

Qualidade avaliativa do Test of Gross Motor Development 2: Uma investigação com base na Teoria de Resposta ao Item

Calidad evaluativa de la prueba de Desarrollo Motor Grueso 2: Una investigación basada en la Teoría de Respuesta al Ítem

Evaluative quality of Test of Gross Motor Development 2: A investigation based on Item Response Theory

*Patrik Felipe Nazario, **José Luiz Lopes Vieira, ***Jorge Both, *Adolpho Cardoso Amorim, *Ricardo Henrique Bim, ****Luciana Ferreira

*Universidade Estadual de Maringá (Brasil), **Universidad Católica del Maule - Talca (Chile), ***Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Brasil), ****Universidade Estadual de Londrina (Brasil)

Resumo. O objetivo do estudo foi verificar o grau de dificuldade e capacidade de discriminação dos critérios utilizados para avaliar as habilidades motoras do TGMD-2. Participaram do estudo 159 crianças, de ambos os sexos, com idade entre 7 e 8 anos, provenientes de quatro escolas públicas do município de Maringá-PR, Brasil. O instrumento analisado foi o Test of Gross Motor Development – 2th edition. As análises estatísticas foram guiadas por meio do modelo logístico de dois parâmetros para dados dicotômicos. Os resultados apontam o baixo poder discriminatório de alguns critérios para avaliar o nível de desempenho motor das crianças nas dimensões de locomoção e manipulação de objetos, sendo possível reduzir o número de critérios/habilidades motoras presentes em cada dimensão. Conclui-se que o modelo inicial com 48 critérios e 12 habilidades motoras não se adequou à amostra do estudo, e o uso da Teoria de Resposta ao Item é uma ferramenta complementar que possibilita identificar o grau de dificuldade de cada item e sua capacidade discriminatória em cada um dos critérios propostos na avaliação das habilidades motoras do TGMD-2.

Palavras-chaves: Habilidade motora, TGMD-2, teoria de resposta ao item.

Resumem. El objetivo del estudio fue verificar el grado de dificultad y capacidad de discriminación de los criterios utilizados para evaluar las habilidades motoras del TGMD-2. El estudio incluyó a 159 niños, de ambos sexos, con edades comprendidas entre los 7 y 8 años, de cuatro escuelas públicas de la ciudad de Maringá-PR, Brazil. El instrumento analizado fue el Test de Desarrollo Motor Grueso - 2ª edición. Los análisis estadísticos se guiaron por el modelo logístico de dos parámetros para datos dicotómicos. Los resultados apuntan el escaso poder discriminatorio de algunos criterios para evaluar el nivel de desempeño motor de los niños en las dimensiones de locomoción y manipulación de objetos, permitiendo reducir el número de criterios / habilidades motoras presentes en cada dimensión. Se concluyó que el modelo inicial con 48 criterios y 12 habilidades motoras no se ajustaba a la muestra de estudio y el uso de la Teoría de Respuesta al Ítem es una herramienta complementaria que permite identificar el grado de dificultad de cada ítem y su capacidad discriminatoria en cada uno de los criterios propuestos en la evaluación de la motricidad del TGMD-2.

Palabras clave: Habilidad motora, TMGD-2, teoría de respuesta al ítem.

Abstract. The objective of the study was to verify the degree of difficulty and capacity of discrimination of the criteria used to evaluate the motor skills of TGMD-2. The study included 159 children, of both sexes, aged between 7 and 8 years old, from four public schools in the city of Maringá-PR, Brazil. The instrument analyzed was the Test of Gross Motor Development - 2nd edition. The statistical analyzes were guided by the two-parameter logistic model for dichotomous data. The results point out the low discriminatory power of some criterias to assess the level of children's motor performance in the dimensions of locomotion and object manipulation, making it possible to reduce the number of criteria / motor skills present in each dimension. It was concluded that the initial model with 48 criteria and 12 motor skills did not fit the study sample and the use of Item Response Theory is a complementary tool to identify the degree of difficulty of each item, including a discriminatory capacity for each of the criteria proposed in the evaluation of the TGMD-2 motor skills.

Keywords: Motor skill, TGMD-2, item response theory.

Introdução

Atualmente, um dos focos de pesquisa na área do desenvolvimento motor está na busca por fatores que levam as crianças a terem um desenvolvimento atípico ao longo da infância e da adolescência (Rosenblum, 2015; Caçola, Ibana, Ricard & Gabbard, 2016). Spessato, Gabbard, Valentini e Rudisill (2012) e Pizzo et al., (2013) apontaram que crianças brasileiras estão com o desenvolvimento motor abaixo dos níveis médios esperados para a idade, quando avaliadas por meio do TGMD-2 (*Test of Gross Motor Development-Second Edition*), na Espanha Quitério et al., (2017) verificaram que os níveis gerais de competência motora de crianças espanholas são relativamente baixos, sendo que a maioria dos alunos não alcança sucesso nas habilidades da Bateria MOBAQ (*Motorische Basiskompetenzen*).

Pesquisas tem demonstrado que o instrumento de avaliação motora TGMD-2 tem validade e confiabilidade em grande parte do mundo, sendo que estudos para avaliar o desenvolvimento típico de crianças foram conduzidos nos Estados Unidos (Kit, Akinbami, Isfahani, & Ulrich, 2017), Myanmar (Aye et al., 2017), Peru (Mamani-Ramos et al., 2021), Japão (Aye et al., 2018), Inglaterra (Foulkes et al., 2015), Coréia (Kim, Han & Park, 2014), Iran (Farrokhi, Zadeh, Alvar, Kazemnejad & Ilbeigi, 2014), e Brasil (Vargas et al., 2018). Além disso, foi realizada a análise de validade e confiabilidade com crianças belgas (Simon et al., 2007) e chilenas (Cano-Cappellacci, Leyton & Carreño, 2015).

O teste TGMD-2 foi desenvolvido e validado por Ulrich (2000) para avaliar as habilidades motoras grossas, de locomoção e controle de objeto, de crianças de 3 a 10 anos de ambos os sexos. A normatização foi desenvolvida com base em uma amostra de 1208 crianças de 3 a 10 anos, residente em 10 estados diferentes dos Estados Unidos da América. Contudo, as evidências de confiabilidade e validade do teste, são dependentes da amostra original, não devendo ser generalizada, conforme salienta o próprio autor (Ulrich, 2000). Pautados nessa premissa, Valentini et al., (2008) verificaram a validade e consistência interna do TGMD-2 demonstrando que o teste é válido e fidedigno para a amostra estudada. Na continuidade, Valentini (2012) conduziu a validade e fidedignidade do TGMD-2 para crianças brasileiras e salientou que o instrumento é válido e fidedigno. Além destes, estudos reportaram que o TGMD-2 é um instrumento válido e fidedigno para avaliar crianças ao redor do mundo, como, por exemplo, na China (Wong e Cheung, 2010), Irã (Farrokhi, Zadeh,

Alvar, Kazemnejad & Ilbeigi, 2014), Coréia do Sul (Kim, Kim, Valentini & Clark, 2014) e Coreia (Kim, Han & Park, 2014).

Um ponto em comum, na questão metodológica, entre os estudos supracitados, é que os resultados obtidos são dependentes do conjunto de tarefas que compõem o instrumento de medida. Em outras palavras, a interpretação e análises dos resultados estão associadas ao instrumento de avaliação como um todo, que é uma característica originada da teórica clássica das medidas, e que pode enviesar a interpretação em outras populações.

A partir dos estudos e considerações mencionadas, percebe-se que as pesquisas estão pautadas em análises psicométricas clássicas, por exemplo, análises de consistência interna, análises fatoriais exploratórias e confirmatórias, análises discriminantes e convergentes. Estas análises fazem parte do conjunto de testes oriundos da psicometria clássica, chamada de Teórica Clássica da Medida (TCM). Neste ponto, a teoria de resposta ao item (TRI) pode ser utilizada de forma a complementar as investigações, analisando cada tarefa motora que compõe o instrumento, elucidando a dificuldade e capacidade discriminatória de cada tarefa em questão (Pasquali & Primi, 2003). Exemplificando o uso da TRI em testes de competência motora, Magistro et al., (2020) constataram uma forte validade de construto e confiabilidade do TGMD-3 para medir as habilidades motoras grossas em crianças de diferentes grupos de gênero e idade e Bardid et al., (2019) concluíram que a TRI pode fornecer uma abordagem estatística útil para examinar a estrutura de competência motora proposta no Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOT-2).

A TRI surgiu por volta dos anos 1950, com o estudo pioneiro de Lord (1952), no qual o autor desenvolveu um modelo unidimensional de dois parâmetros (dificuldade e discriminação). Entretanto, somente nas últimas duas décadas essa abordagem tem sido utilizada em grande escala devido à complexidade dos cálculos estatísticos derivados dos modelos, a falta de computadores e programas eficientes e acessíveis para executar estes cálculos. Segundo Vendramini, Silva e Canale (2004), a principal aplicação da TRI encontra-se no cenário das avaliações educacionais, no estudo de questionários e listas de itens com aplicação em diferentes áreas como a econometria, psicometria, ranking esportivo, sociologia e pedagogia.

A meta da TRI é habilitar o usuário da teoria a estabelecer certas características dos itens

independentemente de quem completa o teste (Pasquali & Primi, 2003), assim por trás da dificuldade e do poder discriminatório dos itens, existe um fator latente, chamado de habilidade, no caso do desempenho motor a relação entre habilidade e os parâmetros dos itens é considerada na TRI, é justamente a vantagem metodológica sobre a psicometria tradicional.

O teste TGMD-2 é frequentemente utilizado no Brasil para verificar o desenvolvimento motor de crianças e, por consequência, diagnosticar crianças com dificuldades de movimento, déficits motores ou desenvolvimento motor atípico. Com isto, os indícios apontam para uma necessidade de verificar a adequabilidade do teste TGMD-2 para a realidade brasileira, visto a existência de uma lacuna da literatura no que diz respeito às propriedades psicométricas dos resultados do teste TGMD-2. No Brasil, não foi encontrado estudo que aplicasse a análise de TRI no instrumento TGMD-2, o que salienta a lacuna na literatura. Ainda, reforçando a necessidade de novos métodos estatísticos complementares na análise psicométrica dos instrumentos de avaliação motora, como salientado por Yun e Ulrich (2002) pois as avaliações da validade e confiabilidade do TGMD-2 são dependentes da amostra. Nessa perspectiva, o principal objetivo do estudo foi de verificar o grau de dificuldade de cada item e capacidade de discriminação dos critérios utilizados para avaliar as habilidades motoras do teste TGMD-2.

Método

Amostra

Fizeram parte do estudo 159 crianças (83 meninos e 76 meninas), com idade média de 7.53 ± 0.50 anos. As crianças foram recrutadas a partir de quatro escolas públicas de Maringá/PR, de maneira não probabilística e por conveniência. As crianças mensuraram uma média de $1,29 \pm 0.65$ centímetros de altura, 29.48 ± 7.17 quilogramas de peso corporal que resultaram em um Índice de Massa Corporal (IMC) de 17.67 ± 3.16 Kg/m². Com base no IMC, 95 (noventa e cinco) crianças foram classificadas como eutróficas, 32 (trinta e duas) crianças com sobrepeso e 32 (trinta e duas) crianças com obesidade. Questionadas sobre a participação em atividades motoras extracurriculares apenas 15 crianças (9,4%) relataram que praticavam alguma atividade motora em ambiente extracurricular (*ballet*, futebol, futsal, natação, tênis e *taekwondo*) por um período mínimo de um ano, e esta prática de atividades físico-motoras esportivas extra curriculares mostra-se associada a

melhores níveis de competência motora e menores taxas de sobrepeso e obesidade (García-Marín & Fernández-López, 2020) e a performance escolar (Bekhechi & Khiat, 2019).

Instrumentos

O teste TGMD-2 foi desenvolvido por Ulrich (2000) para avaliar as habilidades motoras grossas, de locomoção e manipulação de objeto, de crianças de três a 10 anos de ambos os sexos. O TGMD-2 consiste em 12 habilidades motoras fundamentais, com três a cinco critérios específicos observáveis para cada habilidade motora. Os critérios são fundamentados em padrões identificáveis de movimento expostos na literatura e a partir de um consenso entre *experts*. As habilidades são divididas em dois subtestes, os quais são: Locomoção (correr, galopar, saltar sobre o mesmo pé, passada, salto horizontal e corrida lateral) e Manipulação de Objetos (rebater, quicar, receber, chutar, arremessar sobre o ombro e rolar por baixo). A criança desempenha cada habilidade, duas vezes, e para cada critério é gerado um escore de zero ou um. O escore zero é dado quando a criança não atende ao critério da habilidade, e um quando atende o critério. Desta maneira, o TGMD-2 conta com 48 critérios, distribuídos em 12 habilidades motoras fundamentais em duas dimensões. A avaliação dos critérios é feita por meio de filmagens realizadas durante a execução das habilidades, conforme manual do teste.

Procedimentos

A coleta de dados foi aprovada no Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Maringá (Protocolo 35712011). Após os procedimentos éticos, foram agendadas as datas de coleta de dados nas escolas participantes do estudo. A avaliação foi realizada por dois pesquisadores previamente treinados. As coletas foram realizadas nas quadras esportivas de cada escola, a fim de manter a familiaridade das crianças com o ambiente de coleta. Cada coleta, feita em duplas de crianças, teve um tempo médio de 20 minutos, seguindo os procedimentos indicados no manual do instrumento TGMD-2 (Ulrich, 2000).

Análise estatística

Para fins de análise, foi utilizado o escore dicotômico bruto dos 48 critérios de avaliação das 12 habilidades motoras divididas nas duas dimensões de Locomoção e Manipulação de Objetos. Os valores de «zero» e «um»

indicam, respectivamente, «não atende» e «atende» ao critério em questão. Visto que cada criança tinha duas tentativas válidas para execução das habilidades motoras, foi utilizado nas análises o escore obtido do melhor desempenho motor da criança em cada habilidade.

A análise dos dados foi realizada no *software* R 3.2.3. A análise de TRI foi realizada por meio do modelo logístico de dois parâmetros, para variáveis dicotômicas, proposto por Birnbaum (1968), conforme equação abaixo:

$$P(U_{ij} = 1/\theta_j) = \frac{1}{1 + e^{-(\theta_j - b_i)}}$$

A qualidade de ajustamento dos modelos analisados foi verificada por meio dos índices: correlação bisserial, capacidade discriminatória do critério, *Akaike information criterion* (AIC), *Bayesian information criterion* (BIC) e *Log-likelihood* (máxima verossimilhança). A correlação bisserial avalia a existência de correlação significativa de um dado item com o escore bruto produzido por um grupo de itens, o que possibilita verificar a consistência interna do item e sua relação com o traço latente mensurado (por exemplo, habilidade de locomoção e habilidade de controle de objeto). A correlação apresenta a estimação dos parâmetros dos 48 itens, subdivididos em suas respectivas dimensões conforme proposto no modelo original (Ulrich, 2000), bem como, a estimação dos itens selecionados após a retirada dos itens com baixa capacidade discriminatória ($a < 0,70$), conforme indicado por Tezza, Bornia e Andrade (2011), e/ou baixa correlação bisserial.

Estas informações são expressas nas seguintes curvas: a Curva Característica do Item (CCI) a qual permite observar as principais informações a respeito de um item de forma rápida e clara, a Curva de Informação do Item que são geradas a partir das funções de informações do item, e permitem analisar quanto um item contém de informação para a medida do traço latente, ou seja, indicam a quantidade de informação psicométrica com que um determinado traço observável contribui para a medida de intensidade do traço não observável, além disso, a CCI nos informa em que intervalo este traço observável é mais informativo, e a Curva de Informação do Teste (CIT) que é uma representação gráfica da função de informação do teste. Esta função é representada pela soma do grupo de itens que compõe o teste, de modo que resume a contribuição de cada item deste para a informação total.

Resultados

Inicialmente são apresentadas as proporções de crianças que atenderam ou não cada um dos 48 critérios estabelecidos nas 12 habilidades motoras pertencentes às duas dimensões do instrumento TGMD-2 (Tabela 1). Nessa tabela é possível perceber algumas assimetrias em alguns critérios, por exemplo, c2 (Breve período onde ambos os pés estão fora do chão) e c3 (Posicionamento estreito dos pés aterrissando nos calcanhares ou dedos), nos quais 99% das crianças atenderam ao critério. Por outro lado, o critério s1 (Manter o padrão rítmico por quatro galopes consecutivos) indica que 96% das crianças não atenderam ao critério, demonstrando a dificuldade deste.

Tabela 1
Proporção de crianças que não atendem e atendem os critérios de cada tarefa motora do TGMD-2.

	Itens		Itens			
	Não	Sim	Não	Sim		
Locomoção	c1	0,25	0,75	r1	0,26	0,74
	c2	0,00	0,99	r2	0,12	0,88
	c3	0,00	0,99	r3	0,32	0,68
	c4	0,18	0,81	r4	0,29	0,71
	g1	0,61	0,38	r5	0,18	0,82
	g2	0,35	0,64	q1	0,31	0,69
	g3	0,40	0,59	q2	0,29	0,71
	g4	0,71	0,28	q3	0,46	0,54
	s1	0,96	0,04	q4	0,22	0,73
	s2	0,15	0,84	re1	0,43	0,57
	s3	0,74	0,25	re2	0,36	0,64
	s4	0,08	0,92	re3	0,26	0,74
	s5	0,11	0,88	ch1	0,25	0,75
	p1	0,06	0,94	ch2	0,29	0,71
	p2	0,23	0,76	ch3	0,43	0,54
	p3	0,31	0,69	ch4	0,03	0,97
	sh1	0,39	0,61	a1	0,05	0,95
	sh2	0,23	0,77	a2	0,88	0,12
	sh3	0,10	0,90	a3	0,57	0,43
	sh4	0,16	0,84	a4	0,26	0,74
cl1	0,49	0,51	ro1	0,08	0,92	
cl2	0,15	0,85	ro2	0,71	0,29	
cl3	0,37	0,63	ro3	0,29	0,71	
cl4	0,15	0,85	ro4	0,24	0,76	

Nota: Legenda nas Tabelas 2 e 3.

As Tabelas 2 e 3 apresentam a descrição de cada critério, a correlação bisserial e a estimação dos parâmetros. Ainda, é apresentada a estimação dos parâmetros com um conjunto de itens reduzido em cada dimensão.

A Figura 1 apresenta a Curva Característica do Item (CCI), Curva de Informação do Item (CII) e Curva de Informação do Teste (CIT).

Discussão

Os resultados evidenciaram pontos interessantes acerca dos critérios adotados para avaliar cada habilidade motora do TGMD-2. Inicialmente, fica evidente que alguns critérios apresentaram baixa qualidade de informação, devido à alta proporção de crianças que atendem ou não o critério. Isto pode ser visualizado nos critérios da dimensão Locomoção na habilidade *correr*

Tabela 2

Descrição dos itens e estimação dos parâmetros de dificuldade e discriminação da dimensão locomoção.

Dimensão Locomoção	Item	Correlação Bisserial	24 itens		6 Itens	
			Parâmetros B	Parâmetros a	Parâmetros b	Parâmetros a
Correr						
Os braços movem-se em oposição às pernas, cotovelos flexionados	c1	0,423	-0,89	1,36	-1,10	1,23
Breve período onde ambos os pés estão fora do chão (voo momentâneo)	c2	-0,00	2,41	-44,20	-	-
Posicionamento estreito dos pés aterrissando nos calcanhares ou dedos (pé não chato)	c3	-0,00	2,41	-44,20	-	-
Perna que não suporta o peso, flexionada a aproximadamente 90 graus (perto das nádegas)	c4	0,54	-0,72	2,86	-1,04	2,37
Galopar						
Braços flexionados e mantidos na altura da cintura no momento que os pés deixam o solo	g1	0,49	3,46	0,13	-	-
Um passo a frente com o pé que lidera seguido por um passo com o pé que é puxado, numa posição ao lado ou atrás do pé que lidera	g2	0,68	-0,04	14,53	-	-
Breve período em que ambos os pés estão fora do chão	g3	0,75	-0,00	27,91	-	-
Mantém o padrão rítmico por quatro galopes consecutivos	g4	0,31	0,56	43,10	-	-
Saltar Sobre o Mesmo Pé						
Mantém o padrão rítmico por quatro galopes consecutivos	s1	0,20	5,42	0,66	-	-
O pé da perna de não suporte permanece atrás do corpo	s2	0,51	-1,01	2,38	-1,25	2,31
Braços flexionados e movimentam-se para frente para produzir força	s3	0,32	-13,15	-0,08	-	-
Levanta voo e aterrissa por 3 saltos consecutivos com o pé preferido	s4	0,11	5,21	-0,46	-	-
Levanta voo e aterrissa por 3 saltos consecutivos com o pé não preferido	s5	0,10	1,80	-1,38	-	-
Passada						
Levantar voo com um pé e aterrissa com o pé opositor	p1	0,06	-19,39	0,13	-	-
Um período em que ambos os pés estão fora do chão, passada maior que na corrida	p2	0,57	-0,50	3,22	-0,69	4,98
O braço oposto ao pé que lidera faz uma extensão a frente	p3	0,12	0,75	-1,40	-	-
Salto Horizontal						
De lado para o caminho a ser percorrido, os ombros devem estar alinhados com a linha no solo	cl1	0,06	0,10	-3,47	-	-
Um passo lateral com o pé que lidera seguido por um passo lateral com o pé que acompanha num ponto máximo ao pé que lidera	cl2	-0,04	-10,17	0,16	-	-
Um mínimo de quatro ciclos de passadas laterais com o lado direito	cl3	0,35	-0,16	2,81	-0,27	4,23
Um mínimo de quatro ciclos de passadas laterais com o lado esquerdo	cl4	0,12	-45,81	0,037	-	-

Tabela 3

Descrição dos itens e estimação dos parâmetros de dificuldade e discriminação da dimensão manipulação de objetos.

Dimensão Manipulação de Objetos	Item	Correlação Bisserial	24 itens		3 Itens	
			Parâmetros b	Parâmetros a	Parâmetros b	Parâmetros a
Rebater						
A mão dominante segura o bastão acima da mão não dominante	r1	0,27	-2,82	0,35	-	-
O lado não preferencial do corpo de frente para um arremessador imaginário, com os pés em paralelo	r2	0,35	10,41	-0,19	-	-
Rotação de quadril e ombro durante o balanceio	r3	0,33	3,97	-0,19	-	-
Transfere o peso do corpo para o pé da frente	r4	0,06	-0,85	1,15	-0,70	2,07
O bastão acerta a bola	r5	-0,00	-1,49	1,15	-1,49	1,30
Receber						
Toca a bola com uma mão na linha da cintura	q1	0,26	1,73	-0,50	-	-
Empurrar a bola com os dedos (não com a palma)	q2	0,34	-7,72	0,11	-	-
A bola toca o solo na frente ou ao lado do pé do lado de preferência	q3	0,53	0,18	-1,49	-	-
Mantém o controle da bola por quatro quiques consecutivos, sem mover os pés para segurar a bola	q4	0,13	-1,37	0,98	-1,14	1,49
Quicar						
Fase de preparação, onde as mãos estão a frente do corpo e cotovelos flexionados	re1	0,46	0,03	-20,46	-	-
Os braços são estendidos enquanto alcançam a bola conforme a bola se aproxima	re2	0,49	0,08	-25,97	-	-
Segura a bola somente com as mãos	re3	0,44	1,23	-1,09	-	-
Receber						
Aproximação rápida e contínua em direção a bola	ch1	0,27	1,64	-0,76	-	-
Um passo alongado imediatamente antes do contato com a bola	ch2	0,30	-5,60	0,15	-	-
O pé de apoio é colocado ao lado ou levemente atrás da bola	ch3	0,52	0,25	-1,86	-	-
Chuta a bola com o peito de pé (cordão do tênis) ou dedo do pé, ou parte interna do pé de preferência	ch4	0,24	-7,22	0,45	-	-
Chutar						
Movimento de arco é iniciado com movimento para baixo (trás) da mão/braço	a1	0,21	-12,10	0,23	-	-
Rotação de quadril e ombros até o ponto onde o lado oposto ao do arremesso fica de frente para a parede	a2	0,35	-1,56	-1,62	-	-
O peso é transferido com um passo (a frente) com o pé oposto à mão que arremessa	a3	0,45	-0,18	-2,83	-	-
Acompanhamento, após soltar a bola, diagonalmente cruzado em frente ao corpo em direção ao lado não preferencial	a4	0,55	1,13	-1,25	-	-
Arremessar Sobre o Ombro						
A mão preferencial movimentada-se para baixo e para traz, estendida atrás do tronco, enquanto o peito está de frente para os cones	ro1	0,36	10,3	-0,23	-	-
Um passo a frente com o pé oposto à mão preferencial em direção aos cones	ro2	0,15	21,48	0,04	-	-
Flexiona joelhos para abaixar o corpo	ro3	-0,05	-1,38	0,66	-	-
Solta a bola perto do chão de forma que a bola não quique mais do que 10cm de altura	ro4	0,18	-32,34	0,03	-	-
Rolar a Bola por Baixo						

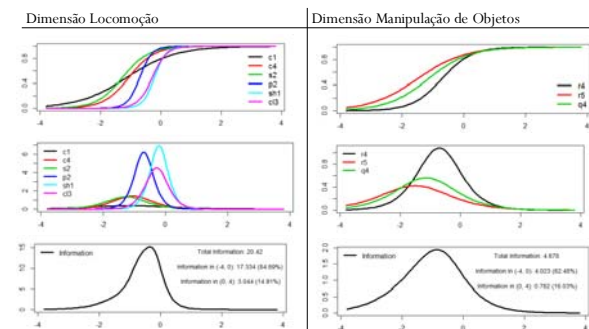


Figura 1 - Curva Característica do Item (CCI), Curva de Informação do Item (CII) e Curva de Informação do Teste (CIT).

nos critérios «Os braços movem-se em oposição às pernas, cotovelos flexionados» (c1) e «Breve período onde ambos os pés estão fora do chão (voo momentâneo)» (c2); na habilidade *saltar sobre o mesmo pé* no critério «Levanta voo e aterrissa por 3 saltos consecutivos com o pé preferido» (s4), na habilidade *passada* no critério «Levantar voo com um pé e aterrissa com o pé opositor» (p1), na habilidade *salto horizontal* no critério «Levanta voo e aterrissa (tocar o solo) com ambos os pés simultaneamente» (sh3). Na dimensão Controle de Objetos na habilidade *chutar* no critério «Chuta a bola com o peito de pé (cordão do tênis) ou dedo do pé, ou parte interna do pé de preferência» (ch4), na habilidade *arremessar sobre o ombro* no critério «Movimento de arco é iniciado com movimento para baixo (atrás) da mão/braço» (a1), na habilidade *rolar a bola por baixo* no critério «A mão preferencial movimentada-se para baixo e para traz, estendida atrás do tronco, enquanto o peito está de

frente para os cones» (ro1), apresentados na Tabela 1, cujos critérios obtiveram uma proporção de classificação de crianças que atenderam ou não tal critério acima de 90%.

A falta de discriminação verificada nos itens (c1, c2, s4, p1, sh3, ch4, a1 e ro1) a partir da análise utilizando a TRI é claramente uma vantagem em relação a TCM pelo fato de que na TRI o interesse não é no acerto ou no erro do indivíduo mas, o entendimento do porque o indivíduo acertou ou errou cada item. Assim, a TRI pro-

cura descobrir o nível do desempenho motor, por exemplo, que a criança deve ter para acertar o item, individualmente, ou seja, qualquer item se torna mais fácil ou difícil de acordo com a habilidade do sujeito e mesmo em amostras não representativas, os parâmetros poderão ser estimados (Pasquali & Primi, 2003). Da mesma forma, a falta de discriminação dos itens foi identificada também no Teste MABC-2 nas tarefas «colocando moedas mão não dominante» e «caminho da bicicleta», demonstrando que esta última tarefa motora teve menor poder de discriminação do que o recomendado na literatura (Tezza, Bornia & Andrade, 2011).

O critério «s1» em particular (manter o padrão rítmico por quatro galopes consecutivos), os resultados indicaram que 96% das crianças não atenderam ao critério, demonstrando a dificuldade de atendimento. Esta constatação merece uma análise especial na sua inserção no conjunto de critérios, pois, situação similar ocorreu com relação ao baixo desempenho motor na tarefa motora «caminho da bicicleta», do teste de avaliação motora MABC-2, conforme os resultados de estudos realizados na Alemanha (Wagner, Kastner, Petermann & Bös, 2011), Holanda (Smits-Engelsman, Niemeijer & Van Waelvelde, 2011) e China (Hua, Gu, Weng & Wu, 2013) no qual os autores destacaram que a tarefa citada apresentou problemas de adequação à amostra devido à dificuldade na sua realização.

Neste sentido, nas Tabelas 2 e 3 são apresentadas as análises de estimação dos parâmetros (a e b) utilizando apenas os critérios considerados mais relevantes para analisar o desempenho motor das crianças participantes do presente estudo. Procedimento similar foi realizado na China (Hua, Gu, Weng & Wu, 2013), no qual os autores retiraram a tarefa motora «caminho da bicicleta» do conjunto de habilidades do teste MABC-2, e o ajustamento do modelo explicativo se mostrou mais adequado. Desta forma, o grupo de 6 itens remanescentes na Tabela 2 (Habilidade de Locomoção) apresentou ajustes melhores (Log.Lik = -405,10; AIC = 834,21; BIC = 871,0; Alpha de Cronbach = 0,82) do que o modelo testado inicialmente com os 24 itens (Log.Lik = -1516,87; AIC = 3129,73; BIC = 3277,04; Alpha de Cronbach = 0,57). Estas evidências surgiram também na dimensão Manipulação de Objetos (Tabela 2), sendo que o modelo com 3 itens apresentou melhores índices (Log.Lik = -243,31; AIC = 498,63; BIC = 517,05; Alpha de Cronbach = 0,51) do que o modelo com os 24 itens (Log.Lik = -1847,55; AIC = 3791,11; BIC = 3938,42; Alpha de Cronbach = 0,57), exceto para a consistência interna (alpha de Cronbach) que se

manteve equivalente, salientamos que estes índices utilizados podem ser interpretados, segundo Rizopoulos (2006), no sentido de quanto menor os índices, melhor o ajuste do modelo.

Com relação aos parâmetros de discriminação com valores negativos, Baker (2001) aponta a possibilidade de o item apresentar baixo poder discriminatório, o qual pode estar ligado à construção do critério. Após o procedimento de retirada dos critérios que apresentaram baixo poder discriminatório, foi realizada uma nova estimação dos parâmetros, apresentados nas Tabelas 2 e 3. A Figura 1 apresenta a Curva Característica do Item, a Curva de Informação do Item e, a Curva de Informação do Teste, para cada dimensão do instrumento TGMD-2, de acordo com os critérios utilizados na segunda análise de estimação dos parâmetros. As curvas de informação (CCI e CII) demonstraram, visualmente, os parâmetros dos critérios. Na dimensão Locomoção, as habilidades motoras e seus respectivos critérios com melhores parâmetros de discriminação são Salto Horizontal (sh1, a = 5,27), Passada (p2, a = 4,98) e Corrida Lateral (cl3, a = 4,23). Na dimensão Manipulação de Objetos, as habilidades motoras e respectivos critérios com melhores parâmetros de discriminação são Rebater (r4, a = 2,07), Quicar (q4, a = 1,49) e Rebater (r5, a = 1,30). Estes resultados indicam quais os critérios, dentro de cada habilidade motora, que possuem melhor capacidade em discriminar crianças de diferentes níveis de desempenho motor.

A Figura 1 indica, visualmente, o parâmetro de dificuldade de cada critério utilizado nas análises. É possível inferir que a medida que a curva se desloca para a esquerda, por exemplo, a dificuldade do critério diminui. O contrário também segue a mesma interpretação, de que quanto mais para a direita, maior o nível de desempenho motor exigido da criança para atender ao critério, aumentando o grau de dificuldade. A curva de informação do item (CII) demonstra que no geral os critérios têm uma baixa dificuldade, fato este apresentado na curva de informação do teste (CIT) de ambas as dimensões, nos quais é possível perceber que o instrumento funciona melhor no intervalo do traço latente (desempenho motor) de -2 e 0. Sendo o TGMD-2 composto por 48 (quarenta e oito) critérios que avaliam o desempenho em 12 habilidades e tendo diagnosticado uma baixa qualidade avaliativa em 8 (oito) critérios (c1, c2, s4, p1, sh3, ch4, a1 e ro1) que apresentaram pouco poder discriminatório, a nova estimação dos parâmetros baseados na TRI implica em

uma redução do tempo de análise das filmagens e, conseqüentemente, no tempo para se chegar ao resultado final da avaliação motora proporcionando um maior ajuste do modelo explicativo final. Embora o manual do examinador TGMD não presuma avaliação de gravação de vídeo a maioria dos estudos incluídos na revisão sistemática de Rey, Carballo-Fazanes, Varela-Casal & Abelairas-Go (2020) utilizaram avaliações de gravação de vídeo, que permite um escrutínio mais detalhado, auxiliando na observação de critérios de desempenho difíceis com *replay* em câmera lenta tornando possível analisar cada performance quantas vezes forem necessárias, portanto uma quantidade menor de critérios para avaliar agiliza este procedimento.

Como citado por Ellinoudis et al., (2011) e Hua, Gu, Weng & Wu (2013) que salientaram a importância de encontrar mais evidências, ligadas a adequabilidade técnica, por exemplo, ao utilizar o MABC-2 de maneira isolada para identificar crianças com transtorno de desenvolvimento da coordenação, as evidências apresentadas neste estudo elucidam a necessidade de entender as características dos parâmetros dos itens/critérios/tarefas inclusos em avaliações motoras, no caso o TGMD-2, no intuito de adequar o método de avaliação à amostra. Esta afirmação significa uma maior precisão na classificação final do instrumento, levando em consideração o grau de dificuldade e discriminação de cada item do teste TGMD-2, como também apontado na revisão sistemática de Rey, Carballo-Fazanes, Varela-Casal & Abelairas-Go (2020), na qual diferenças na confiabilidade da avaliação das habilidades podem ser um reflexo da dificuldade envolvida na avaliação de alguns componentes das habilidades ou dos critérios de desempenho.

Contudo, se faz necessário um número maior de estudos a fim de identificar padrões de parâmetros do item para cada conjunto de amostra, com intuito de verificar a possibilidade de criar uma normatização passível de utilização em larga escala. Esta é uma das limitações do estudo, o qual não verificou possíveis invariâncias relacionadas à idade e ao sexo das crianças. Além desta, outra limitação está no sentido de ser um de cunho investigatório e descritivo, o que inviabiliza a extrapolação dos resultados a outras populações. Por fim, o estudo limitou-se a não investigar a classificação final do instrumento, focando apenas nos critérios pertinentes a cada habilidade motora.

A principal implicação prática do presente estudo concerne na utilização do método utilizado, TRI, para verificar o grau de dificuldade de cada item e a capacidade

de discriminação dos critérios do instrumento de avaliação motora TGMD-2 à amostra, que juntamente com a teoria clássica dos testes (TCM), certamente, proporcionará uma análise minuciosa de cada item que compõe o instrumento. Assim, a abordagem da TRI oferece uma perspectiva importante para uma melhor compreensão da competência motora de crianças e o uso do TGMD-2 tanto no contexto da pesquisa quanto, na prática educacional ou clínica.

Conclusões

A partir dos resultados obtidos por meio das análises de TRI, é possível concluir que oito dos quarenta e oito os critérios avaliativos do instrumento TGMD-2 não apresentaram parâmetros de discriminação e um critério demonstrou alta dificuldade de adequação à amostra do presente estudo. Neste sentido, conclui-se que o uso da TRI, é uma ferramenta complementar que possibilita identificar o grau de dificuldade de cada item e sua capacidade discriminatória em cada um dos critérios propostos na avaliação das habilidades motoras do TGMD-2.

Além disso, estudos de validação e adaptação de instrumentos para outras populações e/ou culturas devem ser analisados com cautela, visto que os parâmetros dos itens podem variar de acordo com a amostra, conforme indícios apontados pelos criadores do teste TGMD-2 e os encontrados no presente estudo.

Referências

- Aye, T., Kuramoto-Ahuja, T., Sato, T., Sadakiyo, K., Watanabe, M., & Maruyama, H. (2018). Gross motor skill development of kindergarten children in Japan. *The Journal of Physical Therapy Science*, 30(5), 711-715. <https://doi:10.1589/jpts.30.711>.
- Aye, T., Oo K. S., Khin, M. T., Kuramoto-Ahuja, T., & Maruyama, H. (2017). Gross motor skill development of 5-year-old Kindergarten children in Myanmar. *The Journal of Physical Therapy Science*, 29(10), 1772-1778. <https://doi:10.1589/jpts.29.1772>.
- Baker F. (2001). The basics of item response theory. ERIC Clearinghouse on Assessment and Evaluation, University of Maryland College Park.
- Bardid, F., Utesch, T., & Lenoir M. (2019). Investigating the construct of motor competence in middle childhood using the BOT 2 Short Form: An item response theory perspective. *Scandinavian Journal of*

- Medicine Sciences and Sports*, 29(12), 1980-1987. <https://doi.org/10.1111/sms.13527>.
- Bekhechi, A. K., & Khat, B. (2019). Impact of regular physical activity and sports on school performance among girls and boys aged between 6 and 10 years. *Retos*, 36, 398-402. <https://doi.org/10.47197.retos.v36i36>.
- Birnbaum, A. (1968). Some latent trait models and their use in inferring an examinee's ability. In F. M., Lord & M. R., Novick., (Eds.), *Statistical theories of mental test scores*. (pp. 258-276). Reding, MA: Addison-Wesley.
- Caçola, P., Ibane, M., Ricard, M., & Gabbard, C. (2016). Children with developmental coordination disorder demonstrate a spatial mismatch when estimating coincident-timing ability with tools. *Research in Developmental Disabilities*, 48, 124–131. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2015.10.021>.
- Cano-Cappellacci, M., Leyton, F. A., & Carreño, J. D. (2015). Content validity and reliability of test of gross motor development in Chilean children. *Revista de Saúde Pública*, 49(97), 1-7. <https://doi.org/10.1590/S0034-8910.2015049005724>.
- Ellinoudis, T., Evaggelinou, C., Kourtessis, T., Konstantinidou, Z., Venetsanou, F., & Kambas, A. (2011). Reliability and validity of age band 1 of the Movement Assessment Battery for Children – Second Edition. *Research in Developmental Disabilities*, 32(3), 1046-1051. [10.1016/j.ridd.2011.01.035](https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.01.035)
- Farrokhi, A., Zadeh, M. Z., Alvar, L. K., Kazemnejad, A., & Ilbeigi, S. (2014). Reliability and validity of test of gross motor development-2 (Ulrich, 2000) among 3-10 aged children of Tehran City. *Journal of Physical Education and Sports Management*, 5(2), 18-28.
- Foulkes, J. D., Knowles, Z., Fairclough, S. J., Stratton, G., O'Dwyer, M., & Ridgers, N. D. (2015). Fundamental movement skills of preschool children in Northwest England. *Perceptual Motor Skills*, 121(1), 260-283.
- García-Marín, P., & Fernández-López, N. (2020). Asociación de la competencia en las habilidades motrices básicas con las actividades físico-deportivas extracurriculares y el índice de masa corporal en preescolares. *Retos*, 38, 33-39. <https://doi.org/10.47197/retos.v38i38.71896>
- Hua, J., Gu, G., Weng, W., & Wu, Z. (2013). Age band 1 of the Movement Assessment Battery for Children-Second Edition: Exploring its usefulness in Mainland China. *Research in Developmental Disabilities*, 34(2), 801-808. [10.1016/j.ridd.2012.10.012](https://doi.org/10.1016/j.ridd.2012.10.012)
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/IBGE. Disponível em: < <http://www.censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 20 de novembro de 2015.
- Kim, C. I., Han, D. W., & Park, I. H. (2014). Reliability and validity of the Test of gross motor development-II in Korean preschool children: Applying AHP. *Research in Developmental Disabilities*, 35(4), 800–807. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.01.019>.
- Kim, S., Kim, M. J., Valentini, N. C., & Clark, J. E. (2014). Validity and reliability of the TGMD-2 for South Korean children. *Journal of Motor Behavior*, 46(5), 351-356. <https://doi.org/10.1080/00222895.2014.914886>.
- Kit, K. B., Akinbami, L. J., Isfahani, N. S., & Ulrich, D. A. (2017). Gross motor development in children aged 3–5 years, United States 2012. *Matern Child Health Journal*, 21(7), 1573–1580. <https://doi.org/10.1007/s10995-017-2289-9v>.
- Lord, F. M. (1952). A theory of test scores (Psychometric Monograph). Richmond, VA: Psychometric Corporation. Retrieved from <http://www.psychometrika.org/journal/online/MN07.pdf>
- Magistro, D., Piumatti, G., Carlevaroc F., Sherar, B., Esliger, D. W., Bardaglioc. G, Magnoc, F., Zecca, M., & Musellac, G. (2020). Psychometric properties of the Test of Gross Motor Development–Third Edition in a large sample of Italian children. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20, 860-865. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.02.014>.
- Mamani-Ramos, A. A., Dextre-Mendoza, C. W., Gálvez, J. J. L., Flores, G. T., Cruz, L. M. Q., Torres-Cruz, F., Mamani, J. A. Q., & Fuentes-López, J. D. (2021). Gross motor development in preschoolers on the islands of Lake Titicaca (3810 m.a.s.l.), Puno, Peru. *Retos*, 39, 592-597. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i39.79522>.
- Pasquali, L., & Primi, R. (2003). Fundamentos da teoria da resposta ao item - TRI. *Avaliação Psicológica*, (2), 99-110.
- Pizzo, G. C., Amaro, G. F. N., Silva, P. N., Caruzzo, N. M., Vieira, J. L. L., & Nazario, P. F. (2013). Ambiente domiciliar e desempenho motor de pré-escolares. *Caderno de Educação Física e Esporte*, 11(2), 01-08.
- Quitério, A., Costa, J., Martins, M., Martins, J., Onofre, M., Gerlach, E., Scheuer, C., & Christian Herrmann, C. (2017). Educación Física: Evaluación de las habilidades motoras en los estudiantes de seis años, en el primer año de escolarización. *Retos*, 31, 259-263.

<https://doi.org/10.47197/retos.v0i31.53500>.

- Rey, E., Carballo-Fazanes, A., Varela-Casal, C., & Abelairas-Gomez, C, on behalf of ALFA-MOV Project collaborators. (2020). Reliability of the test of gross motor development: A systematic review. *PLoS ONE*, 15(7), e0236070. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236070>
- Rizopoulos, D. (2006). ltm: An R package for latent variable modeling and item response theory analyses. *Journal of Statistical Software*, 17(5), 1-25.
- Rosenblum S. (2015). Do motor ability and handwriting kinematic measures predict organizational ability among children with Developmental Coordination Disorders? *Human Movement Science*, 43, 201–215. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2015.03.014>.
- Simons, J., Daly, D., Theodorou, F., Caron, C., Simons, J., & Andoniadou, E. (2007). Validity and reliability of the TGMD-2 in 7–10-Year-Old Flemish children with intellectual disability. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 25(1), 71-82. <https://doi.org/10.1123/apaq.25.1.71>.
- Smits-Engelsmann, B. C. M., Henderson, S. E., & Michels, C. G. J. (1998). The assessment of children with Developmental Coordination Disorders in the Netherlands: The relationship between the Movement Assessment Battery for Children and the Körperkoordinations Test für Kinder. *Human Movement Science*, 17(4-5), 699-709.
- Spessato, B.C., Gabbard, C., Valentini, N., & Rudisill, M. (2012). Gender differences in Brazilian children's fundamental movement skill performance. *Early Child Development and Care*, 182(1), 1-8. <https://doi.org/10.1080/03004430.2012.689761>.
- Tezza, R., Bornia, A. C., & Andrade, D. F. D. (2011). Measuring web usability using item response theory: Principles, features and opportunities. *Interacting with Computers*, 23(2), 167-175. <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2011.02.004>.
- Ulrich, D.A. (2000). Test of Gross Motor Development. 2nd ed. Austin, TX: Pro-Ed.
- Valentini NC. (2012). Validity and reliability of the TGMD-2 for Brazilian children. *Journal of Motor Behavior*, 44(4), 275-80. <https://doi.org/10.1080/00222895.2012.700967>.
- Valentini, N. C., Barbosa, M. C. L., Cini, G.V., Pick, R. K., Spessato, B. C., & Balbinotti, M. A. A. (2008). Teste de desenvolvimento motor grosso: validade e consistência interna para uma população gaúcha. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 10(4), 399-404. <https://doi.org/10.1590/1980-0037.2008v10n4p399>.
- Vargas, L. M., Gutierrez, G. L., Cantorani, J. R. H., Pilatti, L. A., & Gorla, J. I. (2018). Desenvolvimento das habilidades motoras fundamentais em crianças com deficiência intelectual: diferença entre os sexos. *Cadernos de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento São Paulo*, 18(1), 83-103. <https://doi.org/10.5935/cadernosdisturbios.v18n1p83-103>.
- Vendramini, C. M. M., Silva, M. C., & Canale, M. (2004). Análise de itens de uma prova de raciocínio estatístico. *Psicologia em Estudo*, 9(3), 487-498. <https://doi.org/10.1590/S141373722004000300017>.
- Wagner, M. O., Kastner, J., Petermann, F., & Bös, K. (2011). Factorial validity of the Movement Assessment Battery for Children-2 (age band 2). *Research in Developmental Disabilities*, 32, 674-80. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2010.11.016>
- Wong, K.Y. A., & Cheung, S.Y. (2010). Confirmatory factor analysis of the Test of Gross Motor Development-2. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 14(3), 202–09. <https://doi.org/10.1080/10913671003726968>.
- Yun, J., & Ulrich, D.A. (2002). Estimating measurement validity: A tutorial. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 19(1), 32-47. <https://doi.org/10.1123/apaq.19.1.32>

