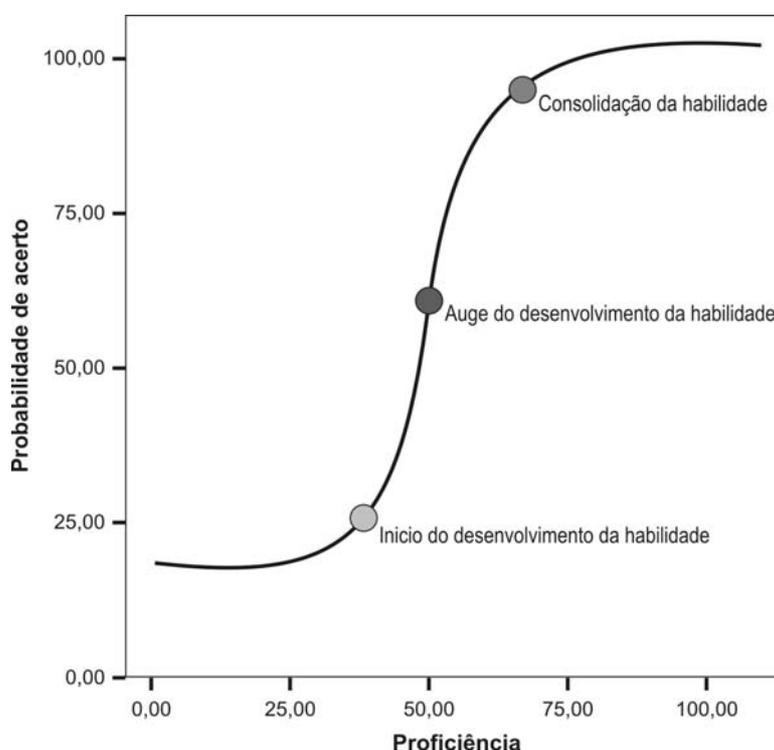
<sup>1</sup> A relação entre a proficiência e a probabilidade de o examinado acertar o item pode ser descrita por uma função monotônica crescente, denominada Curva Característica do Item-CCI.

Na busca de encontrar, estatisticamente, na Curva Característica do Item (CCI) uma representação correspondente às três fases descritas, produziram-se os pontos citados anteriormente, que podem ser traduzidos como mostram o quadro e os gráficos a seguir.

QUADRO 1. A RELAÇÃO DA HABILIDADE E O SEU DESENVOLVIMENTO

Habilidade	Desenvolvimento da habilidade
1 – Introduz	CCI começa a subir rapidamente (em desenvolvimento)
2 – Processa	Auge do crescimento da CCI (auge do desenvolvimento)
3 – Consolida	CCI começa a saturar (em consolidação)

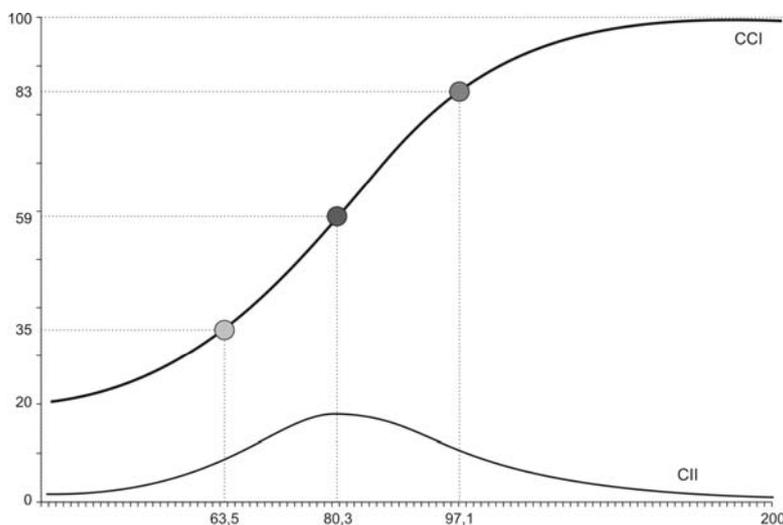
FIGURA 2. EXEMPLO HIPOTÉTICO DE CURVA CARACTERÍSTICA DO ITEM



Os modelos apresentados nos parágrafos anteriores se ajustam adequadamente aos dados do GERES. A seguir, apresenta-se um exemplo do comportamento das CCI e CII para um mesmo item testado no GERES<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> No Anexo II, para cada um dos 6 níveis de habilidades específicas, expõe-se a identificação desses pontos para diferentes tipos de itens. Os diagramas integrantes do Anexo III apresentam os itens ordenados por seu nível de dificuldade, para cada uma das ondas mencionadas.

FIGURA 3. EXEMPLO DE CURVA CARACTERÍSTICA DO ÍTEM (CCI) E DA CURVA DE INFORMAÇÃO DO ÍTEM (CII) PARA UM ÍTEM TESTADO NO GERES



Para representar as fases de desenvolvimento da habilidade na CCI, consideraram-se<sup>3</sup>:

- Início do desenvolvimento – a taxa de crescimento da 1ª derivada da Curva Característica do Item (CCI) é máxima (3ª derivada da CCI = 0 (primeira raiz);  $teta < parâmetro\ b$ );
- Processamento do desenvolvimento – o auge da aprendizagem ocorre no ponto em que a 1ª derivada da Curva de Informação do Item (CII) é máxima (2ª derivada da CII = 0 = parâmetro  $b$ );
- Consolidação da habilidade – a taxa de decréscimo da 1ª derivada da CCI é máxima (3ª derivada da CCI = 0 (segunda raiz);  $teta > parâmetro\ b$ ).

Em seguida, as fases tornaram-se pontos marcados na CCI e projetados na escala de habilidades ( $\theta$ ). A partir dos três pontos já descritos, foram construídas três regiões, apresentadas na escala de proficiência. A região central, cinza escuro, aponta o intervalo de proficiência em que o aluno está no auge do desenvolvimento da habilidade requerida pelo item. Para delimitar essa região, procedeu-se matematicamente ao cálculo de dois pontos (limites inferior e superior) em torno do parâmetro  $b$ . Esses pontos-limite representam o intervalo de confiança do parâmetro  $b$ . Por conseguinte, a área da região central é inversamente proporcional à precisão com que o parâmetro  $b$  é estimado, uma vez que traduz o erro padrão em torno dessa estatística.

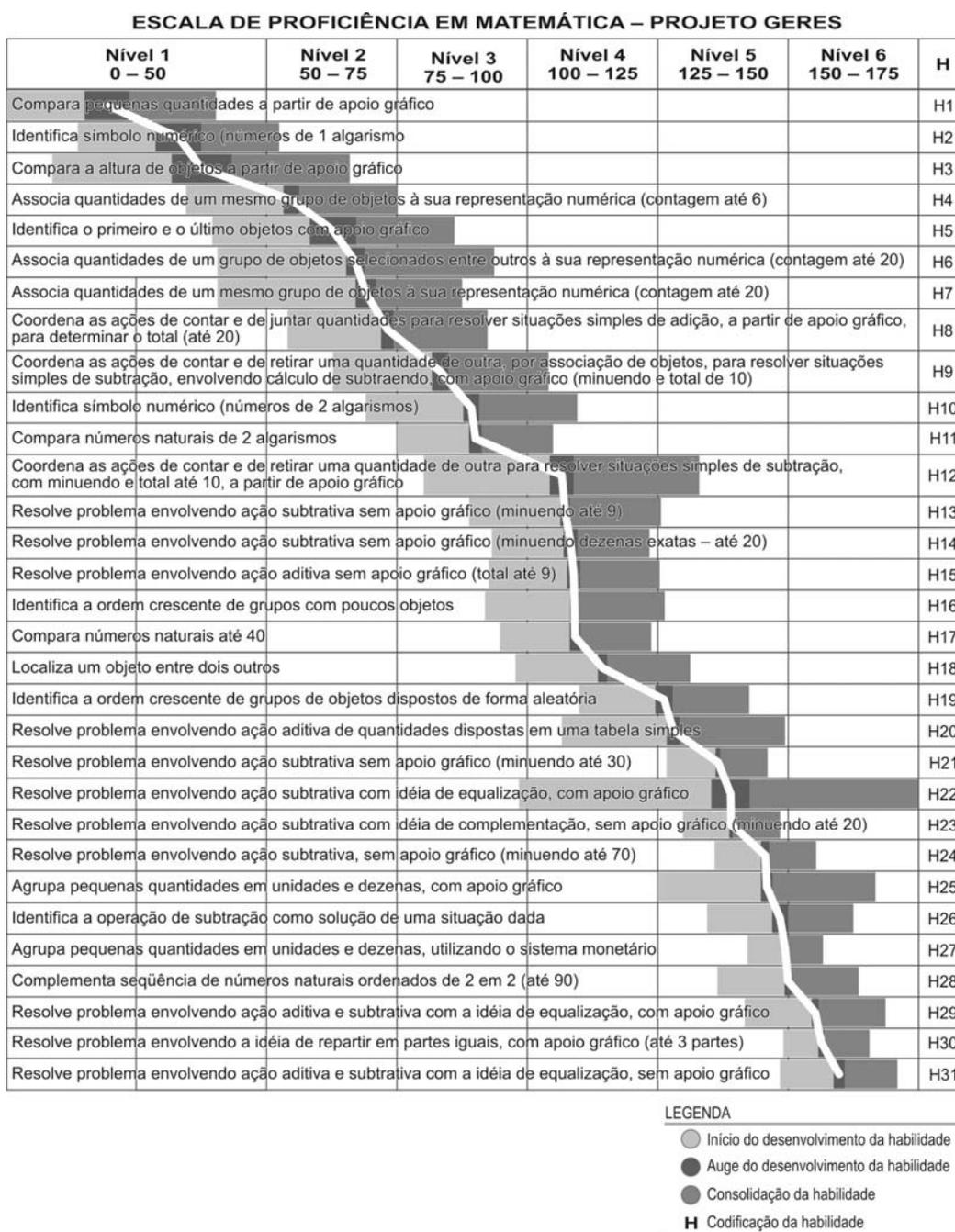
<sup>3</sup> Esses critérios foram estabelecidos a partir de análise daqueles utilizados pelo CEALE (Centro de Alfabetização Leitura e Escrita), em *Orientações para a organização do Ciclo Inicial de Alfabetização – Caderno 2*, que apontam o “momento do ciclo em que se deve privilegiar o desenvolvimento da capacidade” (Universidade Federal de Minas Gerais, 2004:14).

A gradação dos tons de cinza especificam o seguinte:

O tom **mais claro** significa que a capacidade deve ser **introduzida**, para possibilitar a familiarização dos alunos com os conhecimentos em foco, ou **retomada**, se já tiver sido objeto de ensino-aprendizagem em momentos anteriores. O **médio** significa que a capacidade deve ser **trabalhada de maneira sistemática**, com vista ao domínio pelos alunos. O tom **mais escuro** significa que a capacidade, tendo sido trabalhada sistematicamente, deve ser enfatizada de modo a assegurar sua **consolidação** (Universidade Federal de Minas Gerais, 2004:15).

Antes da cinza escuro, há a região cinza claro, indicando que a habilidade requerida pelo item está em início de desenvolvimento, caso em que a probabilidade efetiva de acerto situa-se em torno de 30%. Para efeitos de cálculo, deve-se considerar, todavia, que tal probabilidade de acerto é estimada levando-se em consideração o parâmetro  $c$ , ou seja, que ela cresce em torno de 30% acima da probabilidade de acerto ao acaso. Essa primeira região tem início no ponto onde a taxa de crescimento da 1ª derivada da CCI é máxima (3ª derivada da CCI = 0 (primeira raiz);  $teta < \text{parâmetro B}$ ) e termina no limite inferior da região verde.

DIAGRAMA 3. ESCALA DE PROFICIÊNCIA EM MATEMÁTICA / PROJETO GERES



Após a região cinza escuro, inicia-se outra, cinza médio, que se refere à etapa de consolidação da habilidade requerida pelo item. Essa região tem início no limite superior da região preta e termina no ponto onde a taxa de decréscimo da 1ª derivada da CCI é máxima (3ª derivada da CCI = 0 (segunda raiz);  $t > \text{parâmetro B}$ ). A probabilidade efetiva de acerto gira em torno de 80%, considerado o parâmetro  $c$ , ou seja, 80% acima da probabilidade de acerto ao acaso. O erro padrão relativo aos pontos-limite da área de informação global do item (composta pelas três regiões descritas) foi desprezado.

## 5. A INTERPRETAÇÃO DA ESCALA DE PROFICIÊNCIA

A primeira análise pedagógica<sup>4</sup> se faz tendo como referência a linha que passa transversalmente pelas áreas cinza escuro, região em torno do parâmetro de dificuldade, ligando as trinta e uma habilidades e os seis níveis de proficiência da escala. Essa linha indica, em cada nível da escala, os pontos em que a aprendizagem em Matemática está em seu ápice, ou seja, sinaliza os pontos em que a habilidade atinge o auge do desenvolvimento. Ela estabelece uma fronteira entre dois campos: (i) o que a antecede, onde se situam as experiências prévias, os conhecimentos básicos e o desenvolvimento de uma determinada habilidade; (ii) o que a sucede, em que a habilidade está em consolidação, ou seja, é reelaborada à medida que se consolida.

Nessa escala, pode-se observar que as áreas pretas das três primeiras habilidades (H1, H2, H3) localizam-se no nível 1, que prevê desempenhos de 0 a 50 pontos na escala. Isso significa que, nesse nível, os alunos já demonstram ser capazes de comparar pequenas quantidades com uso de recursos gráficos, de identificar símbolos numéricos até 9 e de comparar a altura de objetos, a partir de apoio gráfico. Trata-se de habilidades muito elementares que, na maioria das vezes, são construídas por meio de conhecimentos adquiridos socialmente. Por conseguinte, parece próprio afirmar que as crianças já desenvolveram essas habilidades ao ingressar na escola.

O primeiro movimento mais acentuado da linha para a direita se refere à aprendizagem das habilidades (H4, H5, H6, H7) relacionadas ao processo da contagem (nível 2 – 50-75). A contagem é uma atividade que envolve aspectos cognitivos e motores. É cognitiva, porque repousa sobre um conhecimento abstrato que diz respeito à ordem e à cardinalidade. É motora, porque necessita da coordenação de atividades manuais, visuais e vocais. Apesar de ser uma habilidade cognitiva precoce, muitas vezes a criança necessita da intervenção do professor para realizá-la plenamente. Por isso, a construção efetiva de tal habilidade acontece no recinto escolar. Nota-se que essas habilidades pressupõem um campo numérico em expansão, o que, porém, não constituiu uma dificuldade que impulsionasse a linha para o nível seguinte, uma vez que a próxima habilidade (H8 - capacidade de reunir quantidades por meio de contagem, realizando adição com total até 20 e com uso de recursos gráficos) se firma na linha de interseção dos níveis 2 e 3. A habilidade para resolver situações simples de subtrair com significado de “retirar”, por sua vez, salta para o nível 3. A mobilidade da linha permite perceber esse fluxo da aprendizagem.

A habilidade seguinte (H9) é a coordenação de ações de juntar e retirar para descobrir o valor do subtraendo em uma estrutura subtrativa. Uma situação envolvendo esse tipo de relação numérica é

---

<sup>4</sup> A análise dos níveis de proficiência foi desenvolvida com a colaboração da professora Wanda Maria de Castro Alves, especialista em Educação Matemática e autora de livros didáticos de Matemática para o ensino fundamental.

difícil, tratando-se de problema que exige um raciocínio inverso. No entanto, a forma de apresentação do item tornou a questão bem fácil, porque o aluno pôde resolvê-la por complementação, isto é, havia, de início, uma quantidade de objetos desenhados e, na seqüência do desenho, restava um grupo menor, pois alguns objetos foram retirados; para saber quantos objetos foram retirados, bastava contar a partir do grupo menor até perfazer o número inicial. Tal solução não implica que o aluno seja capaz de utilizar princípios matemáticos, relacionando adição / subtração para efetuar o cálculo do subtraendo. Isso justifica o desenvolvimento da habilidade H9 nesse ponto, antecedendo, por exemplo, a construção da habilidade H12 (cálculo do resto), pois é certo que chegar ao valor do resto é mais fácil que encontrar o do subtraendo.

Ainda no nível 3, destacam-se as habilidades de identificar e comparar números de dois algarismos (H10, H11), o que evidencia um campo numérico expandido e uma certa familiaridade dos alunos com esses números. Apesar de as evidências anteriores indicarem que os alunos avaliados possuem recursos para resolver questões envolvendo a habilidade H12 (determinar total e resto em operações), eles demonstraram dificuldades em relação à resolução dos itens associados a essa habilidade. Assim, o trajeto da linha apresenta aqui uma curva, localizando no nível 4 o ápice do desenvolvimento dessa habilidade. Observe-se que a resolução de problemas, inserindo ações aditivas e subtrativas sem apoio gráfico, ganha força nesse ponto. Parece que a resolução da adição e subtração caminha junto com as habilidades (H13, H14, H15) de solucionar problemas envolvendo essas operações. É pertinente indagar se isso indica que, nas situações de aprendizagem dos alunos com resultados pontuados nesse nível, a resolução de problemas deixa de ser um fim para tornar-se um meio.

O desempenho demonstrado pelos alunos colocados no quarto nível mostra o desenvolvimento de habilidades (H16, H17) mais complexas no campo numérico; no entanto, quando são solicitados a identificar a ordem crescente de grupos de objetos dispostos aleatoriamente (H19), a dificuldade se manifesta e a linha salta para o nível seguinte.

Cabe ressaltar que, no nível 4, os alunos demonstram a capacidade de identificar a posição de elementos em uma representação plana no espaço. Trata-se de uma habilidade (H18) que requer do aluno a capacidade de estabelecer relações para efeito de localização. Conseqüentemente, devem ser capazes de situar-se no espaço, deslocar-se nele, dar e receber instruções de localização e, também, de lidar com representações espaciais diferenciadas.

As habilidades H20, H21, H22, H23, H24, situadas no nível 5 (125-150 pontos), referem-se à capacidade de resolver problemas em situações mais complexas. O grupo de crianças com desempenho localizado nesse nível demonstra um raciocínio matemático mais elaborado, resultante de trabalho em sala de aula. É importante considerar esse conhecimento agregado, pois ele retrata um ganho que a escola, efetivamente, proporcionou ao aluno. Os significados da subtração, inerentes às situações-problema incluídas nas habilidades descritas no nível 5, abrangem idéias de “tirar”, “complementar” e “comparar”. A compreensão dos dois primeiros significados foi avaliada em itens mais simples e em níveis anteriores. O significado da subtração referente à equalização, no entanto, somente é contemplado no quinto nível. Quando o contexto envolve comparação, o aluno fica indeciso quanto ao que fazer, pois não percebe que a subtração é a operação indicada para solucionar a situação-problema. Provavelmente, o aluno consegue, com freqüência, resolver o problema por meio de ensaio e erro, efetivando tentativas apoiadas em suportes gráficos que acompanham o item.

Cabe ainda acrescentar que, no nível 5, estão no auge de desenvolvimento as habilidades H25, H26 e H27 (agrupar pequenas quantidades em unidades e dezenas, com apoio gráfico, e identificar a subtração, entre outras operações registradas, como solução de uma situação dada).

Observe-se que, a cada vez que uma das habilidades prevê a resolução de problema sem apoio gráfico, a linha que liga as áreas pretas tende a deslocar-se para a direita. Isso parece demonstrar que há uma distância entre a apropriação do raciocínio realizado sem referencial concreto e aquele que ainda depende desse recurso.

O desempenho dos alunos alocados no nível 6 reflete a construção das habilidades H29, H30, H31 e H32, que envolvem pensamento mais complexo e abstrato, e, muitas vezes, essas habilidades resultam da reelaboração de outras, adquiridas anteriormente. O conhecimento matemático se dá por sucessivas superações, seja no sentido de substituir formas simples de pensar e de fazer ou no de acrescentar algum conteúdo a conhecimentos que o aluno já conseguiu assimilar e organizar. Estão nesse caso as habilidades de resolver problemas que envolvem a idéia de repartir em até 3 partes iguais (H30) e as que envolvem estrutura aditiva e subtrativa com idéia de equalização sem apoio gráfico (H31).

Considerando-se como referência os níveis de proficiência, apresenta-se a seguir a interpretação da escala de proficiência em Matemática.

### 5.1. Nível 1

Com relação aos alunos que apresentaram proficiência média abaixo de 50 pontos, pode-se afirmar que demonstram habilidades muito limitadas, restringindo-se essas à capacidade de comparar grupos de objetos com o intuito de destacar o que possui maior quantidade. Eles são capazes, ainda, de comparar a altura de objetos, determinando o mais baixo e o mais alto. Essas são habilidades muito elementares: a primeira baseia-se no pareamento dos objetos, sem requisito de contagem, enquanto a segunda exige uma observação mais atenta e o exercício perceptivo da comparação. Registre-se que, apesar da exigência de maior atenção no que se refere à medida da segunda habilidade, não foi difícil para o aluno expressá-la, pois as dimensões dos objetos que dão suporte ao item característico desse nível contribuíram para a identificação do que foi proposto.

Os alunos cujo desempenho está situado nesse nível conseguem, além disso, identificar os símbolos numéricos, ou seja, os algarismos até 9. Isso não significa que eles tenham construído o número operatório, inclusivo, mas demonstra que conseguem decodificar o código numérico, isto é, conseguem identificar a grafia do algarismo. Acrescente-se, ainda, que essa habilidade de identificação não é sinônima de leitura, uma vez que ler envolve compreensão, o que não foi solicitado pelo item.

O número operatório é construído por um longo processo que antecede o princípio de conservação. A conservação do número refere-se à propriedade numérica de um grupo, independente da forma dos objetos que o compõem e da disposição dos mesmos no grupo. Como afirmam Nunes e Bryant (1997:21), “entender a conservação é, portanto, saber que o número de um grupo de objetos somente pode ser mudado pela adição ou subtração: todas as outras mudanças são irrelevantes”.

O conceito de número depende, também, da habilidade de classificar e seriar. A classificação permite trabalhar a cardinalidade, e a seriação envolve a ordinalidade. Pela síntese dessas propriedades, a criança elabora o número inclusivo e operatório.

Em resumo, pode-se afirmar que os resultados do teste de nível 1 evidenciam que os alunos se reportam a conhecimentos informais.

## 5.2. Nível 2

O nível 2 corresponde aos alunos que apresentaram uma proficiência média no intervalo de 50-75.

Os resultados alocados nesse nível demonstram que os examinandos têm conhecimentos matemáticos mais elaborados. Supõe-se que alguns deles tenham freqüentado a escola em anos anteriores, uma vez que já sabem contar (inclusive fazer contagem seletiva, como a solicitada, ao contar o número de copos entre pratos e xícaras), conseguindo associar quantidades aos números correspondentes e realizar pequenas adições com apoio gráfico.

Com referência aos alunos situados na faixa de 50-75, nota-se que o processo de contar está avançado, pelos seguintes aspectos: a contagem de objetos organizados linearmente é fácil, e isso ocorre em um dos itens característicos desse nível. Por outro lado, contar objetos espalhados requer organização mental mais elaborada, uma vez que a criança não pode manipulá-los e dispô-los linearmente, além do que, contar determinados objetos (contagem seletiva), desconsiderando-se outros, exige um nível avançado de abstração. Os alunos cujos desempenhos estão nesse nível conseguem efetuar contagens com essas características.

Outra habilidade demonstrada por eles é a identificação do primeiro e do último objetos em uma organização linear.

Ao efetuar uma contagem, a criança usa o pensamento aditivo, sempre adicionando 1 ao número contado anteriormente. Esse raciocínio possibilita a resolução de adição de pequenas quantidades. Para juntar 3 com 5, por exemplo, ela procede utilizando os dedos na contagem. No início, sente necessidade de contar a partir de 1, considerando os dedos das duas mãos: 1, 2, 3 e 4, 5, 6, 7, 8. Progredindo nessa habilidade, passa a usar a sobrecontagem, iniciando diretamente do 3 e contando: 4, 5, 6, 7, 8. Mais tarde, ela se dá conta de que fica mais rápido contar a partir do maior número; então, em 3 mais 5, considera o 5 e prossegue: 6, 7, 8. Em uma avaliação como a do GERES, é impossível detectar a modalidade operatória que a criança utilizou. É possível, outrossim, perceber que compreende o significado da adição envolvido no contexto da situação operatória, porque ela consegue resolver a questão. No caso do item dessa avaliação, a situação operatória envolve a idéia de “juntar”, exigindo do aluno que reúna os dois grupos e identifique a soma. Acertando, a criança demonstra que consegue coordenar as relações de juntar e numeralizar, apoiando-se em representação gráfica.

## 5.3. Nível 3

As expectativas relacionadas ao desempenho de alunos cujos resultados se alocam no intervalo de 75-100 são as de que eles sejam capazes de: (i) identificar símbolo numérico (números de 2 algarismos); (ii) comparar números naturais de dois algarismos; (iii) coordenar ações de contar e de juntar quantidades para que sejam resolvidas situações simples de adição, a partir de apoio gráfico para determinar o total (até 20); (iv) coordenar ações de contar e de retirar uma quantidade de outra para resolver situações simples de subtração, envolvendo o cálculo do subtraendo, com apoio gráfico (minuendo até 10).

Identificar um símbolo numérico, ou seja, determinar a identidade de um número diz respeito à apropriação de seu significado. Sabe-se que os símbolos numéricos são ideográficos, o que dificulta

sua identificação. Decodificar a grafia numérica é apropriar-se de um código, uma vez que a essência do número está ligada ao seu significado. Daí, a afirmativa de que identificar, ou melhor, ler e escrever números são processos de produção de significados. Isso não exclui, é claro, a importância da codificação e decodificação do código, as quais são necessárias, mas não suficientes.

Apontar o maior número entre 8, 12, 18 e 28, por exemplo, exige a decodificação do símbolo numérico, mas não implica compreendê-lo. É possível que o número 28 faça sentido para o aluno, que pode reconhecê-lo como o sucessivo de 27 e antecessor de 29, como formado por 2 grupos de 10 mais 8 objetos, como constituído por 2 dezenas e 8 unidades. Se isso ocorrer, significa que ele tem a idéia de número inclusivo e resultante de composição numérica. No entanto, se o aluno deu resposta correta ao item demonstra ter habilidade de reconhecer um número de dois algarismos, apontando-o entre outros.

Pode-se observar que os alunos desse nível desenvolveram habilidades mais complexas relacionadas à construção do número, uma vez que são capazes de identificar e comparar números sem apoio gráfico. Para dar resposta correta aos itens em que deve determinar o maior número entre 11, 12, 13, 15, ou entre 8, 12, 18, 28, o aluno tem que decodificar a representação simbólica desses números, ler todos eles e compará-los. Ora, isso demanda habilidades diferentes, das simples, como decodificar, às mais complexas, como comparar. Descobrir o maior dos números envolve rememorar experiências manipulativas com grupos de objetos, contagem e comparação entre quantidades. Muitas vezes, a criança identifica a quantidade maior quando percebe que, ao contar, o número maior é dito após um outro determinado; assim, 15 é maior, porque, contando-se, ele é falado depois de 11, 12, 13 e 14. Acredita-se que, nesse estágio, seja esse o recurso utilizado pelos alunos.

É de se observar ainda, que, nesse nível, os resultados obtidos evidenciam a passagem do processo de comparação de quantidades com apoio gráfico para outros que utilizam apenas o símbolo numérico.

A segunda habilidade, correspondente ao desempenho nesse nível, refere-se à capacidade de coordenar ações no sentido de adicionar, contando, e de subtrair, retirando. O processo mais elementar de adicionar é fazê-lo contando. O aluno conta ajuntando. Utilizando objetos, ele os reúne e focaliza o grupo obtido como o total. No início, pode parecer difícil adicionar, tendo como apoio somente recurso gráfico, uma vez que não pode manipular a representação de objetos. Ao resolver uma situação aditiva, usando a representação gráfica, o aluno demonstra ter avançado na resolução da adição.

Além desses aspectos, válidos também para as situações que envolvem subtração, quando essas se apresentam sob a modalidade de comparação, verifica-se que a dificuldade é maior. A dificuldade de compreender e quantificar a comparação se prende ao fato de que os alunos identificam as idéias de adição e subtração com mudanças nas quantidades. Como em problemas de tipo comparativo não há alterações nas quantidades, as crianças têm dificuldade de raciocinar sobre as relações numéricas envolvidas na situação-problema. Por exemplo, o item que apresenta uma fila de 8 pessoas na bilheteria de um cinema e informa que há apenas 5 ingressos disponíveis pergunta quantas pessoas ficarão sem ingresso. A solução envolve a subtração  $8 - 5$ , que será orientada pela comparação de 8 pessoas com 5 ingressos, pois não há o que subtrair, ou melhor, não há como tirar 5 ingressos de 8 pessoas. A solução não requer, portanto, mudança de quantidade. Se a criança consegue encontrar a solução, evidencia-se que seu pensamento matemático está bem trabalhado.

É interessante observar o item que apresenta um problema sobre pastéis, cujo suporte gráfico refere-se ao minuendo e ao resto, solicitando-se ao examinando que encontre o valor do subtraendo.

Se o item mais difícil dos considerados nessa análise é o que envolve uma comparação, os alunos que o responderam corretamente demonstram alguma habilidade para lidar com questões dessa natureza, sendo capazes de coordenar ações simples de adição e subtração, com total e minuendo até 10, relacionadas à aplicação de esquemas de ação que envolvem um processo direto de juntar e tirar quantidades, com a utilização de recursos gráficos.

#### 5.4. Nível 4

Os alunos que atingiram a proficiência média no intervalo de 100-125 pontos demonstram ser capazes de: (i) identificar a ordem crescente de grupos com poucos objetos; (ii) comparar números naturais até 40; (iii) resolver problemas envolvendo adição ou subtração (ação de juntar e retirar) sem apoio gráfico (total e minuendo até 10 e dezenas exatas até 20); (iv) localizar um objeto entre dois outros. As três primeiras habilidades pertencem ao bloco de conhecimento matemático relativo às idéias e a conceitos matemáticos ligados à quantificação; a última habilidade refere-se ao bloco de noções de localização no espaço.

Há uma progressão significativa da capacidade de abstrair relações numéricas dos alunos que se encontram no nível 4, em relação aos do nível anterior. Isso significa que eles conseguem pensar numericamente, sem necessidade de utilizar recursos gráficos, o que evidencia o início de interiorização de relações numéricas e operatórias.

Uma habilidade que esses alunos demonstram possuir é a de identificar uma série de três objetos, organizados em escala crescente, o que leva a pensar-se que conseguem indicar o pequeno, o médio e o grande. Essa identificação é apoiada na percepção visual e no conceito de série progressiva.

A apresentação de números naturais de dois algarismos em contexto, para que o aluno identifique o maior deles, exige a leitura, a comparação desses números e a interpretação do contexto. Em tais situações, o número ganha um significado social que interfere na sua compreensão. A resposta correta para um item com essas características indica evolução quanto à capacidade de identificar e comparar números, sinalizando o domínio da habilidade de decodificar e de ler um número. A decodificação, por sua vez, possibilita a identificação do código numérico. A leitura requer compreensão e a comparação requer leitura. Pode-se concluir, portanto, que os resultados alocados nesse nível demonstram que os alunos têm essas habilidades e sabem comparar números até 40.

A respeito da terceira habilidade, pode-se dizer que, analisando-se os resultados obtidos, esses alunos compreendem as relações aditivas com a idéia de juntar, e as subtrativas com sentido de retirar e complementar, na solução de situações-problema que envolvem esses significados. E, mais ainda, conseguem solucioná-las sem contar com apoio gráfico, que denota que já dispõem dos conceitos de adição e subtração.

Um bom questionamento a fazer, neste ponto, é o seguinte:

Como são construídos os conceitos de adição e subtração? Dispor desses conceitos implica efetuar-los no algoritmo? As primeiras idéias de adição surgem no decorrer do processo de contar. Ou seja, a contagem é uma atividade aditiva, pois sempre é adicionado 1 ao último número contado. A subtração está ligada à contagem regressiva. Ao trabalhar com as estruturas aditivas mais elementares, a criança se serve de materiais manipulativos, dos dedos e, em uma fase posterior, de recursos gráficos, conforme anteriormente explicitado. Ela soma contando. Usando os dedos, considera um

número e acrescenta outro, fazendo pareamento entre os dedos e os números contados. Assim em  $2 + 5$ , a criança conta 1, 2 e, usando a outra mão, prossegue 3, 4, 5, 6, 7. Quando passa a considerar o número maior como ponto de partida para a contagem, fica evidente seu avanço nesse processo. Daí em diante, a criança começa a mentalizar algumas combinações básicas que serão memorizadas.

Ao resolver uma situação-problema, que envolve adição e subtração, a criança usa um esquema de ação relacionando parte-todo. Se, no contexto, são conhecidos os valores das partes, basta reuni-las para encontrar o valor do todo. Se a situação é inversa, e são conhecidos os valores do todo e de uma parte, resta subtrair a parte do todo para encontrar o valor da outra parte. Diz-se que o problema tem sentido direto, quando requer o primeiro esquema de ação e inverso, quando requer o segundo esquema de ação. Quando o aluno é capaz de encontrar solução para a situação-problema que envolve “raciocínio aditivo”, ele realiza uma operação de adição ou de subtração. O termo “raciocínio aditivo” tem aqui um significado abrangente porque, na afirmação de Nunes *et al.* (2002:46), “embora as operações de soma e subtração sejam distintas, elas estão relacionadas a uma mesma estrutura de raciocínio”. Decorre dessa noção a conveniência de trabalhar em sala de aula as duas operações simultaneamente.

As considerações apresentadas permitem afirmar que, ao solucionar problemas simples sem apoio gráfico, o aluno demonstra que as operações envolvidas têm sentido para ele. Certamente, o conceito de adição e subtração está--se constituindo. Quanto a usar, nesse momento, o algoritmo próprio dessas operações, isso é indiferente. Não é o uso desse recurso que proporciona a compreensão das operações; ele apenas simplifica e abrevia a resolução. Ele auxilia, mas não é básico.

A última habilidade, evidenciada pelos alunos que se encontram nessa faixa de proficiência, refere-se à localização de um objeto situado entre dois outros. Os conceitos espaciais se constituem pela interação de sujeitos com objetos, motivados os primeiros (sujeitos) pela necessidade e pelo desejo de adaptação ao meio (objetos). A criança explora o espaço utilizando seu corpo, atividade que leva à elaboração dos mencionados conceitos. Essa modalidade de trabalho exploratório conduz à construção de um esquema corporal que garante à criança suas referências básicas. Posteriormente, ela será capaz de transferir esse esquema corporal para os objetos e estabelecer algumas relações entre si mesma e os objetos, bem como entre objetos e objetos. De início, a criança tem experiências em situações determinadas, usando seu corpo como referência e movimentando objetos, de modo a estabelecer relações entre eles. Em seguida, consegue captar a representação dessas relações por meio de desenhos, interpretando-as em esquemas gráficos e em gravuras. A partir desse ponto, dá-se a interiorização dos conceitos espaciais, e ela será capaz de resolver questões relativas a posicionamento e localização de objetos no espaço, em situações que utilizam representações. Como os alunos situados nesse nível conseguiram determinar, em uma representação, a posição de um objeto entre dois outros, pode-se dizer que eles já construíram o conceito posicional.

É digno de nota que os alunos desse nível conhecem o significado do termo “troco”. Saber lidar com troco é uma habilidade adquirida socialmente, e muitas crianças chegam à escola fazendo uso correto dela.

## 5.5. Nível 5

Na análise dos itens correspondentes aos acertos dos alunos situados no nível 5, observa-se que eles apresentam algumas habilidades em relação aos anteriores, como (i) seriar grupos de objetos dispostos aleatoriamente, o que exige do aluno uma boa discriminação visual; (ii) resolver problemas

que envolvam ações aditivas, com dados inseridos em tabelas simples; (iii) utilizar a idéia de equalização para solucionar-se uma subtração; (iv) agrupar quantidades, formando dezenas e unidades.

As habilidades referentes ao padrão do nível 5, são as seguintes: (i) identificar a ordem crescente de grupos de objetos dispostos de forma aleatória; (ii) agrupar pequenas quantidades em unidades e dezenas com apoio gráfico, ou utilizando-se o sistema monetário brasileiro; (iii) resolver problema que envolva ação subtrativa (retirar e complementar) sem apoio gráfico; (iv) resolver problema que envolva ação subtrativa com idéia de equalização, com apoio gráfico; (v) identificar a operação de subtração como solução de uma situação dada; (vi) resolver problema que envolva a ação aditiva de quantidades dispostas em uma tabela simples.

As evidências expressas nos resultados dos alunos que alcançaram uma proficiência média no intervalo de 125-150 demonstram que eles já dispõem de noções matemáticas mais elaboradas, o que parece ser efeito do trabalho realizado pela escola. Eles fazem trocas na base dez, utilizando cédulas de real e determinando, após as trocas, os grupos de 10 (reais) e os de 1 (real). Um modo de introduzi-los ao estudo do Sistema de Numeração Decimal é focalizar agrupamentos de objetos na base dez, ou seja, 10 objetos formando 1 dezena, e 10 dezenas organizando-se em grupo de 100. À medida que a criança tem experiências em situações com a inserção do número, seu campo numérico vai-se expandido, pouco a pouco. A série numérica resultante da contagem vai-se ampliando, e as estratégias utilizadas nas contagens vão sendo gradativamente reelaboradas. A criança passa a contar de 2 em 2, de 5 em 5, de 10 em 10 e assim por diante. O que aprende nessas experiências servirá de subsídio para a compreensão de agrupamentos direcionados para a formação de dezenas e centenas. Ao conseguir relacionar uma quantidade agrupada à sua respectiva indicação em dezenas e unidades, o aluno demonstra estar construindo esses conceitos. É o que ocorre com o grupo que se encaixa nessa faixa de proficiência.

Destaque-se, também, que o aluno consegue solucionar, comparativamente, situações subtrativas, envolvendo a equalização. Anteriormente comentou-se que, para a criança, é significativamente difícil pensar a subtração como comparação. Por exemplo, em dois grupos, cada um com uma quantidade diferente de pessoas, como redistribuí-las para que os grupos tenham a mesma quantidade de pessoas? A criança pode resolver a situação retirando mentalmente, uma a uma, as pessoas do grupo maior, colocando-as no grupo menor. À medida que faz isso, deve conferir, sempre, a quantidade dos dois grupos, até igualá-los numericamente. Ora, essa operação mental não é fácil. Outro modo de solucionar a mesma questão é juntar, mentalmente, as pessoas dos dois grupos e, depois, reparti-las igualmente em dois grupos. Leve-se em conta que essa solução é igualmente difícil. Os alunos desse nível demonstraram capacidade de resolver esse tipo de item, o que indica que apresentam um bom desempenho em matemática, face às expectativas formuladas para sua faixa etária.

É importante, outrossim, enfatizar-se que os alunos são capazes de resolver situação-problema que envolve adição, a partir de informações constantes em quadros ou tabelas, ou seja, quando envolve consulta a números organizados, dentre os quais devem utilizar apenas os necessários para a resolução do item. Trata-se de uma consulta seletiva que condiciona o acerto. A resposta correta depende de duas habilidades: a de pinçar da tabela os dados adequados e a de usá-los corretamente na adição.

## 5.6. Nível 6

Os alunos cujo desempenho se situa nesse nível, além de evidenciarem a construção das habilidades já descritas nos níveis anteriores, demonstram capacidade de: (i) complementar seqüência

de números naturais ordenados de 2 em 2 (até 90); (ii) resolver problema que envolva ação aditiva e subtrativa com a idéia de equalização; (iii) resolver problema que envolva a idéia de repartir em partes iguais (até 3 partes), com apoio gráfico.

O nível 6 corresponde ao intervalo 150-175. É um desempenho bastante significativo para crianças de 6 e 7 anos, que indica que o pensamento matemático encontra-se mais elaborado e é capaz de um nível maior de abstração.

A complementação de seqüência numérica, apresentada em uma organização de 2 em 2, requer do aluno algumas habilidades, como ler os números, perceber o intervalo entre eles, saber recitar a série numérica de 2 em 2, prevendo sua continuação, de modo a descobrir o número seguinte. Nota-se que os alunos desse nível fazem isso e têm domínio de um campo numérico expandido (até 90).

Resolver problema que abrange equalização envolve tanto o pensamento aditivo quanto o subtrativo, pois, para se igualar numericamente dois grupos, elementos devem ser retirados de um e adicionados ao outro. Esse modo de operar o raciocínio expressa a mobilidade de pensamento relacionada ao raciocínio reversível. Ora, sabe-se que esse tipo de raciocínio é muito difícil para a criança, e sua construção é lenta e progressiva. Se os alunos desse nível dão conta de solucionar itens dessa natureza, seu pensamento reversível está sendo desenvolvido, o que deve, com justeza, atribuir-se ao trabalho da escola.

Por outro lado, é possível que se tenha resolvido o problema juntando-se os elementos dos dois grupos e, depois, repartindo-os em dois grupos iguais. A análise do resultado não permite depreender qual foi o raciocínio utilizado pelos alunos, dúvida que não é relevante, porque um ou outro são raciocínios matemáticos elaborados.

A terceira habilidade demonstrada por esse grupo de alunos diz respeito à capacidade de resolução de problema que envolva a idéia de repartir em partes iguais. A divisão tem dois significados: o de repartir e o de medir. A idéia de repartir é mais simples, mais ajustada ao pensamento infantil e mais presente na vida da criança. Ela reparte balas com os colegas, divide fichas ao jogar com eles, enfim, participa de muitas situações em que a divisão implica repartição. Às vezes, defronta-se com algumas que dão resto. Por isso, desde que sejam simples os problemas em questão, os alunos conseguem resolvê-los. Os resultados obtidos demonstram que os alunos submetidos ao teste sabem repartir em três partes iguais.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ponto de partida deste trabalho foi a percepção de que a interpretação pedagógica da Escala de Proficiência em Matemática do Projeto GERES poderia levar a considerações relevantes sobre o desenvolvimento de habilidades cognitivas após um ano de escolaridade do ensino fundamental.

Ancoradas na Teoria da Resposta ao Item, e usando o método dos três parâmetros, as análises estatística e pedagógica conjugadas propiciaram a construção da escala de proficiência que apresenta as habilidades em início de desenvolvimento, em processamento ou em consolidação, em *um continuum*, ou seja, do nível de complexidade mais baixo para o mais alto, tendo como principal referência a região em torno do parâmetro da dificuldade do item, **b**, onde se situa seu maior poder de discriminação, notadamente em relação à aprendizagem da habilidade requerida pelo item.

A interpretação pedagógica dos níveis da Escala de Proficiência em Matemática, do Projeto GERES, permite as seguintes observações:

- a consolidação de uma habilidade pressupõe a existência de outros recursos cognitivos mobilizáveis;
- o aumento dos níveis de proficiência em uma habilidade em consolidação torna-se recurso mobilizável por habilidades mais complexas;
- o desenvolvimento de habilidades ocorre de modo gradual e progressivo, processo que se enriquece segundo o grau de dificuldade ou complexidade de cada habilidade;
- as analogias operadas em cada nível e os recursos que elas mobilizam não levam, em geral, à construção de uma resposta adequada a uma situação nova, mas a um processo cumulativo, no qual as habilidades em consolidação, em um determinado nível, servem de base para o desenvolvimento de habilidades do nível seguinte.

Assim, a escala de proficiência do Projeto GERES é um instrumento importante na produção de diagnósticos do desempenho escolar, o que propicia a análise qualitativa das médias de proficiência alcançadas por cada aluno, cada turma, cada unidade escolar e cada pólo integrantes do programa. Mais importante, contudo, do que comparar as médias de proficiência é a utilização da interpretação pedagógica dos níveis de proficiência da escala, um rico material de discussão a ser cotejado pelo projeto pedagógico da escola, bem como uma oportunidade de discutir-se o currículo e o trabalho pedagógico implementados, tendo-se em vista o início, o processamento e a consolidação, pelos alunos, de habilidades básicas essenciais ao período de escolaridade avaliado. Nesse sentido, a metodologia de construção de escala de proficiência adotada pelo Projeto GERES produz informações de suma importância no que se refere ao desenvolvimento cognitivo dos alunos, descrevendo, por meio de resultados expressos por escores de proficiência, níveis distintos de ações e operações mentais utilizados pelos alunos ao resolverem os desafios cognitivos apresentados nos itens dos testes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brasil (1999). Ministério da Educação e da Cultura. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais. *Guia de Interpretação Estatística dos Itens*. Brasília: MEC/INEP.
- Brasil (1997). Ministério da Educação e da Cultura. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: MEC/SEF.
- Franco, C. (2004). Quais as contribuições da avaliação para as políticas educacionais? En: Bonamino, A., Bessa, Nícia y Franco, C. (org). *Avaliação da Educação Básica*. Rio/São Paulo: PUC – Rio/Loyola.
- Hambleton, R.K., Swaminathe, H. y Rogers, H.J. (1991). *Fundamentals of Item Response Theory*. Newbury Park: Sage University Paper.
- Lee, V. (2004). Medidas educacionais: avaliando a eficácia das escolas em termos de excelência e equidade. En: Bonamino, A., Bessa, N., Franco, C. (org.) *Avaliação da Educação Básica: pesquisa e gestão*. Rio/São Paulo: PUC – Rio/Loyola.
- Linden, W.J. y Hambleton, R.K. (1996). *Handbook of Modern Item Response Theory*. New York: Springer-Verlag.
- Lord, F.M. (1980). *Applications of item response theory to practical testing problems*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Nunes, T. y Bryant, P. (1997). *Crianças fazendo matemática*. Porto Alegre: Artes Médicas.

Nunes, T. et al. (2002). *Introdução à Educação Matemática: os números e as operações numéricas*. São Paulo: PROEM.

Polya, G. (1978). *A arte de resolver problemas*. Rio de Janeiro: Interciência.

Projeto GERES (2005). *Estudo Longitudinal sobre Qualidade e Equidade no Ensino Fundamental Brasileiro, 2*.

Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Educação. Centro de Alfabetização Leitura e Escrita. (2003). *Orientações para a organização do Ciclo Inicial de Alfabetização*. Belo Horizonte: SEE-BH.

Valle, R.C. (1999). *Teoria da Resposta ao Item*. Dissertação (Mestrado). São Paulo: IME/USP.

## ANEXO I

Matriz de Referência da Proficiência em Matemática - Projeto GERES			
COMPETÊNCIAS		Referência: Iniciantes do Ens. Fundamental (N1 / 1ª Onda de Aplicação)	Referência: 1ª série do Ens. Fundamental (N2 / 2ª Onda de Aplicação)
		DESCRITORES - N1	DESCRITORES - N2
C1	Fazer diferentes leituras de um número.	D1. Associar a quantidade de objetos à sua representação numérica	D1. Associar números naturais à sua representação.
		D2. Identificar números naturais de até dois algarismos.	D2. Ler números naturais de dois algarismos.
C2	Comparar, relacionar e ordenar números e grandezas	D3. Comparar grupos de objetos representados por meio de desenho, determinando a igualdade/desigualdade numérica.	D3. Ordenar números naturais de dois algarismos.
		D4. Comparar o comprimento de dois ou mais objetos, representados por meio de desenho.	—
		D5. Estabelecer a igualdade numérica entre grupos.	—
		D6. Ordenar grupos de objetos.	—
C3	Aplicar a adição e a subtração	D7. Resolver problemas envolvendo a ação de reunir/acrescentar grupos de objetos, limitando-se ao total 10.	D4. Resolver problemas envolvendo adição e subtração com números naturais de 1 algarismo.
		D8. Resolver problema envolvendo a ação de retirar/completar grupos de objetos, limitando-se ao minuendo 10.	D5. Calcular o resultado da adição de três números naturais de um algarismo.
		D9. Resolver problemas envolvendo adição (até total 10) e subtração (até minuendo 10).	D6. Relacionar adição e subtração como operações inversas.
		—	D7. Resolver problemas envolvendo a adição de números naturais de 2 algarismos.
		—	D8. Resolver problemas envolvendo a subtração de números naturais de dois algarismos.
C4	Aplicar a multiplicação e a divisão	—	D9. Resolver problemas envolvendo a noção de multiplicação.
		—	D10. Resolver problemas envolvendo noções intuitivas de dobro, metade e divisão em partes iguais.
C5	Identificar e localizar deslocamentos de objetos no espaço	D10. Identificar a localização de um objeto em uma representação gráfica tendo como referência um ou mais objetos.	D11. Localizar objetos em representação plana do espaço, a partir de um referencial.
C6	Identificar propriedades comuns das figuras.	D11. Identificar formas como arredondadas ou não.	D12. Identificar formas geométricas presentes em elementos naturais em objetos criados pelo homem.
C7	Ler, selecionar e interpretar dados e informações.	D12. Identificar informações apresentadas em quadros simples.	D13. Ler informações simples em quadros ou tabelas.
		—	D14. Ler informações em um gráfico de colunas desenhado sobre malhas quadriculadas.

**ANEXO II**

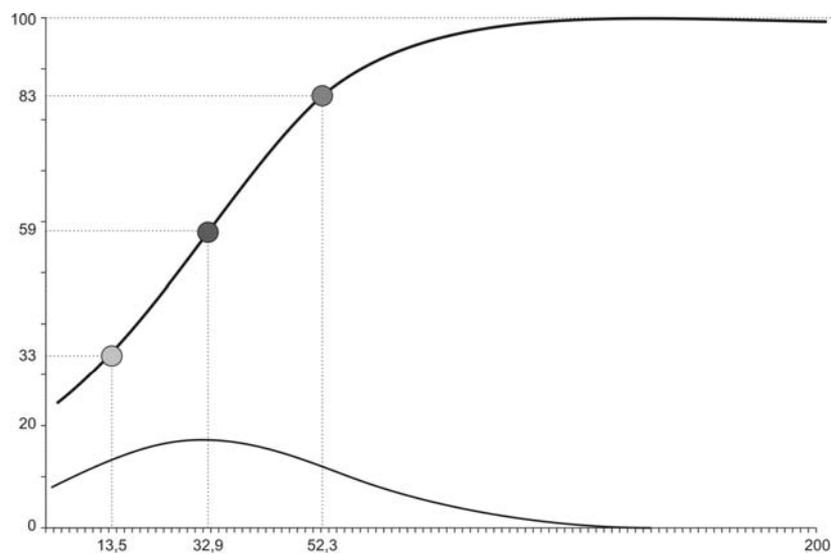
EXEMPLO DE ITEM NÍVEL 1

M010020GE	Parâmetro a	Parâmetro b	Parâmetro c
D	0.0403	32.9	0.048
Identifica o símbolo numérico (números de um algarismo).			

(M010020GE) Veja os números!



Faça um X no número oito.



EXEMPLO DE ITEM NÍVEL 2

M010095GE	Parâmetro a	Parâmetro b	Parâmetro c
A	0.042	69.02	0.13

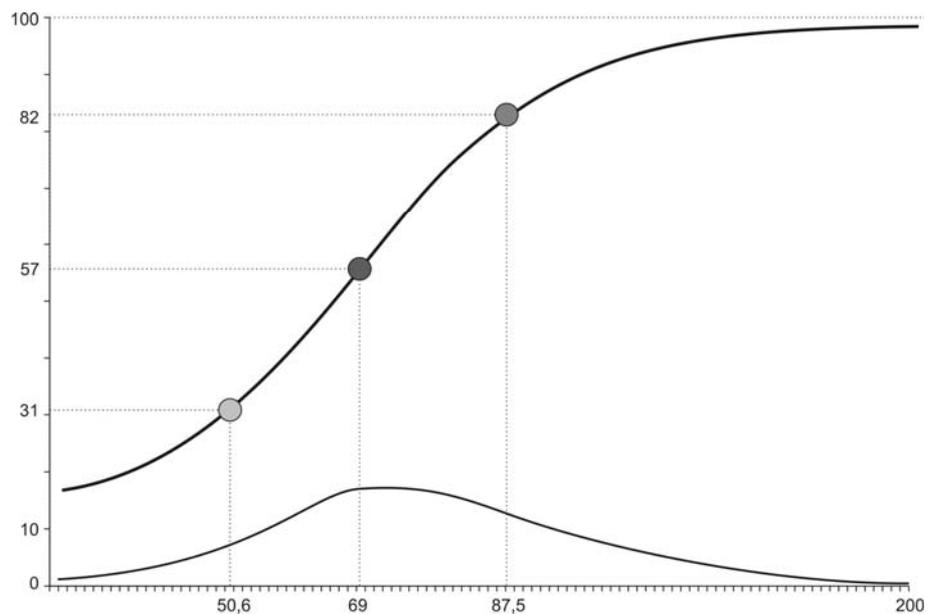
Associa quantidades de um mesmo grupo de objetos à sua representação numérica (contagem até 20).

(M010095GE) Veja as pessoas na fila do ônibus!



Faça um X no número que mostra a quantidade de pessoas que estão na fila do ônibus.

9	8	7	6
---	---	---	---

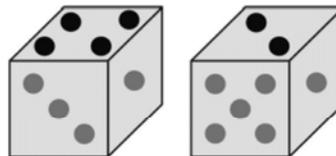


EXEMPLO DE ITEM NÍVEL 3

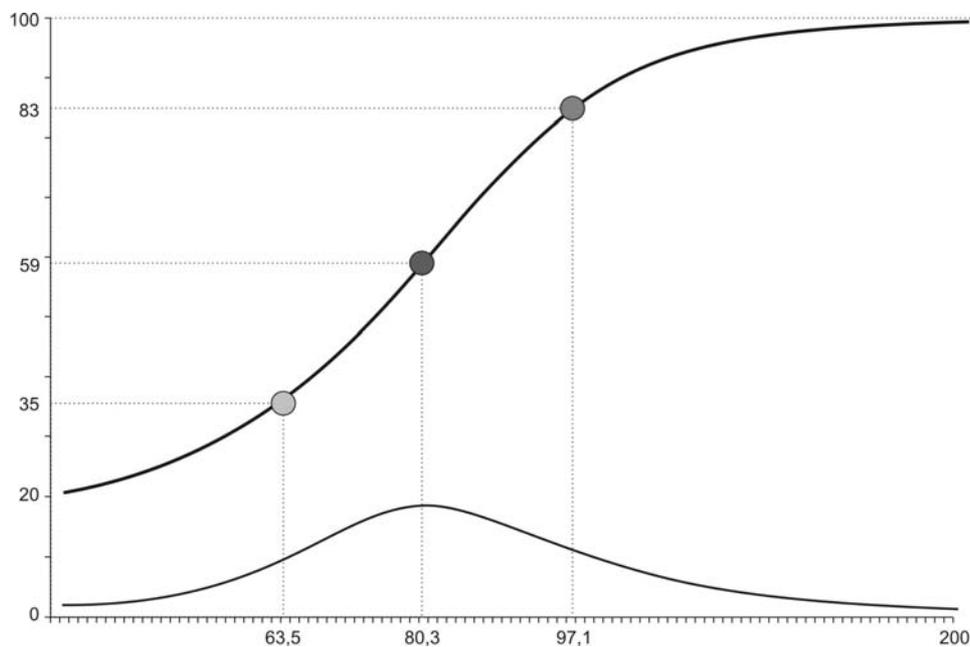
M010077GE	Parâmetro a	Parâmetro b	Parâmetro c
B	0.046	80.29	0.18
Coordena as ações de contar e de retirar uma quantidade de outra para resolver situações simples de subtração, com minuendo e total até 10, a partir de apoio gráfico.			

(M010077GE) Veja os dados que Julia jogou!

As bolinhas pintadas de preto indicam os pontos que ela fez.



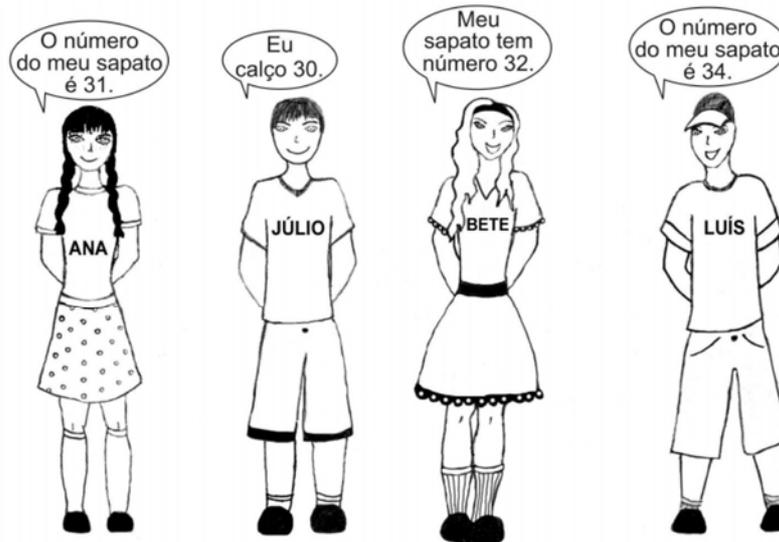
Faça um X no número que mostra quantos pontos Júlia fez jogando esses dois dados.



EXEMPLO DE ITEM NÍVEL 4

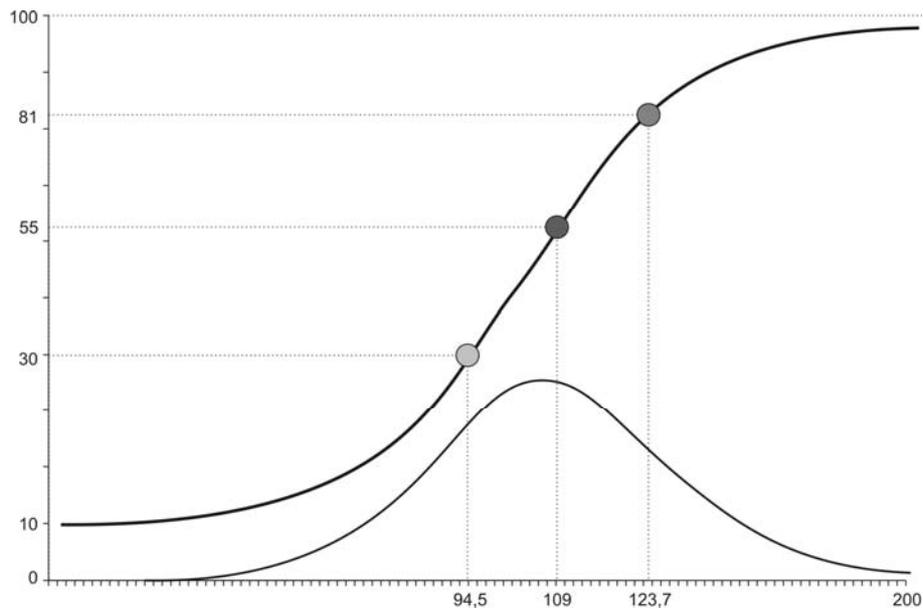
M020066GE	arámetro a	arámetro b	arámetro c
D	0.053	109.11	0.10
Compara números naturais até 40.			

(M020066GE) Leia o que as crianças estão dizendo:



Faça um X no quadro onde está escrito o nome de quem calça o sapato maior.

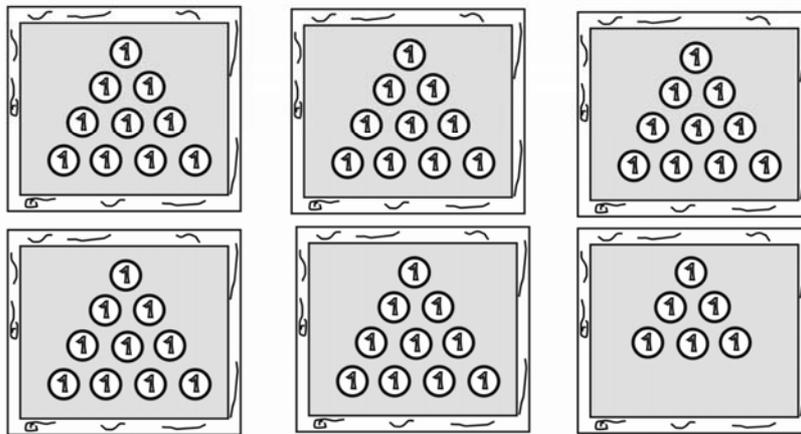
Ana	Júlio	Bete	Luís
-----	-------	------	------



EXEMPLO DE ITEM NÍVEL 5

M020065GE	arámetro a	arámetro b	arámetro c
C	0.0366	145.9	0.152
Agrupa pequeñas cantidades en unidades e decenas, com apoio gráfico.			

(M020065GE) Ivan colecciona moedas.  
 Ele cola suas moedas em quadros de madeira.  
 Veja.



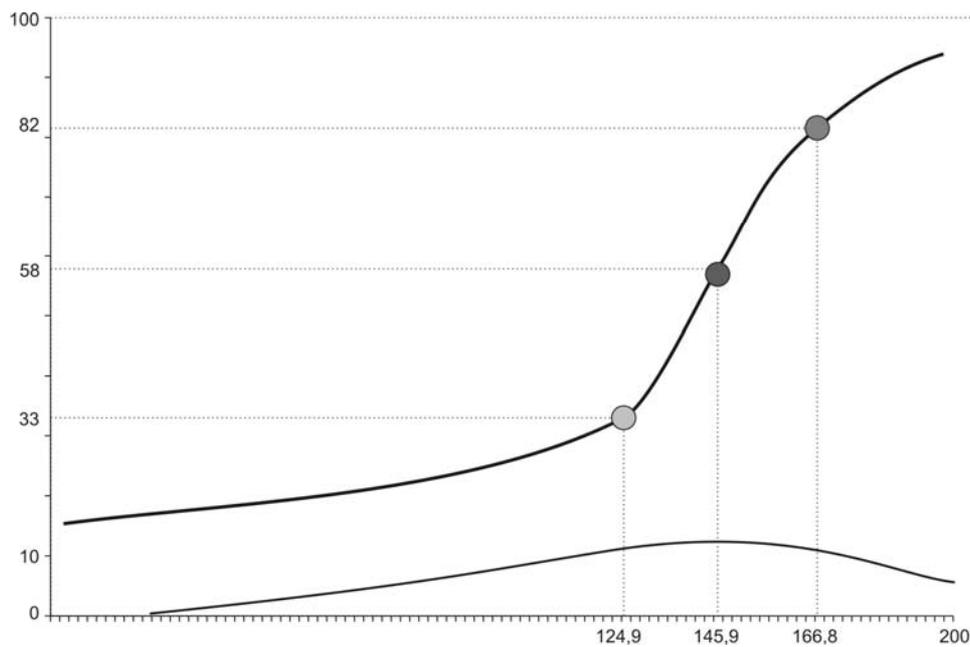
Faça um X no quadro que mostra a quantidade de moedas que Ivan tem.

**10 dezenas e  
6 unidades**

**6 dezenas e  
5 unidades**

**5 dezenas e  
6 unidades**

**5 dezenas e  
5 unidades**



EXEMPLO DE ITEM NÍVEL 6

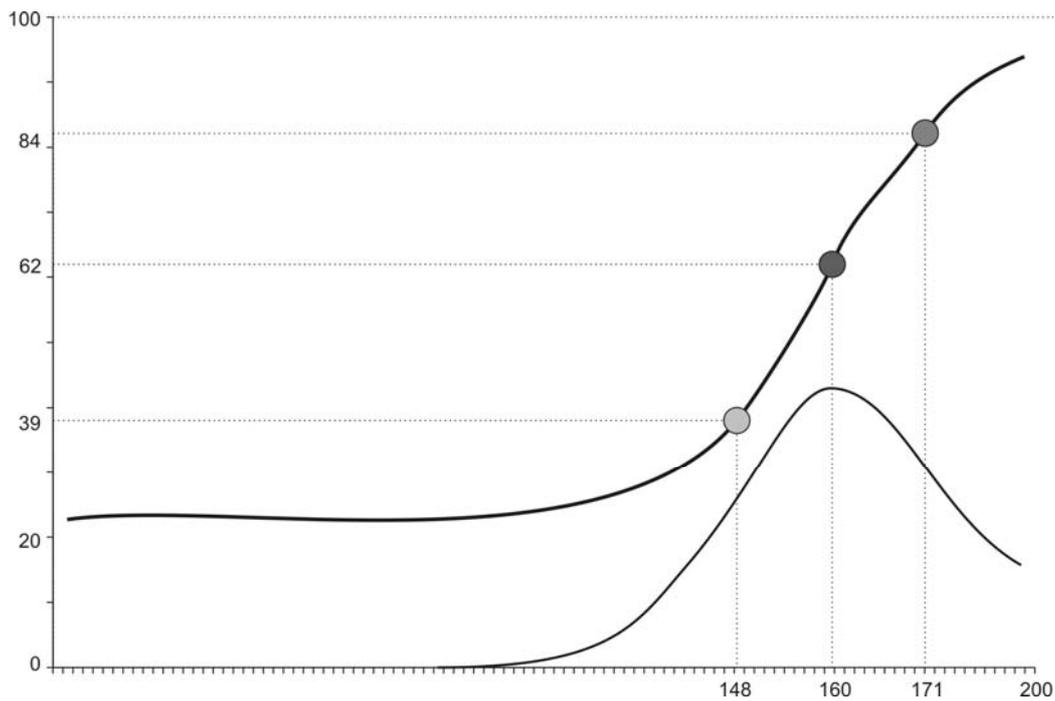
M020059GE	arâmetro a	arâmetro b	arâmetro c
A	0.068	159.7	0.23
Resolve problema envolvendo ação aditiva e subtrativa com a idéia de equalização, sem apoio gráfico.			

(M020059GE) Lia vende laranjas e maçãs.

Hoje, ela vendeu 31 laranjas e 18 maçãs.

Quantas maçãs Lia ainda precisa vender hoje para que tenha vendido a mesma quantidade de laranjas e maçãs?

- 13     
  23     
  49     
  39



## ANEXO III

## N1. 1ª ONDA DE APLICAÇÃO

Item	B	Min.	Max.	Faixa 1 (%) 0-50	Faixa 2 (%) 50-75	Faixa 3 (%) 75-100	Faixa 4 (%) 100-125	Faixa 5 (%) 125-150
M010027GE	19,14 0,55	-1,797 0,29	40,08 0,81	0,67 ■	0,96	0,99	1	1
M010020GE	32,9 0,59	13,53 0,36	52,27 0,83	0,55 ■	0,9	0,99	1	1
M010029GE	37,35 0,57	8,658 0,32	66,04 0,82	0,52 ■	0,78	0,91	0,98	1
M010017GE	54,89 0,51	34,5 0,23	75,28 0,79	0,1 ■	0,56	0,93	0,97	0,99
M010010GE	62,67 0,63	39,19 0,42	86,15 0,84	0,37 ■	0,63	0,84	0,96	1
M010094GE	67,03 0,51	40,32 0,23	93,74 0,79	0,25 ■	0,36	0,6	0,88	0,99
M010095GE	69,02 0,57	50,58 0,31	87,46 0,82	0,06 ■	0,26	0,75	0,94	1
M010016GE	73,17 0,52	53,8 0,24	92,54 0,8	0,17 ■	0,2	0,31	0,65	0,98
M010077GE	80,29 0,59	63,45 0,35	97,13 0,83	0,18 ■	0,27	0,7	0,95	0,99
M010086GE	83,28 0,57	62,34 0,32	104,2 0,82	0,15 ■	0,28	0,61	0,89	0,98
M010014GE	89,13 0,62	68,74 0,4	109,5 0,84	0,16 ■	0,41	0,82	0,96	1
M010074GE	89,88 0,62	74,98 0,4	104,8 0,84	0,21 ■	0,3	0,57	0,91	1
M010084GE	95,33 0,57	70,34 0,32	120,3 0,82	0,14 ■	0,28	0,46	0,79	0,96
M010041GE	106,6 0,55	79,91 0,28	133,3 0,81	0,08 ■	0,21	0,27	0,58	0,85
M010120GE	107,1 0,6	88,68 0,37	125,6 0,83	0,23 ■	0,23	0,31	0,67	0,95
M010088GE	108,8 0,6	92,36 0,37	125,3 0,83	0,14 ■	0,22	0,29	0,67	0,94
M010030GE	108,9 0,59	91,72 0,36	126,2 0,83	0,1 ■	0,41	0,76	0,9	1
M010036GE	111,1 0,56	97,92 0,31	124,2 0,82	0,13 ■	0,13	0,14	0,56	0,97
M010034GE	114,3 0,54	97,47 0,27	131,2 0,81	0,05 ■	0,07	0,2	0,61	0,93
M010055GE	119,2 0,57	100,3 0,33	138,1 0,82	0,11 ■	0,11	0,19	0,35	0,72
M010054GE	122,3 0,58	106,2 0,33	138,4 0,82	0,15 ■	0,15	0,18	0,36	0,78
M010068GE	126,2 0,57	109,7 0,32	142,7 0,82	0,12 ■	0,14	0,16	0,34	0,77
M010044GE	127,9 0,58	106,4 0,34	149,4 0,82	0,08 ■	0,2	0,22	0,38	0,77
M010070GE	139 0,53	98,24 0,26	179,8 0,8	0,05 ■	0,13	0,15	0,36	0,52

N2. 2ª ONDA DE APLICAÇÃO

Item	B	Min.	Max.	Faixa 2 (%) 50-75	Faixa 3 (%) 75-100	Faixa 4 (%) 100-125	Faixa 5 (%) 125-150	Faixa 6 (%) 150-175
M010014GE	89,13 0,62	68,74 0,4	109,5 0,84	0,07	0,54	0,86	0,96	1
M010084GE	95,33 0,57	70,34 0,32	120,3 0,82	0,07	0,44	0,7	0,89	0,99
M020033GE	100 0,5	80,63 0,21	119,4 0,79	-	0,15	0,17	0,09	0,08
M010041GE	106,6 0,55	79,91 0,28	133,3 0,81	0,06	0,35	0,64	0,83	0,96
M010120GE	107,1 0,6	88,68 0,37	125,6 0,83	0,11	0,38	0,71	0,93	0,98
M020049GE	108,2 0,57	92,99 0,33	123,4 0,82	0,05	0,27	0,66	0,95	0,98
M010088GE	108,8 0,6	92,36 0,37	125,3 0,83	0,16	0,31	0,67	0,93	0,98
M010030GE	108,9 0,59	91,72 0,36	126,2 0,83	0,13	0,27	0,64	0,91	0,99
M020066GE	109,1 0,55	94,49 0,29	123,7 0,81	0,03	0,19	0,63	0,94	0,99
M010036GE	111,1 0,56	97,92 0,31	124,2 0,82	0,08	0,27	0,66	0,95	0,99
M010034GE	114,3 0,54	97,47 0,27	131,2 0,81	0,03	0,16	0,47	0,85	1
M010055GE	119,2 0,57	100,3 0,33	138,1 0,82	0,08	0,21	0,53	0,85	0,97
M010054GE	122,3 0,58	106,2 0,33	138,4 0,82	0,13	0,18	0,43	0,83	0,97
M010044GE	127,9 0,58	106,4 0,34	149,4 0,82	0,16	0,21	0,39	0,7	0,9
M020073GE	136,6 0,62	126,6 0,4	146,5 0,84	0,14	0,21	0,26	0,65	0,97
M020051GE	139,1 0,58	129,7 0,33	148,4 0,82	0,2	0,15	0,15	0,55	0,94
M020052GE	143,1 0,61	133 0,39	153,1 0,84	0,14	0,21	0,22	0,5	0,91
M020050GE	145,6 0,6	135,8 0,37	155,4 0,83	-	0,22	0,21	0,46	0,89
M020065GE	145,9 0,58	124,9 0,33	166,8 0,82	0,1	0,16	0,25	0,47	0,78
M010040GE	148,4 0,63	134,3 0,41	162,5 0,84	-	0,16	0,28	0,48	0,81
M020011GE	149,4 0,6	142,1 0,37	156,7 0,83	-	0,14	0,19	0,34	0,89
M020070GE	149,9 0,59	136,3 0,35	163,5 0,82	0,16	0,19	0,17	0,39	0,77
M010110GE	155,2 0,54	141,6 0,27	168,8 0,81	0,12	0,07	0,07	0,23	0,64
M020046GE	156,3 0,57	148,9 0,32	163,6 0,82	0,17	0,2	0,16	0,19	0,64
M020047GE	157,4 0,55	149 0,29	165,8 0,81	-	0,13	0,1	0,16	0,61
M020059GE	159,7 0,62	148,3 0,39	171,1 0,84	-	0,23	0,22	0,3	0,6