

Acoplamento e diferenciação no desenvolvimento inicial

Uma replicação em escala populacional e uma caracterização psicométrica da Avaliação Kinedu. Resultados de 470 milhões de observações de marcos em 3.5 milhões de crianças.

Data 29 de julho de 2026 · revisado em 4 de agosto de 2026

Dados Registros de produção da Kinedu, janeiro de 2020 – dezembro de 2023

Instrumentos Avaliação Inicial da Kinedu (estruturada, aplicação única) e perguntas sobre marcos feitas após a atividade (longitudinal)

Revisão, 4 de agosto de 2026. Duas correções desde a edição de 29 de julho. A coorte analisada é declarada como 3.5 milhões de crianças; os “4.7 milhões” anteriores correspondiam ao tamanho da exportação de datas de nascimento, e não às crianças cujas respostas foram analisadas. E a coluna de replicação de C1 agora diz “consistente com o estudo de validação interno”; antes descrevia esse estudo como independente. Nenhum resultado, figura ou conclusão foi alterado.

Resumo

Stenhaug, Ram e Frank, analisando 21,861 crianças a partir de dados do aplicativo Kinedu, relataram que os domínios do desenvolvimento estão fortemente acoplados durante o primeiro ano de vida e se separam a partir de então. Este estudo reproduz esse achado nos registros de produção completos da Kinedu — aproximadamente 160 vezes mais crianças — e caracteriza as propriedades psicométricas do instrumento subjacente.

São relatados quatro resultados principais. Primeiro, as idades esperadas atribuídas a cada marco coincidem com o percentil 75 de aquisição observado empiricamente, com erro mediano de zero meses, confirmando em escala populacional uma validação que antes se apoiava em 2,135 cuidadores. Segundo, o acoplamento intraindividual entre áreas do desenvolvimento cai aproximadamente à metade ao longo do primeiro ano — de 0.489 para 0.265 — e depois se estabiliza aproximadamente um quarto abaixo do nível do primeiro ano, permanecendo reduzido até os trinta e cinco meses; o padrão se replica em intervalos de medição de dois, quatro e seis meses. Terceiro, uma única avaliação fornece informação real, mas dependente da idade e do horizonte, sobre a posição relativa do desenvolvimento subsequente da criança. Na análise principal, a associação alcançou $r = 0.61$ (37% da variância); análises estratificadas mostram associações mais fracas a partir da primeira infância em acompanhamentos mais longos. A mesma avaliação praticamente não prevê o ritmo de progresso ($r = 0.12$, 1.5%), estabelecendo posição e movimento como quantidades distintas. Quarto, o estilo de resposta do cuidador é mensurável e responde por aproximadamente 11% da posição aparente da criança, mas por apenas cerca de 5% da correlação observada entre áreas do desenvolvimento.

Uma distinção metodológica se mostra decisiva em todo o estudo: comparações *entre* crianças e comparações *dentro de* uma mesma criança respondem a perguntas diferentes e, na questão da diferenciação, dão respostas opostas. Apenas as segundas isolam o desenvolvimento das diferenças individuais estáveis.

Sumário

1	Afirmações e evidências	6	C4–C5 · Posição e movimento
2	Métodos	7	C7 · Estilo de resposta do cuidador
3	C1 · Idades esperadas	8	Discussão
4	C2 · Comportamento do instrumento	9	Limitações
5	C3 · Acoplamento e diferenciação	10	Referências

1 · Afirmações e evidências

Cada resultado é apresentado abaixo com um grau de certeza. Os graus são atribuídos com base em quatro critérios explícitos.

GRAU	AMOSTRA	SUPORTE ESTATÍSTICO	ROBUSTEZ	REPLICAÇÃO INDEPENDENTE
A	>1M de crianças	Efeito confirmado por intervalo de bootstrap que exclui zero, ou por enumeração direta	Resiste a todas as especificações testadas	Reproduzido em um segundo instrumento, conjunto de dados ou estudo publicado
B	>1M de crianças	Igual	Direção robusta; a <i>magnitude</i> depende de uma escolha analítica	Uma ou outra, não ambas
C	Qualquer	Efeito estatisticamente sustentado	Mensurável apenas em um subconjunto que pode não representar o todo	Delineamento único
D	Qualquer	Não sustentado, ou não testável com os dados disponíveis	—	—

Todas as quatro colunas devem ser satisfeitas para atribuir um grau. Uma afirmação que atende aos critérios de amostra e de suporte estatístico do grau A, mas falha em robustez ou replicação, recebe grau B. Os graus descrevem a força da evidência, não o tamanho do efeito: C7 recebe grau C apesar de uma medida altamente confiável, porque a população em que ela pode ser medida não é representativa.

REF	RESULTADO	CERT.
C1	As idades esperadas coincidem com o percentil 75 observado empiricamente Entre oito limiares percentílicos candidatos, apenas o percentil 75 produz um erro centrado em zero e simétrico entre precoce e tardio. 57% dos marcos ficam dentro de um mês.	A
C2	O instrumento discrimina adequadamente do nascimento aos quatro anos 93% dos marcos no escopo alcançam o percentil 75; a curva de aquisição mediana vai de 26% a 90% das crianças respondendo afirmativamente.	A
C3	As áreas do desenvolvimento se acoplam no início, se desacoplam ao longo do primeiro ano e permanecem desacopladas O acoplamento intraindividual cai aproximadamente à metade na transição — de 0.489 para 0.265 — depois se estabiliza cerca de um quarto abaixo do nível do primeiro ano e permanece assim até os trinta e cinco meses.	B
C4	Uma única avaliação carrega informação útil, dependente da idade e do horizonte, sobre a posição relativa do desenvolvimento posterior Na análise principal, o fator geral da avaliação prevê a posição subsequente com $r = 0.61$, respondendo por 37% da variância. Análises estratificadas mostram associações mais fracas a partir da primeira infância em acompanhamentos mais longos.	A
C5	O ponto de partida da criança não determina seu ritmo de crescimento O mesmo fator que explica 37% da posição explica 1.5% do crescimento. O ritmo de progresso é quase independente de onde a criança começou.	A
C6	As habilidades físicas surgem mais cedo e se agrupam de forma mais compacta; as socioemocionais surgem por último e variam mais	B

A ordenação das quatro áreas por idade típica de aquisição é estável; o espaçamento entre elas depende de como são tratadas as curvas censuradas à direita.

C7 Cerca de 11% da posição aparente da criança reflete a generosidade com que seu cuidador responde

C

Uma medida de resposta do cuidador construída a partir de itens muito acima do nível da criança prevê o avanço aparente com $r \approx 0.33$, mas responde por apenas cerca de 5% da correlação entre áreas do desenvolvimento.

Evidências que sustentam cada grau

REF	AMOSTRA	SUPORTE ESTATÍSTICO	ROBUSTEZ	REPLICAÇÃO
C1	3,518,779 crianças · 280,595,197 respostas	Erro mediano ± 0 m; simétrico 24% precoce / 49% tardio	Oito limiares testados; todos os demais sistematicamente enviesados	Consistente com o estudo de validação interno (N=2,135)
C2	407 marcos · 48 habilidades	Apenas 1 de 407 não alcança o percentil 50	Estável com pisos de tamanho de amostra de 100 a 500 respostas por célula	Forma da curva consistente nas quatro áreas do desenvolvimento
C3	3,518,779 crianças (principal) · 1,758,085 (com intervalo controlado)	Queda do pico ao vale 0.224, IC 95% [0.205, 0.242], $p < 0.0001$	Replicado em intervalos de medição de dois, quatro e seis meses	Reproduz Stenhaug, Ram & Frank (2021) em forma, momento e persistência
C4	1,109,370 crianças · confiabilidade da avaliação 0.956	$r = 0.51\text{--}0.76$ em dez janelas de acompanhamento	Mantém-se em todas as faixas de acompanhamento de 2 a 48 meses	Medido em um instrumento independente daquele usado na linha de base
C5	1,109,370 crianças	$r = 0.12$ para crescimento contra $r = 0.61$ para posição — 25× em variância	Remover o fator por correlação parcial altera o acoplamento do crescimento em –1%	A mesma decomposição se mantém em todas as faixas de idade testadas
C6	407 marcos	Ordenação invariante entre especificações	O espaçamento varia conforme o tratamento da censura	Direcionalmente consistente com a análise de Stanford
C7	370,767 crianças · confiabilidade da medida de estilo 0.898	$r = 0.32\text{--}0.35$ por área; acoplamento 0.728 → 0.694 após a remoção	Mensurável apenas nos 11% de crianças que recebem tais itens	Delineamento único; não replicado de forma independente

2 • Métodos

Dados

Duas tabelas de produção foram exportadas integralmente e convertidas em arranjos binários colunares. A primeira registra perguntas sobre marcos feitas após uma atividade, de uma a três por vez, e é longitudinal: a criança contribui com observações repetidamente conforme cresce. A segunda registra a Avaliação Inicial da Kinedu, um instrumento estruturado aplicado em uma única sessão com mediana de 32 itens, e é transversal: das 3,384,823 crianças avaliadas, 3,384,584 têm exatamente uma aplicação. Uma terceira exportação forneceu datas de nascimento (4,678,527 registros contendo apenas um identificador e uma data; nenhum campo identificador foi solicitado ou recebido).

A análise abrange registros de janeiro de 2020 a dezembro de 2023, período ao longo do qual a distribuição de respostas do instrumento é estável. Dentro dessa janela, a análise é ainda restrita às 48 habilidades validadas que possuem um mapeamento estabelecido de área do desenvolvimento e aos marcos com idade esperada de 48 meses ou menos — a faixa na qual o instrumento foi validado. Isso resulta em **280,595,197 observações em 407 marcos e 3,518,779 crianças** no instrumento longitudinal, e 189,419,544 observações em 3,300,095 crianças na avaliação.

A idade da criança foi obtida do valor armazenado quando disponível. Quando foi necessário derivá-la da data de nascimento e do registro de tempo, a derivação foi validada contra o valor armazenado em 48.2 milhões de registros: 100% de cobertura, diferença mediana de zero meses, 92.5% dentro de um mês — sendo a dispersão residual a consequência esperada da granularidade mensal do registro de tempo.

Pontuação

As taxas afirmativas brutas confundem o desenvolvimento da criança com as perguntas específicas que lhe foram feitas. Cada observação é, portanto, expressa como um **resíduo**: a resposta (0 ou 1) menos a taxa afirmativa populacional daquele marco específico naquela idade específica da criança. A pontuação da criança em uma área do desenvolvimento é o resíduo médio nos itens dessa área, o que remove o efeito de uma composição variável de perguntas.

Correção pela confiabilidade da medição

As correlações entre quantidades medidas de forma imperfeita são atenuadas em direção a zero e, quando a precisão da medição varia sistematicamente com a idade, resulta uma tendência artefactual. Os itens de cada área foram, portanto, divididos em duas metades, alternando por item dentro da área. Cada pontuação de área foi calculada duas vezes, uma por metade; a correlação entre elas, corrigida pela fórmula de Spearman–Brown, estima a confiabilidade dessa pontuação. As correlações relatadas são corrigidas por atenuação pela média geométrica das duas confiabilidades envolvidas.

Esta correção opera *contra* o achado principal de C3, e não em seu favor: a confiabilidade aumenta com a idade ($0.73 \rightarrow 0.81$), de modo que a correção infla mais as correlações posteriores que as anteriores. Ainda assim, as medidas brutas e corrigidas produzem a mesma redução de 45–46%.

Limiares e inferência

Considera-se que um marco alcança um limiar percentílico na primeira idade em que sua taxa afirmativa o atinge e as três idades seguintes permanecem dentro de seis pontos percentuais, o que evita que uma única célula ruidosa seja registrada como aquisição. Células de idade com menos de 200 observações são descartadas; marcos que retêm menos de seis células são excluídos. Os intervalos de confiança derivam de reamostragem por bootstrap de crianças (400–500 réplicas), nunca de observações, já que as observações de uma mesma criança não são independentes.

C1 • Idades esperadas

Certeza **A** **Muito alta** 280,595,197 respostas · 407 marcos

Cada marco possui uma idade esperada, atribuída ao percentil 75 de aquisição, seguindo a prática da American Academy of Pediatrics. Essa atribuição deriva de um estudo de validação interno com 2,135 cuidadores. Ela pode ser testada diretamente: para cada marco, a idade em que a taxa afirmativa observada cruza pela primeira vez um determinado percentil é comparada com o valor armazenado.

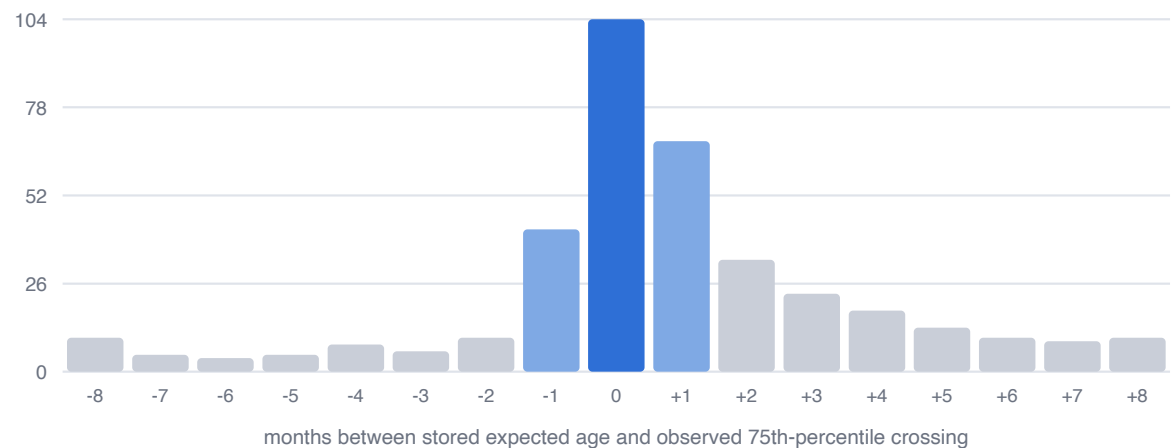


Figura 1. Diferença entre a idade esperada armazenada de cada marco e a idade em que se observa que 75% das crianças já o adquiriram. Centrada em zero e simétrica. As barras das extremidades agrupam tudo além de ± 8 meses.

LIMIAR	MARCOS QUE O ALCANÇAM	ERRO MEDIANO	DENTRO DE ± 1 M	PRECOCE / TARDIO
Percentil 50	406	-2 m	42%	89% / 1%
Percentil 70	607	-1 m	43%	57% / 23%
Percentil 75	378	± 0 m	57%	24% / 49%
Percentil 80	465	± 0 m	39%	33% / 49%
Percentil 90	251	+2 m	35%	2% / 91%

Oito limiares foram testados entre os percentis 50 e 95. O percentil 75 é o único no qual o erro é ao mesmo tempo centrado em zero e simétrico entre precoce e tardio; abaixo dele a idade armazenada aparece sistematicamente tardia, acima dele sistematicamente precoce. **57% dos marcos no escopo ficam dentro de um único mês do valor observado empiricamente**, em uma amostra aproximadamente 1,600 vezes maior que a do estudo de validação original.

C2 · Comportamento do instrumento

Certeza **A** **Muito alta** 407 marcos · 48 habilidades

Dentro do escopo, o instrumento se comporta como deve se comportar uma medida de aquisição. Dos 407 marcos com curvas utilizáveis, **93% alcançam o percentil 75** e apenas um não alcança o percentil 50. A curva mediana vai de **25.9%** das crianças respondendo afirmativamente na idade mais precoce bem amostrada a **89.5%** na mais tardia: um piso baixo, uma subida acentuada, um platô.



Figura 2. Quatro curvas de aquisição representativas. A linha tracejada marca o percentil 75.

Um residual de 3.6% das curvas começa acima de 80%. São quase inteiramente reflexos do recém-nascido — de procura, de sucção, a resposta de Babinski — que estão presentes ao nascimento em vez de serem adquiridos e para os quais um piso alto é o comportamento correto, e não um defeito.

Sequência e dispersão entre as áreas do desenvolvimento

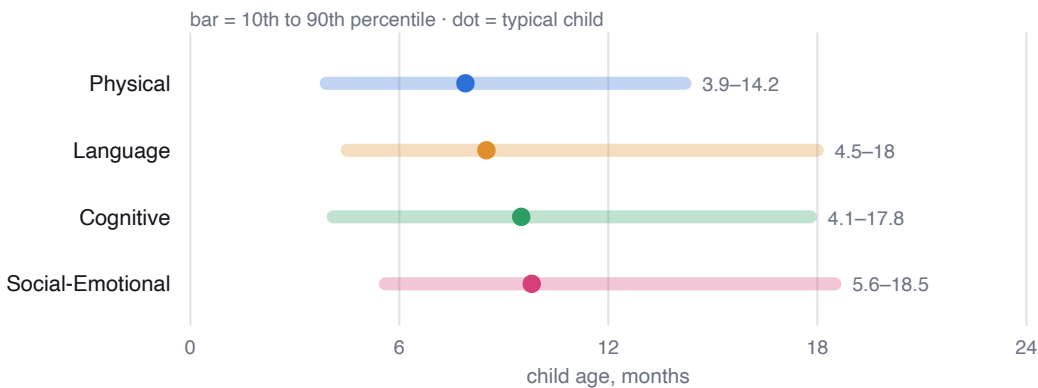


Figura 3. Idade em que os percentis 10, 50 e 90 das crianças alcançam o marco típico de cada área, com média sobre os marcos que cruzam os três limiares dentro da faixa observada.

ÁREA	MARCOS	PCT 10	TÍPICA	PCT 90	DISPERSÃO
Física	136	3.9	7.9	14.2	10.3 m
Linguagem	28	4.5	8.5	18	13.5 m
Cognitiva	48	4.1	9.5	17.8	13.7 m

Socioemocional	39	5.6	9.8	18.5	12.9 m
----------------	----	-----	-----	------	--------

As habilidades físicas surgem mais cedo e se agrupam de forma mais compacta; as habilidades socioemocionais surgem por último e variam mais entre crianças. A ordenação é invariante entre especificações. O espaçamento entre as áreas não é, e depende do tratamento dos marcos que nunca alcançam o percentil 90 dentro da faixa de idade observada — razão pela qual C6 recebe grau B.

Nota sobre as estimativas de dispersão. As amplitudes percentílicas têm média calculada apenas sobre os marcos que cruzam os três limiares. Calcular a média sobre quaisquer marcos que alcancem cada limiar separadamente produz resultados incoerentes, pois marcos diferentes alcançam limiares diferentes — sob esse tratamento, uma das áreas retorna um percentil 90 mais precoce que sua própria mediana.

C3 · Acoplamento e diferenciação

Certeza **B** Alta 3,518,779 crianças · 279,505,209 respostas

Stenhaus, Ram e Frank relatam que os domínios do desenvolvimento se comportam como um único sistema fortemente acoplado no primeiro ano de vida e se separam a partir de então. Reproduzir isso exige distinguir duas perguntas que se confundem facilmente: se as crianças adiantadas em uma área estão adiantadas nas outras e se as áreas de uma criança individual avançam juntas ao longo do tempo. Elas têm respostas diferentes.

Entre crianças

Pontuar cada criança em cada área e correlacionar entre crianças produz um acoplamento próximo de 0.6 que *aumenta* com a idade — de 0.587 a 0.660 na avaliação estruturada, de 0.580 a 0.665 nas respostas após a atividade. Os dois instrumentos concordam. Essa medida captura tudo o que é estável em uma criança, e diferenças estáveis não se desacoplam; C4–C5 quantificam isso diretamente.

Dentro de uma mesma criança

Acompanhar a mesma criança ao longo do tempo e correlacionar suas *mudanças* remove por construção toda característica estável. O acoplamento cai acentuadamente ao longo do primeiro ano, atingindo seu mínimo na transição de 10–14 meses.

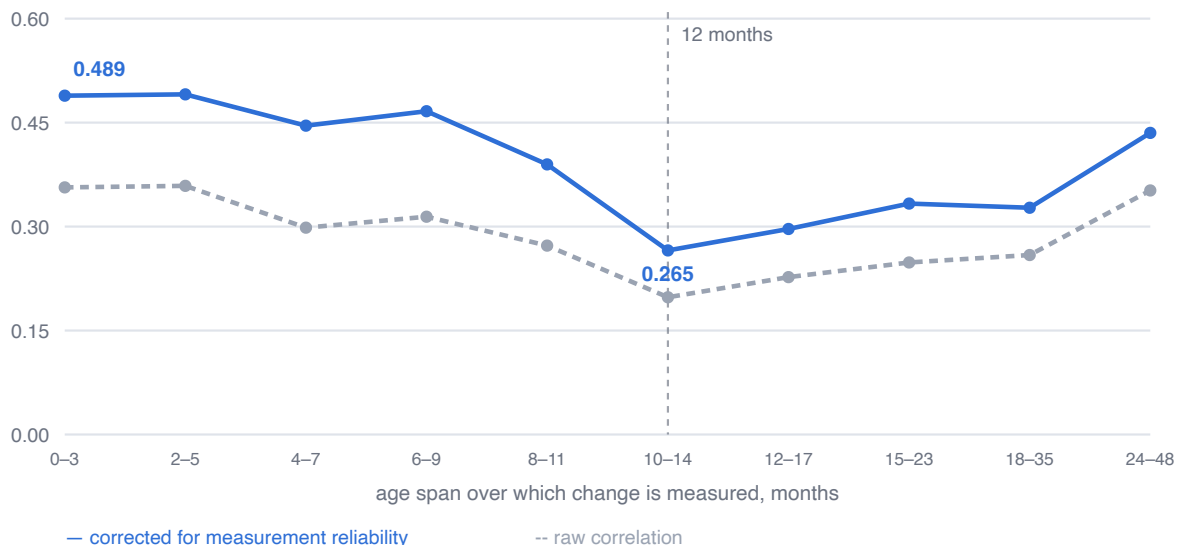


Figura 4. Acoplamento intraindividual entre áreas do desenvolvimento em faixas de idade consecutivas, população completa. Bruto e corrigido pela confiabilidade. O acoplamento cai aproximadamente à metade entre a primeira transição medida e o mínimo de 10–14 meses.

MEDIDA	PRIMEIRA TRANSIÇÃO (0–3 M)	MÍNIMO (10–14 M)	REDUÇÃO
Correlação bruta	0.357	0.198	45%

Corrigida pela confiabilidade	0.489	0.265	46%
-------------------------------	-------	-------	-----

A queda da primeira transição medida até o mínimo é de **0.224**, IC 95% [0.205, 0.242], $p < 0.0001$ em 500 reamostragens bootstrap de crianças. As medidas brutas e corrigidas dão a mesma redução de 45–46%, de modo que o resultado não depende da correção de confiabilidade.

Persistência, mantendo constante o intervalo de medição

As faixas de idade consecutivas se alargam com a idade, e um intervalo mais longo eleva mecanicamente o acoplamento porque contém mais desenvolvimento total. Para estabelecer o que acontece *depois* do primeiro ano, o intervalo deve ser mantido fixo. Três foram testados.

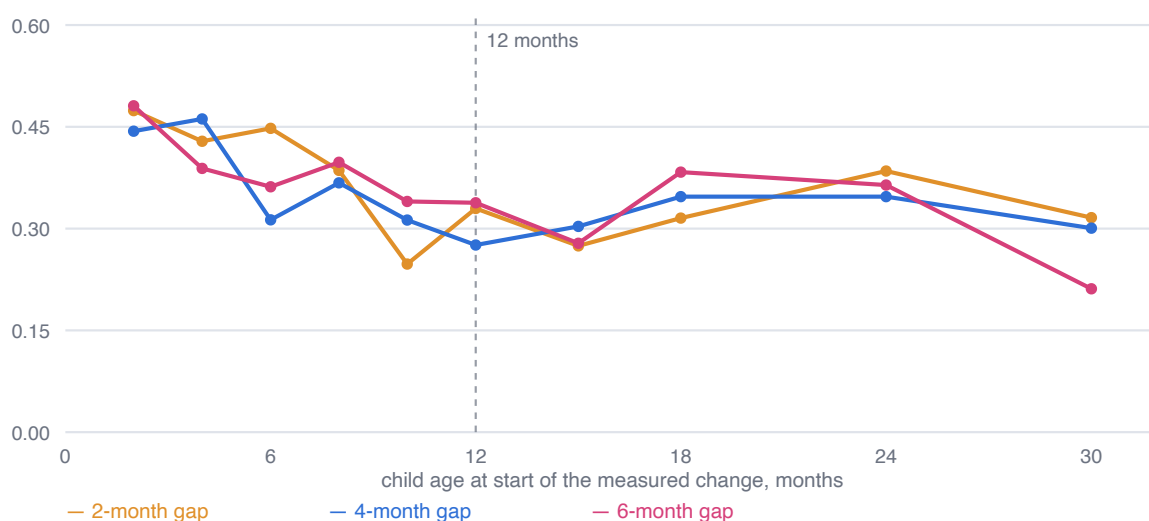


Figura 5. Acoplamento intraindividual em três intervalos de medição fixos. Cada linha mantém o intervalo constante e varia apenas a idade em que a mudança é medida.

INTERVALO	ANTES DOS 10 MESES	A PARTIR DOS 12 MESES	REDUÇÃO
2 meses	0.434	0.324	25%
4 meses	0.396	0.315	21%
6 meses	0.407	0.315	23%

Todos os três convergem para **0.315–0.324 após doze meses** — três medições quase independentes retornando o mesmo valor. No intervalo de quatro meses, a queda sustentada é de 0.082, IC 95% [0.052, 0.114], $p < 0.0001$.

Dois aspectos merecem nota. O declínio começa **entre os seis e os dez meses**, mais cedo que a marca de doze meses usualmente citada. E ele não se reverte em nenhuma idade posterior testada, até os trinta e cinco meses.

O que a separação significa e o que não significa. O acoplamento cai aproximadamente à metade na transição e se estabiliza cerca de um quarto abaixo do nível do primeiro ano. Ele não se aproxima de zero. As quatro áreas deixam de se mover como efetivamente um único processo e passam a se mover como

quatro processos frouxamente relacionados — continuam sendo o desenvolvimento de uma única criança e seguem compartilhando um componente comum substancial em todas as idades medidas.

Por que B e não A. O teste é genuinamente longitudinal e usa um mesmo instrumento nas duas pontas, como o delineamento exige. Esse instrumento são as perguntas após a atividade, feitas de uma a três por vez — mais fino que a avaliação estruturada, que não pode ser usada porque é aplicada uma única vez por criança. Avaliações estruturadas repetidas resolveriam a questão.

C4–C5 • Posição e movimento

Certeza **A** **Muito alta** 1,109,370 crianças · confiabilidade da linha de base 0.956

Cruzar os dois instrumentos responde a uma pergunta que nenhum deles responde sozinho. A avaliação de cada criança gera um fator geral — um único número que resume o quanto ela havia avançado nas quatro áreas na linha de base. A quantidade de informação que esse número fornece sobre a posição posterior depende da idade da criança na avaliação e do horizonte de acompanhamento.

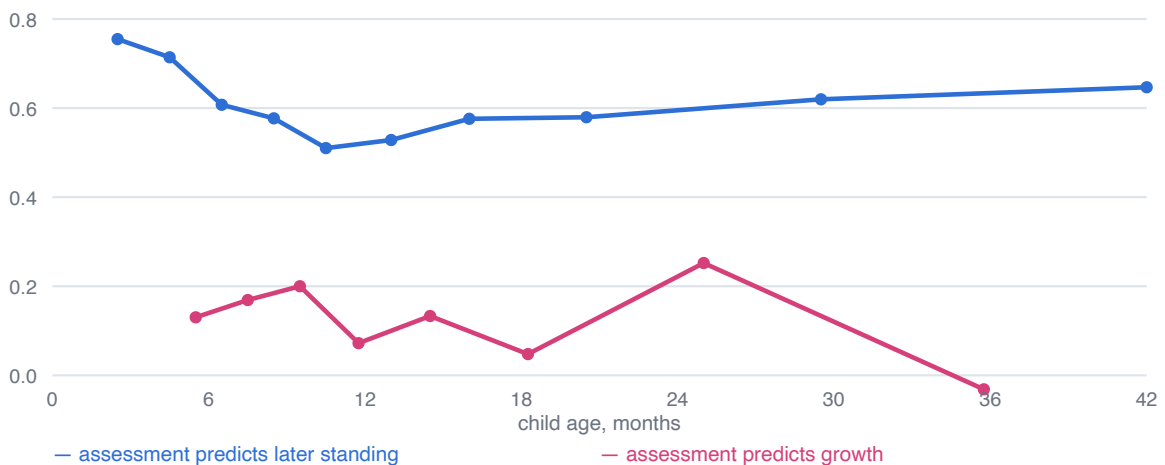


Figura 6. O que o fator geral da avaliação de uma criança prevê. Linha superior: sua posição posterior em cada área do desenvolvimento. Linha inferior: o quanto ela muda. Ambas corrigidas pela confiabilidade da medição.

O FATOR GERAL DA AVALIAÇÃO PREVÊ...	CORRELAÇÃO	VARIÂNCIA EXPLICADA
A posição posterior da criança em cada área	0.61 (faixa 0.51–0.76)	37%
O quanto uma criança muda	0.12 (faixa –0.03–0.25)	1.5%
Razão		25x

Interpretação entre idades e horizontes. O resumo $r = 0.61$ não é uma previsão universal. Na análise estratificada de acompanhamento, uma criança avaliada aos 3–4 meses apresenta $r = 0.42$ em um horizonte de três meses e $r = 0.23$ ao longo de dois anos; uma criança avaliada aos 24–25 meses apresenta $r = 0.61$ em um horizonte de três meses. A quantidade de informação que uma avaliação de linha de base fornece depende materialmente de quando ela é feita e de quão distante no futuro é usada.

A correlação parcial confirma a separação pelo outro lado: remover o fator da avaliação reduz o acoplamento entre crianças nos **níveis** em 32% em média e em até 57% nas idades mais precoces, enquanto altera o acoplamento nas **mudanças** em –1%.

Existe, portanto, uma única característica estável de cada criança — já mensurável nos primeiros meses de vida — que molda a posição nas quatro áreas simultaneamente e de forma durável, e que quase não influencia o ritmo com que a criança progride em seguida. Os resultados entre crianças e intraindividuais de C3 não estão, por consequência, em tensão: são ortogonais. A diferenciação é

uma propriedade do desenvolvimento; a forte correlação entre crianças é uma propriedade das condições de partida.

A leitura substantiva de C5. O ritmo de progresso é quase totalmente independente da posição de partida. As crianças que começam atrás não avançam mais lentamente, e os 98.5% da variância no crescimento não explicados pelo ponto de partida devem ser atribuíveis a outros fatores — ambiente, cuidado e tudo o mais que atua sobre a criança após o nascimento. As diferenças existentes, portanto, persistem sem aumentar, e os determinantes da rapidez com que uma criança progride estão quase inteiramente fora de onde essa criança começou.

Não estabelecido. A composição do fator estável. Renda familiar, escolaridade e recursos materiais são contribuintes plausíveis e nenhum foi medido; os campos disponíveis são um identificador e uma data de nascimento. Sua existência e sua magnitude estão estabelecidas, seus constituintes não.

C7 · Estilo de resposta do cuidador

Certeza **C** Moderada 370,767 crianças

Um cuidador inclinado a responder afirmativamente elevaria conjuntamente as quatro pontuações de área de uma criança, produzindo o padrão entre crianças descrito em C3 sem qualquer base desenvolvimental. Isso foi testado em vez de presumido.

Aproximadamente 10% dos itens da avaliação referem-se a marcos esperados doze ou mais meses após a idade atual da criança; os cuidadores respondem afirmativamente a 15.3% deles. Uma criança genuinamente dois meses adiantada não deveria exibir comportamentos esperados um ano adiante, de modo que a pontuação da criança nesses itens aproxima uma medida do estilo de resposta. As pontuações de área foram calculadas sobre um conjunto disjunto de itens próximos ao nível, de modo que qualquer associação entre as duas é substantiva, e não mecânica.

QUANTIDADE	VALOR
Confiabilidade da medida de estilo de resposta	0.898
Correlação com o avanço aparente, por área	0.32 – 0.35
Parcela da posição aparente atribuível a ele	≈ 11%
Acoplamento entre áreas antes da remoção	0.728
Acoplamento entre áreas após a remoção	0.694
Parcela do acoplamento atribuível ao estilo de resposta	≈ 5%

O estilo de resposta é real, estável e medido com confiabilidade; cerca de uma parte em nove da posição aparente de uma criança o reflete. Ele responde, no entanto, por apenas cerca de 5% da correlação entre áreas do desenvolvimento. **O restante é substantivo** — crianças adiantadas em uma área estão genuinamente adiantadas nas outras.

Por que C. Apenas 11% das crianças recebem itens suficientes muito acima do nível para serem medidas. Se a avaliação avança para itens mais difíceis após uma resposta afirmativa, esse subconjunto está pré-selecionado para respostas generosas, comprimindo a amplitude e subestimando o efeito. O valor de 5% é um limite inferior.

8 • Discussão

O resultado metodológico central deste estudo é que as análises entre crianças e intraindividuais dos mesmos dados retornam respostas opostas na questão da diferenciação, e que a discrepância não é um artefato que exija explicação, mas um achado substantivo por si mesmo.

Comparando crianças entre si, o acoplamento entre áreas do desenvolvimento é alto em todas as idades e *aumenta* ao longo da primeira infância. Comparando cada criança com seu próprio estado anterior, o acoplamento cai à metade ao longo do primeiro ano e permanece reduzido a partir de então. C4–C5 identificam a origem da divergência: uma característica estável presente desde os primeiros meses de vida responde por 37% da posição de uma criança em todas as áreas simultaneamente e por 1.5% de seu ritmo de progresso. A comparação entre crianças é dominada por essa característica estável; a comparação intraindividual a elimina por construção. A diferenciação é, portanto, uma propriedade do processo de desenvolvimento, enquanto a forte correlação transversal entre as áreas é uma propriedade das condições a partir das quais as crianças começam.

A replicação em si é direcional, e não numérica. A redução observada aqui é mais suave que a publicada de $0.75 \rightarrow 0.15$, o que é esperado: o instrumento longitudinal disponível é mais fino que uma avaliação estruturada, o método de pontuação difere e o modelo estatístico difere. A forma do declínio, seu momento e sua persistência se reproduzem.

Dois aspectos estendem o achado original. O declínio começa entre os seis e os dez meses, mais cedo que a transição de doze meses comumente citada; e não se reverte em nenhuma idade testada posteriormente. O acoplamento não se aproxima de zero — as quatro áreas deixam de se comportar como efetivamente um único processo e passam a se comportar como quatro processos frouxamente relacionados, retendo um componente comum substancial em todo o percurso.

A independência do crescimento em relação à posição de partida (C5) traz uma implicação além da questão imediata. Se 98.5% da variância na rapidez com que uma criança progride não tem relação com onde essa criança começou, então os determinantes do ritmo do desenvolvimento estão quase inteiramente no que acontece após o nascimento. As diferenças existentes entre crianças persistem sem aumentar, e o ritmo com que qualquer criança individual avança permanece em aberto.

9 • Limitações

1. **A avaliação estruturada é aplicada uma única vez por criança.** Das 3,384,823 crianças avaliadas, 3,384,584 têm exatamente uma aplicação. Nenhum teste de mudança pode, portanto, empregar o instrumento estruturado em ambos os extremos, o que é a única razão pela qual C3 recebe grau B.
2. **O instrumento longitudinal é fino.** As perguntas após a atividade chegam de uma a três por vez e dependem da atividade que o cuidador selecionou, de modo que as áreas medidas não estão sob controle experimental. Residualizar contra a taxa populacional de cada marco e idade remove o viés de composição resultante dos níveis de pontuação, mas não pode tornar a medição tão rica quanto uma avaliação completa.
3. **A população é autosselecionada.** São famílias que escolheram instalar um aplicativo de desenvolvimento infantil e continuaram a responder. As idades absolutas de aquisição podem não se generalizar. As comparações *dentro* desta população, sobre as quais se apoiam todos os resultados aqui apresentados, não são afetadas.
4. **A perda de participantes é severa e não aleatória.** O volume de observações cai de 20.6% do total nos primeiros três meses de vida para 0.3% após os 54 meses. As estimativas em idades mais tardias se apoiam nas famílias que persistiram.
5. **Não havia covariáveis socioeconômicas, geográficas ou clínicas disponíveis.** O fator estável de C4 é medido, mas não caracterizado.
6. **A idade é resolvida em meses.** Efeitos que operam em uma escala temporal mais fina não seriam detectados.
7. **Sete habilidades ficaram inicialmente sem mapeamento** para uma área do desenvolvimento, devido a incompatibilidades de nomenclatura entre a tabela de habilidades e o mapa de referência, excluindo silenciosamente 77,978 observações. Isso foi identificado e corrigido; o mapeamento cobre 98.6% do volume de observações no escopo, com os 1.4% restantes mantidos como não atribuídos em vez de imputados.

10 • Referências

Stenhaus, B. A., Ram, N., & Frank, M. C. *The Structure of Developmental Variation in Early Childhood*. Stanford University, Language and Cognition Lab. Preprint: osf.io/preprints/psyarxiv/95erq

Kinedu. *Avaliação Inicial: construção da escala e análise psicométrica*. Estudo de validação interno, N = 2,135 cuidadores de crianças de 0–55 meses; α de Cronbach = .996; idades de aquisição atribuídas ao percentil 75, seguindo a prática da American Academy of Pediatrics.

Apêndice A · Curvas de aquisição

Todos os marcos e habilidades no escopo, plotados como a proporção de crianças que respondem afirmativamente em função da idade da criança. Todas as curvas usam a janela 2020–2023 e as mesmas regras de inclusão da análise principal: células de idade com ao menos 200 observações e ao menos seis células sobreviventes por marco.

A.1 · Por habilidade, com dispersão

Cada painel mostra uma habilidade. A linha é a média dos marcos dessa habilidade em cada idade; a faixa é ± 1 desvio padrão entre esses marcos — uma leitura direta de quão uniformemente os componentes da habilidade surgem. Uma faixa estreita significa que os marcos dentro dessa habilidade são adquiridos em idades muito próximas; uma faixa larga significa que a habilidade é um agrupamento frouxo de componentes que surgem em momentos bastante diferentes.

Os painéis são ordenados pela idade em que a curva média da habilidade alcança 50%. A vertical tracejada marca essa idade. As habilidades são calculadas sobre um painel balanceado: apenas as idades em que ao menos 60% dos marcos da habilidade são observados contribuem, o que evita que a média se desloque simplesmente porque o conjunto de marcos perguntados muda com a idade.



Figura A1. Curvas de aquisição em nível de habilidade com ± 1 DP, parte 1 de 2 — as 24 habilidades adquiridas mais precocemente.

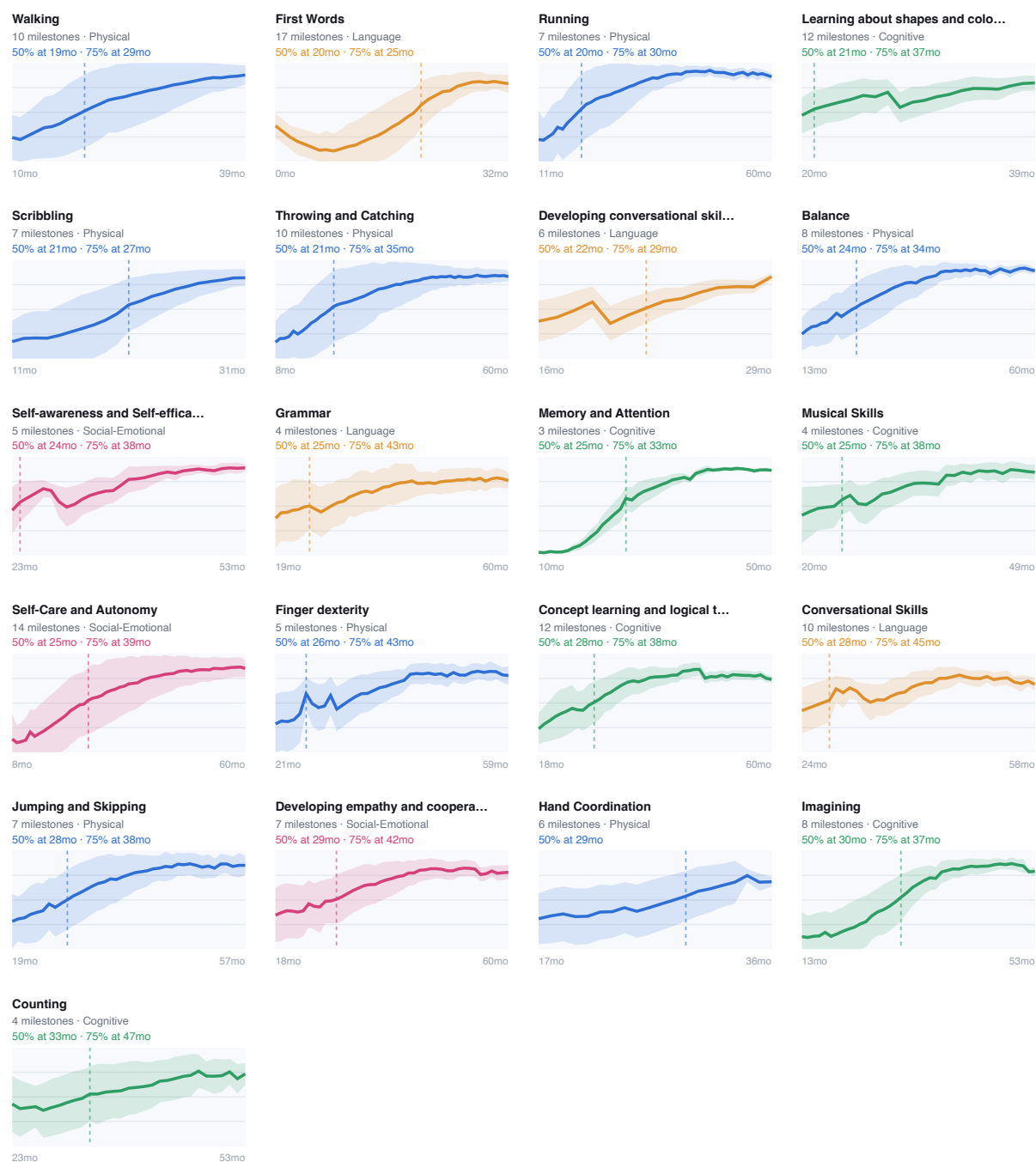


Figura A2. Curvas de aquisição em nível de habilidade com ± 1 DP, parte 2 de 2.

A.2 · Dispersão dentro de cada habilidade

O desvio padrão no cruzamento de 50%, tabulado. Valores baixos identificam habilidades cujos marcos se comportam como uma unidade coerente; valores altos identificam habilidades que agrupam componentes que surgem em idades materialmente diferentes.

HABILIDADE	ÁREA	MARCOS	50% EM	75% EM	DP EM 50%
Reflexos e postura do recém-nascido	Física	10	0 m	0 m	5.9
Memória e atenção	Cognitiva	3	25 m	33 m	12.0
Desenvolvimento de habilidades de conversação	Linguagem	6	22 m	29 m	15.6
Habilidades musicais	Cognitiva	4	25 m	38 m	15.8
Destreza dos dedos	Física	5	26 m	43 m	16.6
Primeiros passos	Física	7	12 m	13 m	17.4
Fonética inicial	Linguagem	10	18 m	28 m	17.7
Aprendizado de formas e cores	Cognitiva	12	21 m	37 m	19.4
Autoconsciência e autoeficácia	Socioemocional	5	24 m	38 m	20.9
Aprendizado de conceitos e pensamento lógico	Cognitiva	12	28 m	38 m	21.3
Habilidades de conversação	Linguagem	10	28 m	45 m	22.3
Imaginação	Cognitiva	8	30 m	37 m	23.5
Controle da cabeça	Física	6	0 m	3 m	23.7
Primeiras palavras	Linguagem	17	20 m	25 m	24.2
Gramática	Linguagem	4	25 m	43 m	24.5
Desenvolvimento de empatia e cooperação	Socioemocional	7	29 m	42 m	24.9
Equilíbrio	Física	8	24 m	34 m	25.1
Coordenação das mãos	Física	6	29 m	—	25.4
Desenvolvimento de habilidades musicais	Cognitiva	3	12 m	15 m	25.6
Balbucio	Linguagem	9	5 m	8 m	26.4
Rabiscos	Física	7	21 m	27 m	27.0
Contagem	Cognitiva	4	33 m	47 m	27.4
Ficar de pé	Física	10	10 m	12 m	28.8
Rolar e sentar	Física	9	5 m	7 m	29.8
Saltar e pular	Física	7	28 m	38 m	30.3

Imitação	Cognitiva	12	13 m	18 m	30.7
Desenvolvimento da destreza dos dedos	Física	10	9 m	11 m	31.2
Comunicação por gestos	Linguagem	5	8 m	10 m	31.8
Chutar	Física	5	17 m	25 m	32.8
Engatinhar	Física	15	7 m	10 m	34.0
Autocuidado e autonomia	Socioemocional	14	25 m	39 m	34.4
Movimentos iniciais e coordenação	Física	14	3 m	5 m	34.5
Vocabulário básico	Linguagem	17	16 m	25 m	35.4
Correr	Física	7	20 m	30 m	35.4
Conhecimento inicial e curiosidade	Cognitiva	10	13 m	17 m	35.9
Arremessar e pegar	Física	10	21 m	35 m	36.2
Exploração de objetos	Cognitiva	12	3 m	5 m	36.3
Andar	Física	10	19 m	29 m	37.1
Apego seguro	Socioemocional	11	4 m	7 m	37.9
Desenvolvimento da independência	Socioemocional	7	11 m	15 m	38.0
Primeiras interações	Socioemocional	8	3 m	8 m	38.8
Desenvolvimento da coordenação das mãos	Física	17	11 m	16 m	39.1
Desenvolvimento dos sentidos	Física	12	2 m	7 m	41.4
Desenvolvimento da memória e da atenção	Cognitiva	14	9 m	16 m	43.6
Desenvolvimento da autoconsciência	Socioemocional	4	8 m	19 m	44.0

Leitura dos extremos. Reflexos e postura do recém-nascido apresenta um desvio padrão de 5.9 — seus dez marcos estão presentes ao nascimento e se comportam de modo quase idêntico. Desenvolvimento da autoconsciência (44.0) e Desenvolvimento da memória e da atenção (43.6) ficam no outro extremo: seus marcos abrangem idades tão diferentes que a curva média da habilidade não descreve bem nenhum marco individual. As habilidades na parte superior desta tabela são candidatas a divisão.

A.3 · Por que não há curva de aquisição em nível de área

A mesma agregação aplicada no nível da área do desenvolvimento produz desvios padrão de 38 a 43 pontos percentuais, e duas das quatro áreas nunca alcançam 75% em nenhuma idade. Isso não é um defeito no cálculo: uma área do desenvolvimento não é algo adquirido em um ponto no tempo. A área Física abrange 175 marcos ao longo de quatro anos, dos reflexos do recém-nascido ao saltar. Calcular a média de suas taxas afirmativas produz uma curva que não descreve nenhuma criança e nenhum marco.

Esta limitação é específica das **curvas de aquisição** — do agrupamento de taxas afirmativas brutas. Ela não se estende às medidas residualizadas. Uma vez que cada observação é expressa em relação à taxa populacional de seu próprio marco em sua própria idade, a estrutura de idade que torna o agrupamento inválido já foi removida, e os agregados em nível de área ficam bem definidos. Todo resultado em nível de área neste relatório — a análise de acoplamento de C3, a decomposição de posição e movimento de C4–C5 — é calculado exatamente dessa forma e se comporta adequadamente, com confiabilidades por área de 0.82 a 0.95.

Vale enunciar a distinção com clareza, porque ela determina quais visões são significativas em cada nível da hierarquia. **As curvas de aquisição pertencem aos marcos e às habilidades**, nas quais os componentes compartilham uma janela de idade e o agrupamento é legítimo. **As pontuações residualizadas e sua mudança ao longo do tempo pertencem às áreas e à criança como um todo**, onde a estrutura de idade já foi normalizada. A visão em nível de área correspondente a uma curva não é uma curva: é a sequência e a dispersão das *idades* de aquisição apresentadas em C2.

A.4 • Todos os marcos

Todos os 407 marcos no escopo, agrupados por área do desenvolvimento e depois por habilidade, ordenados dentro da habilidade por idade esperada. A linha vertical em cada painel marca a idade esperada armazenada; a horizontal tracejada marca 75%. Cada legenda informa a idade esperada, a faixa de idade observada e a taxa afirmativa na primeira e na última idade observada.

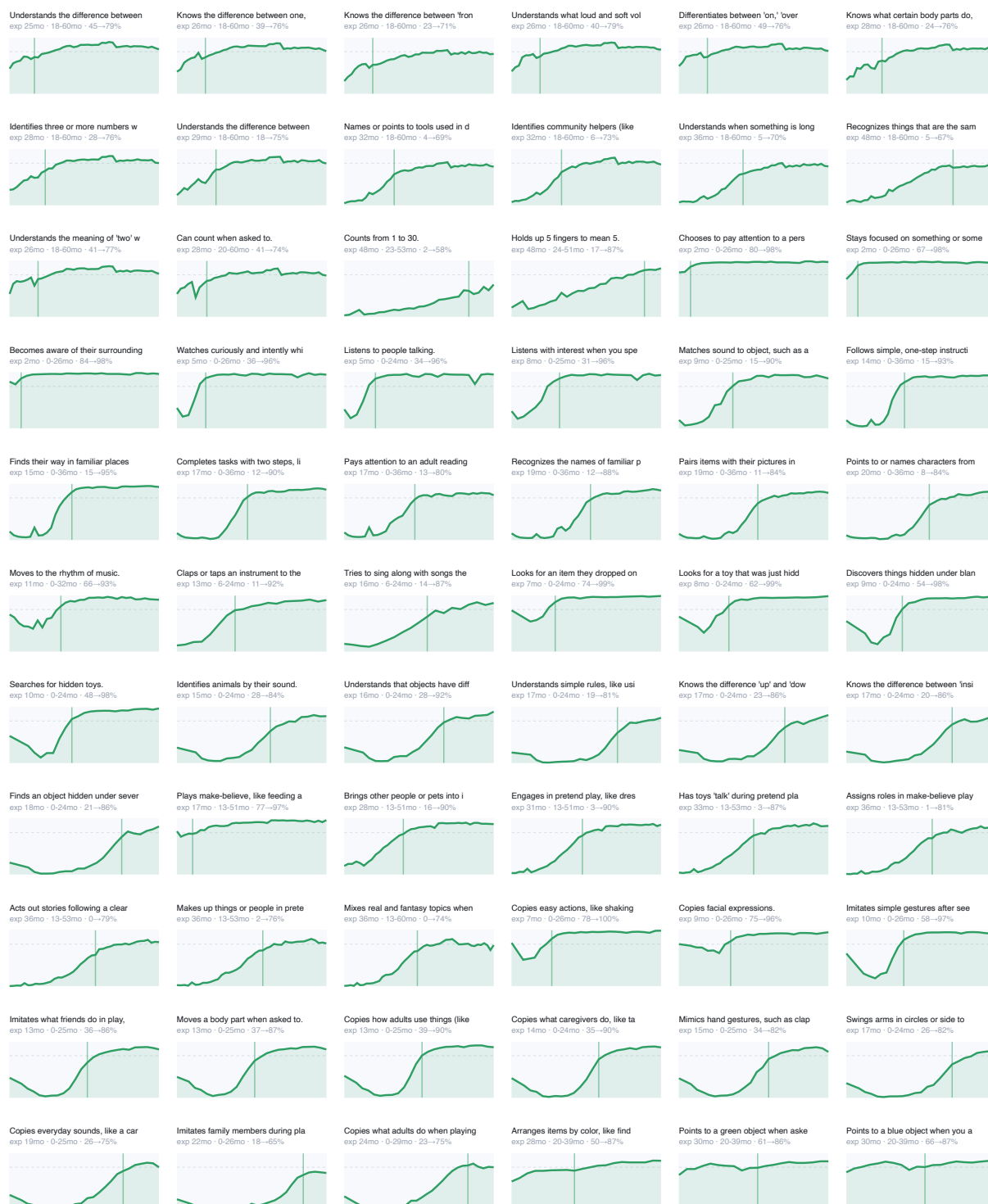


Figura A3. Curvas de aquisição dos marcos, parte 1 de 7.

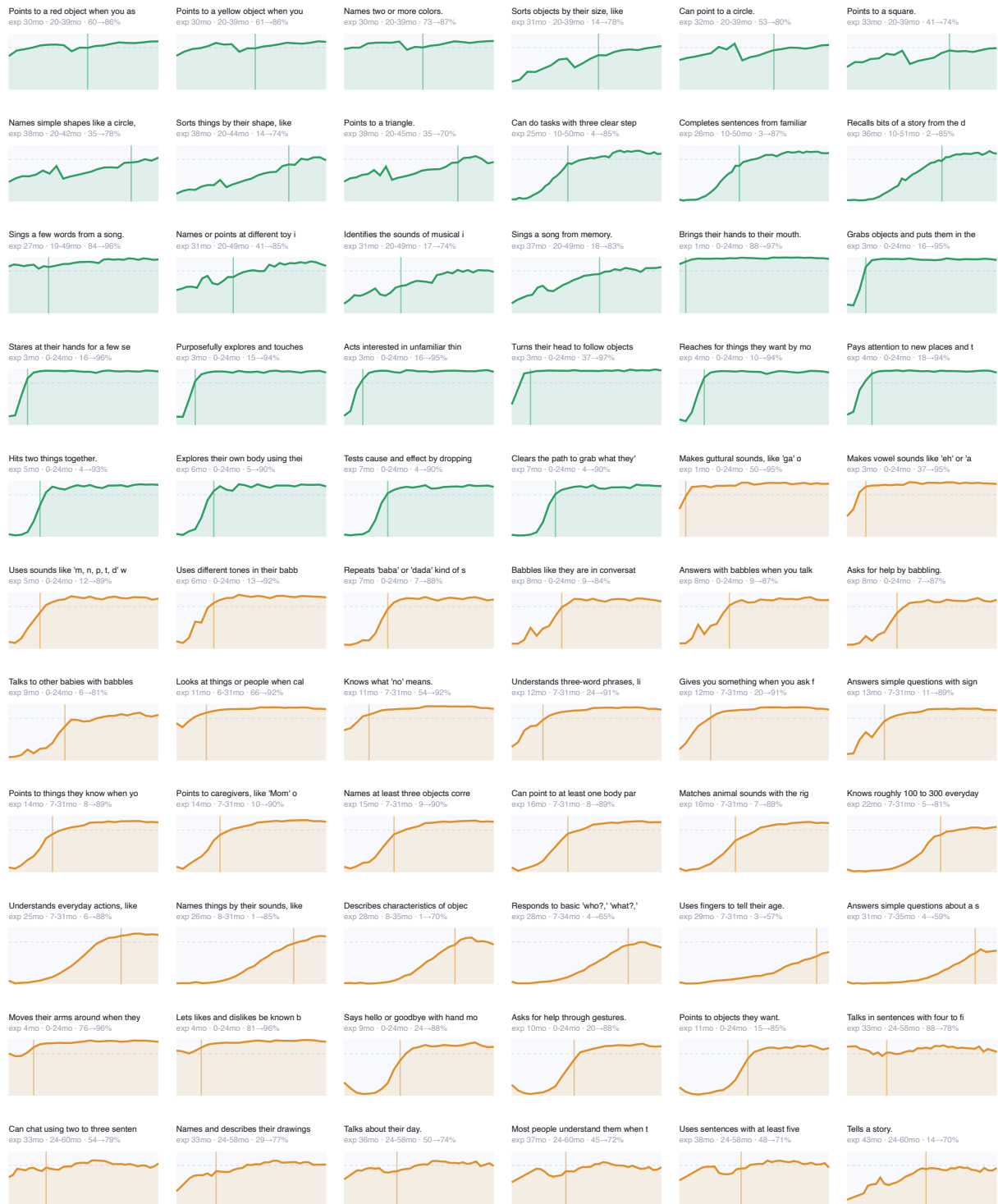


Figura A4. Curvas de aquisição dos marcos, parte 2 de 7.

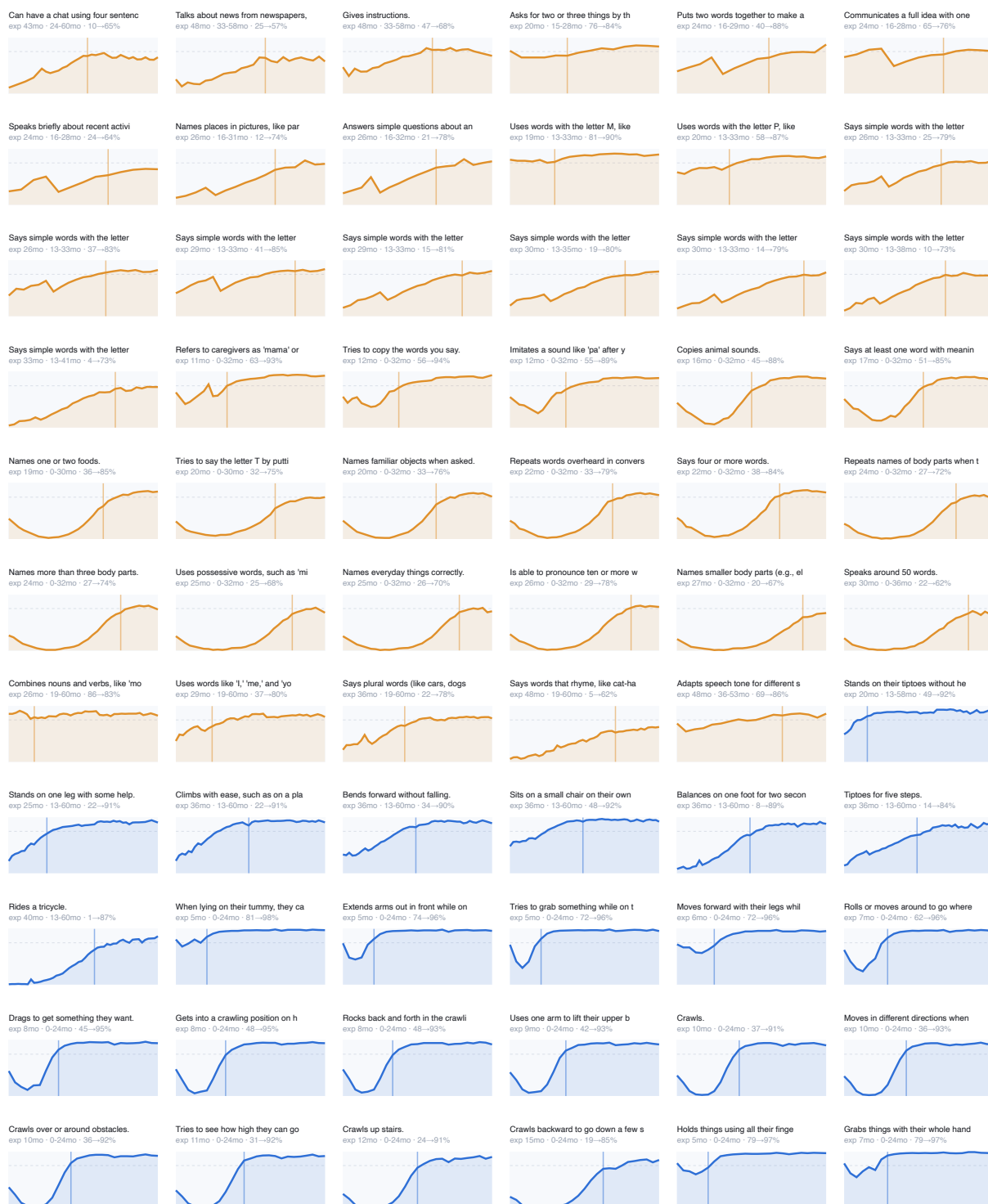


Figura A5. Curvas de aquisição dos marcos, parte 3 de 7.

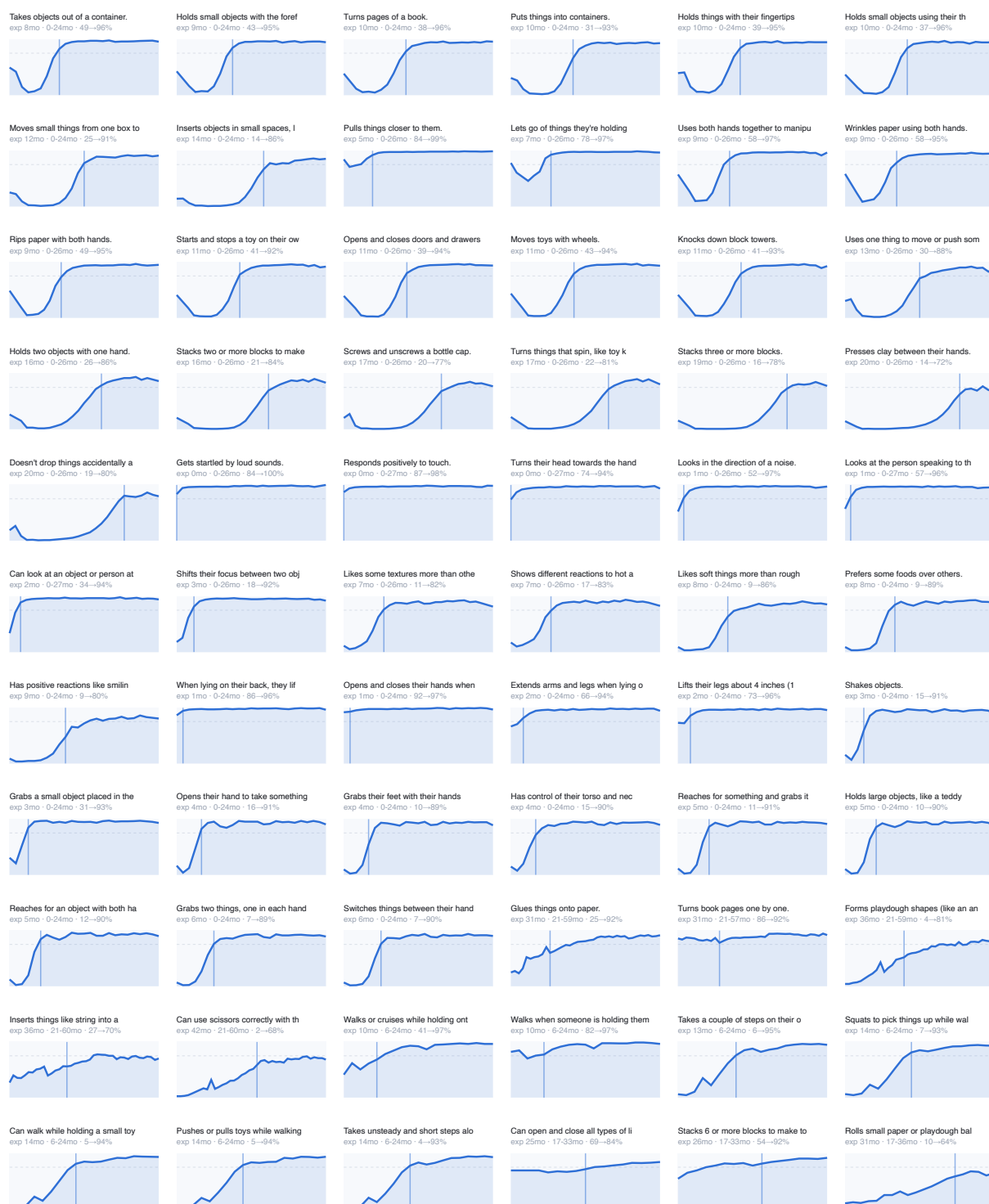


Figura A6. Curvas de aquisição dos marcos, parte 4 de 7.

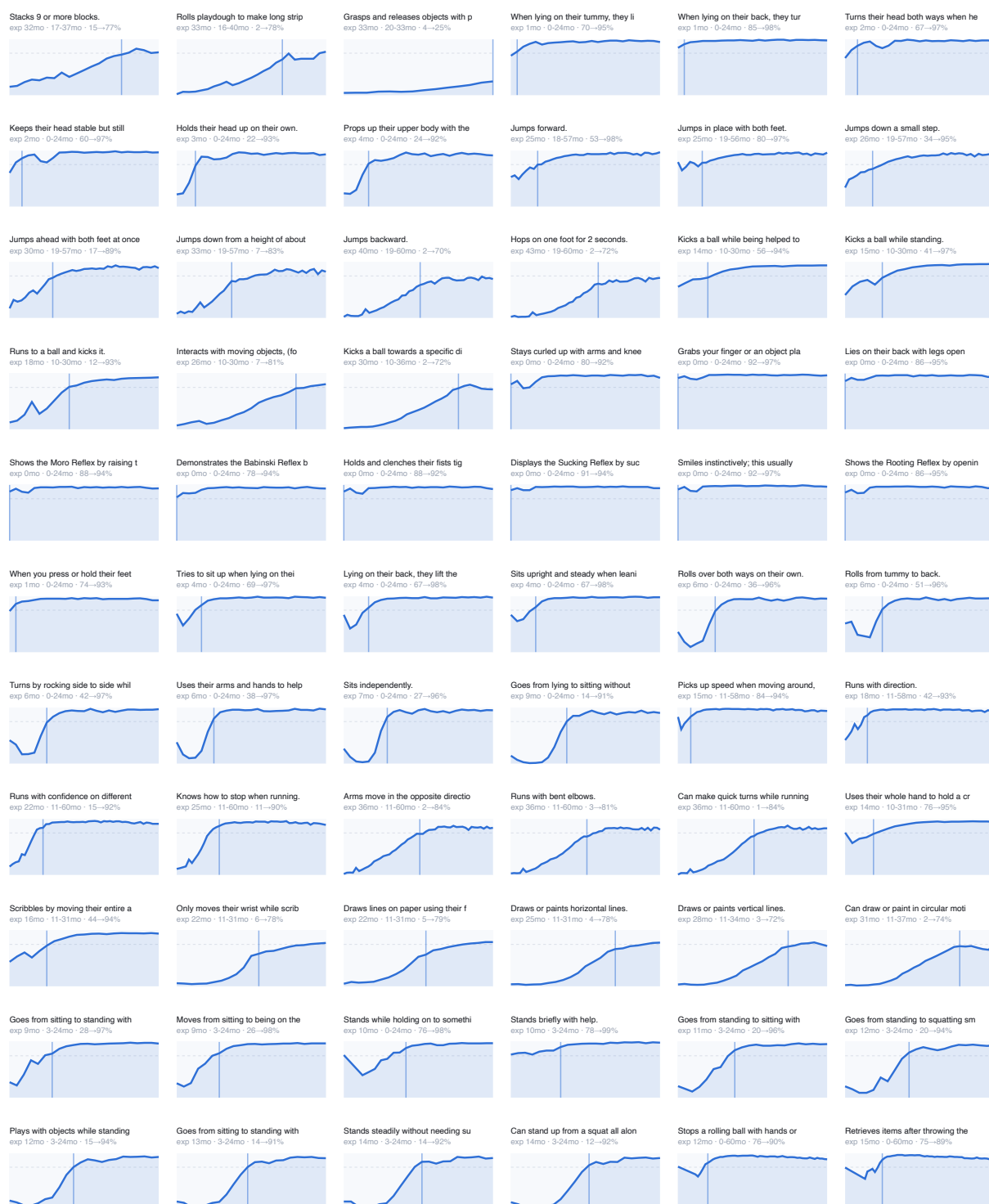


Figura A7. Curvas de aquisição dos marcos, parte 5 de 7.

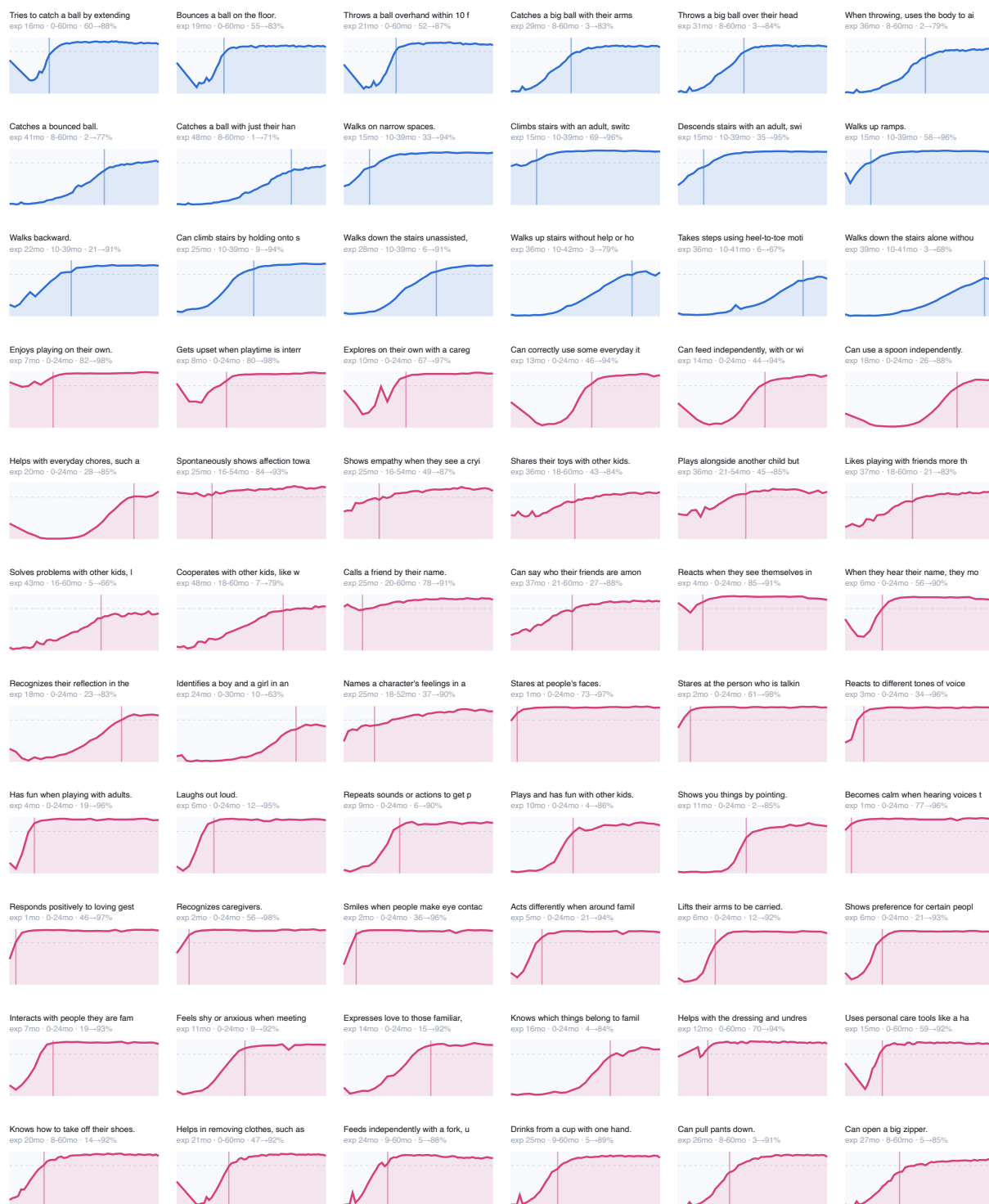


Figura A8. Curvas de aquisição dos marcos, parte 6 de 7.

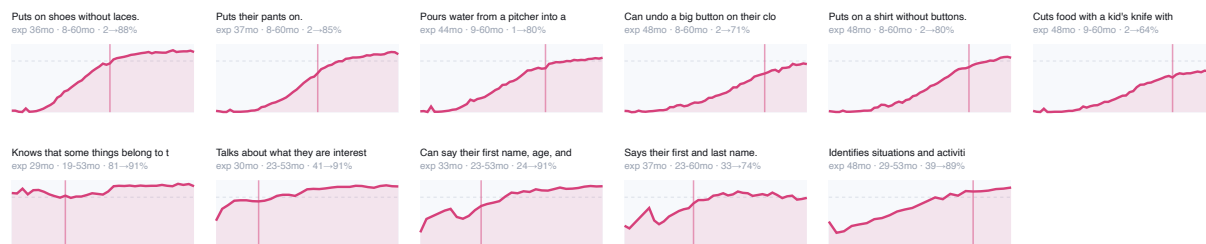


Figura A9. Curvas de aquisição dos marcos, parte 7 de 7.

Acoplamento e diferenciação no desenvolvimento inicial · Kinedu · 29 de julho de 2026 · revisado em 4 de agosto de 2026

Janela de análise: janeiro de 2020 – dezembro de 2023. A Avaliação Kinedu é um instrumento de vigilância do desenvolvimento e não é diagnóstica.