



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM REDE NACIONAL PARA ENSINO DAS
CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

GARUDA DAS BRAGA

CENTRO DE MASSA E EXERCÍCIOS FÍSICOS NA PANDEMIA:

Modelo Interativo para o Ensino Fundamental

**Recife
2020**

GARUDA DAS BRAGA

**CENTRO DE MASSA E EXERCÍCIOS FÍSICOS NA PANDEMIA:
Modelo Interativo para o Ensino Fundamental**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino das Ciências Ambientais.

Área de concentração: Ensino de Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Otacilio Antunes Santana

**RECIFE
2020**

Catálogo na fonte:
Bibliotecária Claudina Queiroz, CRB4/1752

Braga, Garuda das

Centro de massa e exercícios físicos na pandemia: modelo interativo para o ensino fundamental / Garuda das Braga - 2020.

34 folhas: il., fig., tab.

Orientador: Otacilio Antunes Santana

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Biociências. Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências Ambientais. Recife, 2020.

Inclui referências.

1. Educação ambiental 2.. Ludicidade 3. Práxis
I. Santana, Otacilio Antunes (Orientador) II. Título

363.70071 CDD (22.ed.)

UFPE/CB-2020-165

GARUDA DAS BRAGA

**CENTRO DE MASSA E EXERCÍCIOS FÍSICOS NA PANDEMIA:
Modelo Interativo para o Ensino Fundamental**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino das Ciências Ambientais.

Aprovada em: 25/08/2020.

BANCA EXAMINADORA

Profº. Dr. Otacilio Antunes Santana (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Profº. Dr. Antônio Felipe Couto Júnior (Examinador Externo)
Universidade de Brasília

Profº. Dr. Helotonio Carvalho (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Otacilio, pela orientação, dedicação, paciência e muita criatividade. Em especial a sua compreensão e leitura das circunstâncias. Não posso esquecer do seu bom humor e humanidade, um grande amigo de perto e de longe, espero quede sempre.

A Aparecida Guilherme, conhecida como Cida, que me inspirou durante minha regência como bolsista do CECINE enquanto diretora, me incentivou, deixou-me livre para fazer meus experimentos malucos, mesmo uma vez em que um dos meus foguetes (quase) acertou um carro do outro lado da “área de teste” da CECINE.

Aos membros da banca examinadora, prof. Antonio Felipe Couto Júnior e prof. Helotônio Carvalho, por se dedicarem ao aperfeiçoamento deste trabalho aceitando o convite de bom grado.

A professora Katia Aquino, simplesmente por sua existência como docente praticante do ensino básico e superior. Um exemplo de que com dedicação podemos aplicar as teorias que envolvem ensino de ciências com alunos de diferentes níveis.

A minha família, minha mãe Kṛṣṇa Karuna Devi Dasi que mesmo em muitas vidas, mestrados, doutorados e prêmios Nobel, não terei como agradecer nem como compreender sua dedicação sua inteligência e perseverança. Meu pai e colega de mestrado Hari Cakra Dasa que ajudou a fazer com que eu abra meus próprios caminhos, físicos e metafísicos. A minha esposa Glauciene Antunes Da Silva, por toda a ajuda, por me deixar (menos) maluco, (mais) civilizado, e claro a sua presença iluminada em minha vida. Aos meus inúmeros irmãos e irmãs espirituais ede leite.

A todos os meus colegas de mestrado, por me aturarem, me chamarem para ajeitar o cabo do Datashow, cabo de fiação e por botarem meu nome nos trabalhos. Agradeço pelo carinho, convívio agradável e construção de conhecimento.

A Agência Nacional das Águas e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

A Todos os meu professores que lembro, não lembro e aos que virão.

***“oṃ pūrṇam adaḥ pūrṇam idaṃ
pūrṇāt pūrṇam udacyate
pūrṇasya pūrṇam ādāya
pūrṇam evāvaśiṣyate”***

Tradução

Deus, a Pessoa Suprema, é perfeito e completo. Sendo completamente perfeito, tudo que emana dEle, como, por exemplo, este mundo fenomenal, é perfeitamente equipado como todos completos. Tudo o que é produzido pelo Todo Completo também é completo em si mesmo. Porque Ele é o Todo Completo, muito embora tantas unidades completas emanem dEle, Ele permanece o equilíbrio completo.

[A. C. Bhaktivedanta Swami Prabhupada]

RESUMO

A pandemia causada pelo COVID-19 resultou em um período de distanciamento físico e fechamento dos estabelecimentos escolares. A pensar nisso e motivado em elaborar algum plano de redução de danos físicos e psicológicos para os alunos, foi proposto por meio de um desafio a alunos do Ensino Fundamental de Escolas Públicas do Município de Recife, exercícios físicos no qual os alunos poderiam aprender de forma lúdica e vivencial um conceito das Ciências da Natureza, campo interdisciplinar da Base Nacional Comum Curricular – BNCC. O conceito escolhido foi o “centro de massa” do próprio aluno por ser uma variável biométrica, dinâmica e contextual ligada ao movimento corporal, que poderia ser experimentada no período da quarentena através de exercícios físicos. Então, os objetivos foram: (i) Propor um desafio por meio de exercício físicos a alunos do Ensino Fundamental, que implique no estudo sobre o conceito físico de “Centro de Massa”, (ii) Quantificar a variável dependente (Centro de Massa) e variáveis independentes relacionadas em todo período do desafio, e modelar matematicamente essas variáveis, (iii) Construir um objeto de aprendizagem “Modelo Interativo” a partir dos dados obtidos, no Excel, (iv) Avaliar o processo didático da proposição a construção do Modelo Interativo, quanto a mobilização na aprendizagem e quanto aos critérios da CAPES de produção técnica e tecnológica. Os objetivos propostos por esse projeto foram executados com sucesso. O desafio foi aceito e adimplido pela comunidade acadêmica, por meio de exercício físicos a alunos do Ensino Fundamental, que implicaram no estudo sobre o conceito físico de “Centro de Massa”. O Modelo Interativo: “Altere seu Centro de Massa!” foi construído, disponibilizado e avaliado pelos professores de Escolas Públicas Municipais, que destacaram suas potencialidades e limitações, a indicar a proposta ao sistema educacional de Recife por seu possível impacto, complexidade, aplicabilidade, inovação e aderência a áreas das Ciências Ambientais, aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular.

Palavras-Chave: Ludicidade. Pandemia de Covid-19. Biofísica. Educação Básica. Práxis.

ABSTRACT

The pandemic caused by COVID-19 resulted in a period of physical distance and school closures. Thinking about it and motivated to elaborate some physical and psychological harm reduction plan for the students, a challenge was proposed to students of the Elementary School of Public Schools of the Municipality of Recife: physical exercises in which the students could learn in a playful and experiential way a concept of the Natural Sciences, an interdisciplinary field of the National Common Curricular Base - BNCC. The chosen concept was the "center of mass" of the student himself because it is a biometric, dynamic and contextual variable linked to body movement, which could be experienced in the quarantine period through physical exercises. So, the objectives were: (i) To propose a challenge through physical exercise to elementary school students, which implies the study of the physical concept of "Center of Mass", (ii) Quantifying the dependent variable (Center of Mass) and related independent variables throughout the challenge period, and mathematically model these variables, (iii) Build a learning object "Interactive Model" from the data obtained, in Excel, (iv) Evaluate the didactic process of the proposal to build the Interactive Model, regarding mobilization in learning and CAPES criteria for technical and technological production. The objectives proposed by this project were successfully implemented. The challenge was accepted and met by the academic community, through physical exercise for elementary school students, which involved the study of the physical concept of "Center of Mass". The Interactive Model: "Change your Center of Mass!" it was built, made available and evaluated by the teachers of Recife?? Municipal Public Schools, who highlighted its potential and limitations, indicating the proposal to the educational system for its possible impact, complexity, applicability, innovation and adherence to areas of Environmental Sciences, to the Sustainable Development Goals and the guidelines of the National Common Curricular Base.

Keywords: Playfulness. Covid-19 Pandemic. Biophysics. Basic education. Praxis.

Figura 1 –	Representação teórica de Centro de massa e suas possíveis variações.	13
Figura 2 –	Representação da mensuração da Variação do Centro de Massa (ΔCM) e da impulsão.	17
Figura 3 –	(A) Frames do vídeo gravado, e (B) Output da estimação do Centro de Massa a partir da estruturação corporal em 3D.	17
Figura 4 –	IMC = índice de massa corporal, impulsão e ΔCM = variação do centro de massa ao longo dos 120 dias de desafio da execução de 1.000 polichinelos diários a alunos do Ensino Fundamental (nove a dez 10 anos).	20
Figura 5 –	Modelo Interativo “Altere seu Centro de Massa!” (Faça o download e interaja: https://cutt.ly/Uars1Jf).	22
Figura 6 –	Avaliação do “Modelo Interativo” a partir dos Critérios da CAPES sobre Produção Técnica.	24
Figura 7 –	Qual a palavra que lhe suscita quando ouve sobre “Centro de Massa”? (A) Pergunta realizada antes do #Dia0 e (B) Pergunta realizada depois do #Dia120.	25

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	12
2.1 Objetivo geral	12
2.2 Objetivos específicos	12
3. REFERENCIAL TEÓRICO	13
4. MATERIAIS E MÉTODOS	16
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
6. CONCLUSÕES	26
7. REFERÊNCIAS	27

1. INTRODUÇÃO

No dia 11 de março de 2020, a Organização Mundial da Saúde declarou Estado de Emergência Mundial devido a Pandemia da COVID-19 (WHO, 2020). Antes disso, no dia 25 de fevereiro de 2020, em Pernambuco, Brasil, foi registrado o primeiro suspeito de ter sintomas desta doença em um Navio Transatlântico “Silver Shadow”, atracado no Terminal Marítimo de Passageiros de Pernambuco (Porto Recife). no dia 17 de março de 2020, se teve a primeira confirmação protocolar de uma pessoa contaminada com o COVID-19, data esta em que o Governador do Estado de Pernambuco decretou as Medidas de Distanciamento Físico - Quarentena (Decreto nº 48,810, ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE PERNAMBUCO, 2020), seguindo a Lei Federal nº 13.979 (BRASIL, 2020).

A partir do dia 18 de março de 2020, o fechamento das escolas se tornou oficial, porém antes disso, os estabelecimentos educacionais já relatavam uma redução da frequência de alguns alunos e profissionais da educação. A pensar nisso e motivado em elaborar algum plano de redução de danos físicos e psicológicos que a clausura da pandemia traz (CLEMENS et al., 2020; LEE, 2020), foi proposto um desafio a alunos do Ensino Fundamental de Escolas Públicas do Município de Recife por meio de exercícios físicos nos quais os alunos poderiam aprender de forma lúdica e vivencial um conceito das Ciências da Natureza, campo interdisciplinar da Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BNCC, 2018). Esse desafio, como proposto pela BNCC, focou na construção de competências cognitivas, socioemocionais e comportamentais, e na qualidade de vida por meio do cuidado à saúde física dos atores educacionais (TANG, 2017).

O conceito escolhido foi o “centro de massa” do próprio aluno, por ser uma variável biométrica, dinâmica e contextual ligada ao movimento corporal -cinesiologia (CROSKEY et al., 1922; BARHAM, 1978), que poderia ser experimentada no período da quarentena através de exercícios físicos. Além disso, há uma relação probabilística significativa de que quanto mais uma criança é ativa em práticas desportivas espontâneas e induzidas, mais ativa ela será dentro da zona de desenvolvimento proximal, nos espaços de interação socioconstrutivista, na aprendizagem e na solução de problemas contextuais (VYGOTSKY, 2007). Esse é um eixo temático do Ensino da Biofísica, ensino da biomecânica experimental (BIOPHYSICAL SOCIETY, 2020).

A partir de um modelo matemático com o centro de massa como variável dependente e das variáveis independentes: índice de massa corporal e impulsão, foi construído um Modelo Interativo (“Altere seu Centro de Massa!”), em que os alunos e docentes pudessem inserir os dados atuais de IMC e Impulsão, e se qualificar como está o seu centro de massa: de regular (pouco ativo) a excelente (em atividade com alto desempenho). E essa interação ao Modelo poderia ser um fator motivador para o aluno se manter ativo durante e pós-pandemia.

Esse processo de desafio intra e inter social e o produto técnico construído (Modelo Interativo) se aderem aos objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas (UN, 2020), principalmente ao objetivo 3 – Saúde e Bem-Estar (Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades) e ao objetivo 4 – Educação de Qualidade (Assegurar a educação inclusiva e equitativa de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos) (TANG, 2017).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo geral desse trabalho foi construir um Modelo Interativo sobre o conceito biofísico de “Centro de Massa” em que os atores educacionais pudessem, de forma contextual, construir o conhecimento de forma teórica e prática no momento das medidas de distanciamento social utilizadas para conter a Pandemia do vírus Sars-Cov-2.

2.2 Objetivos específicos

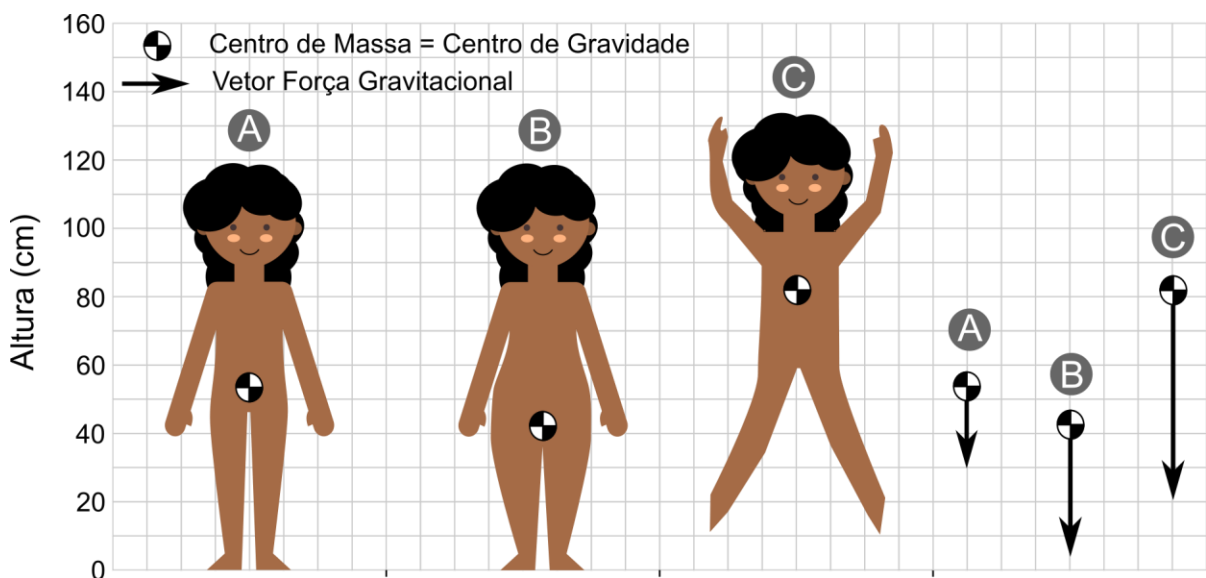
Os objetivos específicos foram:

- (i) Propor um desafio por meio de exercício físicos a alunos do Ensino Fundamental, que implique no estudo sobre o conceito físico de “Centro de Massa”,
- (ii) Quantificar a variável dependente (Centro de Massa) e variáveis independentes relacionadas em todo período do desafio, e modelar matematicamente essas variáveis,
- (iii) Construir um objeto de aprendizagem “Modelo Interativo” a partir dos dados obtidos,
- (iv) Avaliar o processo didático da proposição, a construção do Modelo Interativo, quanto a mobilização na aprendizagem e quanto aos critérios da CAPES de produção técnica e tecnológica.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Em humanos em movimento, o centro de massa é o ponto hipotético onde toda a massa converge, como se todas as forças externas estivessem sendo aplicadas nesse ponto. O centro de massa pode coincidir com centro de gravidade quando um corpo humano estiver sob a influência de um campo gravitacional uniforme, ou seja, quando o corpo humano estiver paralelo à superfície (deitado) ou a 90° da superfície (em pé) (Figura 1), isso se teoricamente se adotar que os corpos humanos são simétricos (CROSKEY et al., 1922; PALMER, 1928 e 1944).

Figura 1 – Representação teórica de centro de massa e suas possíveis variações.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Estudar essa variável biofísica é importante pois ela está relacionada à biomecânica e a biometria do aluno, ou seja, o seu volume corpóreo tem uma relação direta e proporcional com seu movimento, pode ser quantificado (e.g. índice de massa corporal em relação à velocidade na corrida) e qualificado: o esforço perceptivo empregado para sair da inércia (e.g. preguiça) (DRAZAN, 2020).

Polichinelo é um exercício físico no qual se pode estudar e analisar o centro de massa em relação a sua variação induzida (ver Figura 1), pois a pessoa inicialmente fica na posição ereta, com as pernas totalmente fechadas e com as mãos coladas nas coxas, depois, com saltos no mesmo lugar (90° da superfície) e

com movimentos sincronizados de braços e pernas, segue os seguintes passos: com um pulo, abre-se as pernas, levanta-se os braços acima da cabeça ao máximo tocando uma mão na outra e abaixa-os fechando as pernas e tocando as mãos novamente nas coxas, voltando a posição inicial e, assim, faz-se repetidas vezes (CAMBRIDGE DICTIONARY, 2020).

Nesse período em que os alunos estão no estágio de desenvolvimento de ‘Operações Concretas’ (7 a 12 anos) eles desenvolvem três capacidades (PIAGET, 1971): (i) a de estabelecer relações entre pontos de vista diferentes e integrá-los de modo lógico e coerente; (ii) a de interiorizar as ações, ou seja, ela começa a realizar operações mentalmente e não mais apenas através de ações físicas típicas da inteligência sensorial-motora; e (iii) a de reversibilidade, que é a capacidade de pensar simultaneamente o estado inicial e o estado final de alguma transformação efetuada sobre os objetos, os sujeitos e o ambiente.

Como em outros estádios piagetianos, a construção de um ‘*habitus*’ sistemático e regular é fundamental para a percepção da variação (Δ), e para o reconhecimento concreto da mudança. A construção de um desafio lúdico é um potencializador para se iniciar a migração do conhecimento concreto para um pensamento hipotético-dedutivo (operação formal) (SANTANA; PETROVA, 2016).

E essa é a intenção da Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018), nas diretrizes para o Ensino Fundamental, particularmente na área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Ciências - 5º ano): (EF05CI01) Explorar fenômenos da vida cotidiana que evidenciem propriedades físicas dos materiais – como densidade, condutibilidade térmica e elétrica, respostas a forças magnéticas, solubilidade, respostas a forças mecânicas, entre outras.

Os ‘Modelos Interativos’ são aqueles em que o usuário (aluno) pode modificar as variáveis independentes e observar de forma automática o reflexo dessa modificação na variável dependente (SANTANA et al., 2015). Com isso, o aluno pode alterar cenários e situações em uma escala determinística (concreta) e probabilística (formal) (SANTANA et al., 2019). Esses modelos interativos se apropriam da ludicidade para apresentar o real em micro ou macro escala (simuladores) ou para apresentar o ideal com dados reais (LIMA et al., 2019). Eles são excelentes, para além da ludicidade, desafiar a variação do ‘*habitus*’ em um ambiente educacional (sair da zona de conforto).

Na literatura, para o público-alvo em questão e para a intencionalidade no sistema educacional, vários modelos interativos foram construídos a se pensar o conceito de centro de massa. Os trabalhos recuperados na revisão de literatura foram provenientes das Base de Dados Científicas: Web of Science (2020), Google Scholar (2020) e Taylor & Francis (2020), a partir dos termos de indexação: ["center of mass"] and ["middle school"] and ["teaching" or "learning" or "education"] and ["Journal" or "Review"] (Tabela 1), apresentados em categorias de conhecimentos e sub-áreas (SCIMAGO JOURNAL & COUNTRY RANK, 2020). Os trabalhos excluídos foram os que não tiveram relação direta com o tema desse trabalho.

Tabela 1 – Trabalhos recuperados na Revisão de Literatura, que aplicam o Centro de Massa a Modelos interativos.

Categoria	Sub-Categoria	Referência
Ciência do Esporte	Eficiência Física	Konosu, Yoshioka e Fukashiro (2017)
		Dias et al. (2018)
		Konosu et al. (2019)
Modelagem	Simulação	Svarovsky e Shaffer (2007)
		Bryce e MacMillan (2009)
		Keum e Kim (2013)
		Henmi, Akiyama e Yamamoto (2019)
	Robótica	Malkiewich e Chase (2019)
		Chen, Chen e Lin (2020)
Design Instrucional	Planos Teóricos	Hodgson e Schultz (2015)
		House (2006)
		Pendrill (2017)
		Kim e Ju (2011)
	Planos Práticos	Irgens et al. (2020)
		Hartmann e Priemer (2019)
		Malkiewich e Chase (2019)
		Leavy e Middleton (2011)
Didática	Estágios	Yanik (2011)
		Jo (2020)
		Wittmann (2019)
		Lee (2014)
	Contextual (Corpo)	Angiolillo e Lynch (2011)
		Pillat, Nagendran e Lindgren (2012)
		Alhusaini, Melam e Buragadda (2020)
		Euler, Rådahl e Gregorcic (2020)

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O grupo amostral analisado foi formado por alunos do Ensino Fundamental, 5º Ano, que possuem de nove a dez anos de idade, de Escolas Públicas da Rede de Ensino do Município de Recife. Os nomes dos atores e das escolas que participaram dessa pesquisa não serão citados, conforme recomendação do comitê de ética para esse projeto de atuação (Plataforma Brasil CAAE 55609216.9.0000.5208).

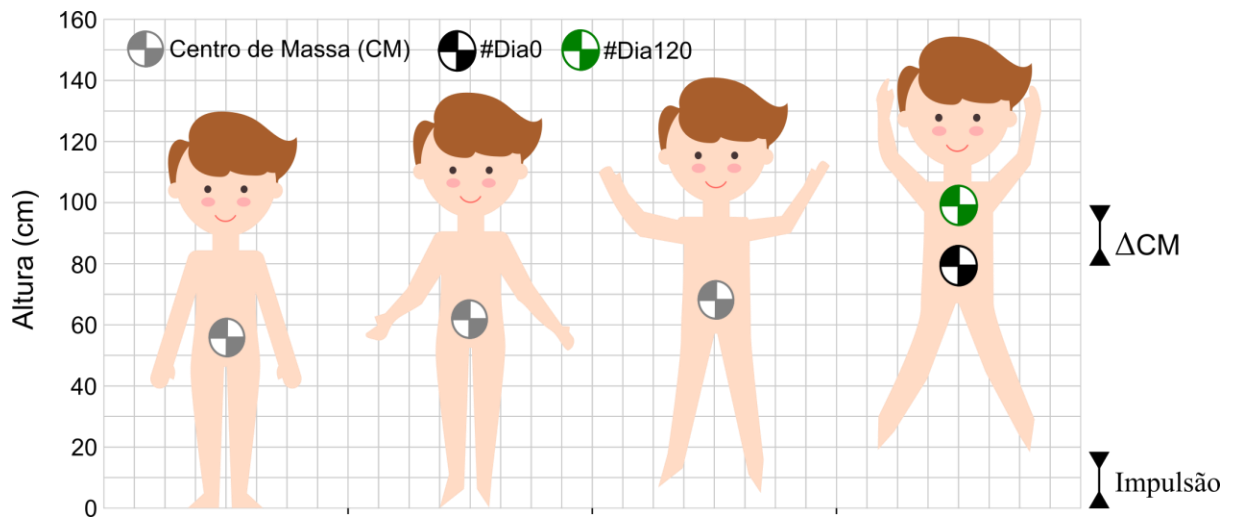
Os critérios de participação desses alunos foram: (i) aceite voluntário dos alunos e dos pais ou responsáveis; (ii) ter em casa fita métrica convencional, balança e uma câmera (e.g. celular, computador, ...); e (iii) realizar o desafio diário de executar polichinelos em suas residências (1.000 repetições) ao longo de 120 dias de quarentena na Pandemia do COVID-19, além de, como já foi referido, estara cursar o 5º Ano do Ensino Fundamental. Foi permitido, nos 120 dias, 16 dias de descanso (um por semana), para os que desejassem (ZIV; LIDOR, 2010).

A participação direta e ativa dos pais ou responsáveis foi essencial para supervisão e validação dos dados coletados. Eles foram captados nos projetos “Movimenta Recife” e “Academia Recife”, projetos de incentivo à prática de exercícios físicos como fator integrativo à qualidade de vida (RECIFE, 2020).

Diariamente, cada aluno mensurava seus: (i) índice de massa corporal ($IMC = \text{massa} \cdot \text{altura}^{-2} = \text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$, QUETELET, 1835), e (ii) impulsão (cm) = distância do pé a superfície no momento de velocidade zero do corpo em um salto vertical (Figura 2); e o filmava em 360° em repouso e executando os polichinelos (vídeos ≥ 25 fps).

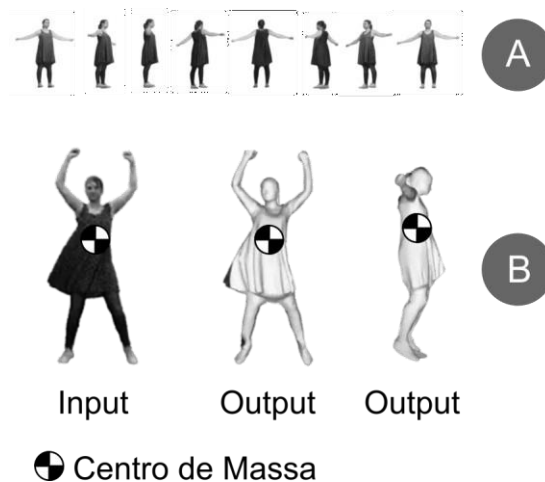
A partir dos vídeos, o centro de massa corporal de cada aluno foi estimado pelos modelos otimizados de treino de identificação de padrões em vídeos PoseNet e DefNet (HABERMANN et al. 2020; SANTANA et al., 2020) a utilizar o banco de dados que definiram o conceito de centro de massa para o tipo de grupo amostral objetivado (CROSKEY, 1922; PALMER, 1928 e 1944) (Figura 3).

Figura 2 – Representação da mensuração da Variação do Centro de Massa (ΔCM) e da impulsão.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 3 – (A) Frames do vídeo gravado, e (B) Output da estimação do Centro de Massa a partir da estruturação corporal em 3D.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Comparação estatística entre os períodos #Dia0 e #Dia120 de cada variável foi realizada por meio do teste paramétrico Test T pareado (95% de confiança). Entre as variáveis independentes foi executada a Correlação de Pearson (ρ) para se calcular o grau de proporcionalidade entre elas (ZAR, 1999). Requisito da Distribuição Normal para parametria foi calculada a partir do Teste de Distribuição de D'agostino (D'AGOSTINO; BELANGER; D'AGOSTINO JR., 1990). Os cálculos estatísticos foram executados no programa BioEstat 5.3 (INSTITUTO MAMIRAUÁ,

2020).

Como base do Modelo Interativo a ser criado, um modelo matemático linear múltiplo (ZAR, 1999) foi utilizado para gerar uma equação de estimação automática do ΔCM , e com isso o próprio aluno e professor poderia observar de forma interativa, ao longo dos dias de execução dos exercícios, a evolução ou involução dessa variável biométrica (LIMA et al., 2019). Como variável dependente (ΔCM) e como variáveis independentes (IMC e Impulsão):

$$\Delta CM = \beta_0 + \beta_1 \cdot (\text{Massa} \cdot \text{Altura}^{-2}) + \beta_2 \cdot \text{Impulsão} + \varepsilon \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde, β = coeficiente da regressão e ε = erro residual da regressão. Ao erro residual foi normalizado o crescimento natural da criança e para o cálculo do IMC ($\text{Massa} \cdot \text{Altura}^{-2}$) no tempo, segundo a curva referência de crescimento humano da Organização Mundial de Saúde - OMS (WHO, 2020). Os parâmetros e coeficientes do modelo matemático linear múltiplo foram calculados no programa BioEstat 5.3 (INSTITUTO MAMIRAUÁ, 2020). Multicolinearidade entre as variáveis foram calculadas conforme Montgomery (2006).

O resultado, o ΔCM , pôde ser qualificado quanto a atividade do aluno e a consequência biométrica dessa atividade em uma escala de quatro categorias: excelente ($16 \leq \text{IMC} \leq 18$ e $24 \leq \text{impulsão} \leq 35$), muito bom ($18 \leq \text{IMC} \leq 20$ e $16 \leq \text{impulsão} \leq 24$), bom ($20 \leq \text{IMC} \leq 22$ e $10 \leq \text{impulsão} \leq 16$) e regular ($22 \leq \text{IMC} \leq 24$ e $8 \leq \text{impulsão} \leq 10$), de acordo com OMS (WHO, 2020) e Ziv e Lidor (2010). Para efeito psicodidático, o termo “regular” foi substituído por um termo motivacional: “vamos lá!” (BRAITHWAITE; SPRAY; Warburton, 2011).

A partir da equação anterior calculada, o Modelo Interativo foi construído na linguagem *Visual Basic for Applications* no editor de planilha Microsoft Excel (Microsoft 365, 2020), pela facilidade e popularidade do manuseio (input e output).

Uma avaliação diagnóstica foi realizada antes do #Dia0 para observar o conhecimento coletivo do conceito de “Centro de Massa”, a perguntar aos alunos: qual a palavra que lhe suscita (“vem a cabeça”) quando ouve sobre “Centro de Massa”? Ao final, após o #Dia120, essa mesma pergunta foi realizada, para avaliação da mudança da percepção sobre o conceito a ser ensinado (MCFADDEN; WILLIAMS, 2020). As respostas foram sistematizadas em nuvens de palavras

(DAVIES, 2020).

Os professores dos alunos que participaram do desafio das Escolas Públicas da Rede de Ensino Municipal de Recife validaram o Modelo Interativo pelos critérios de produção técnica da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (CAPES, 2019), em uma escala Likert (1932) (de 0 = não atenderam ao critério, a 10 = atenderam completamente ao critério). Os critérios são: (i) Aderência (se o produto vincula conceitualmente a prática profissional); (ii) Impacto (se a avaliação deste critério está relacionada com as mudanças que ocasionarão a partir do uso desse o produto Técnico e Tecnológico no ambiente em que o mesmo está inserido. Para avaliar tal critério é importante entender a justificativa de sua criação, na qual a demanda se faz necessária, e deve estar claro a aplicação do produto, o que permite avaliar em qual(is) área(s) as mudanças poderão ser efetivas); (iii) Aplicabilidade (se faz referência à facilidade com que se pode empregar a produção técnica/tecnológica a fim de atingir seus objetivos específicos para os quais foi desenvolvida. Entende-se que uma produção que possua alta aplicabilidade, apresentará abrangência elevada ou que poderá ser potencialmente elevada, com possibilidade de replicabilidade como produção técnica); (iv) Inovação (inovação é definida aqui como a ruptura com os paradigmas e métodos cotidianos para o desenvolvimento de produtos e técnicas mais eficientes e eficazes na atuação profissional com implicações sociais); e, (v) Complexidade (Complexidade pode ser entendida como uma propriedade associada à diversidade de atores, relações e conhecimentos necessários à elaboração e ao desenvolvimento de produtos técnico/tecnológicos).

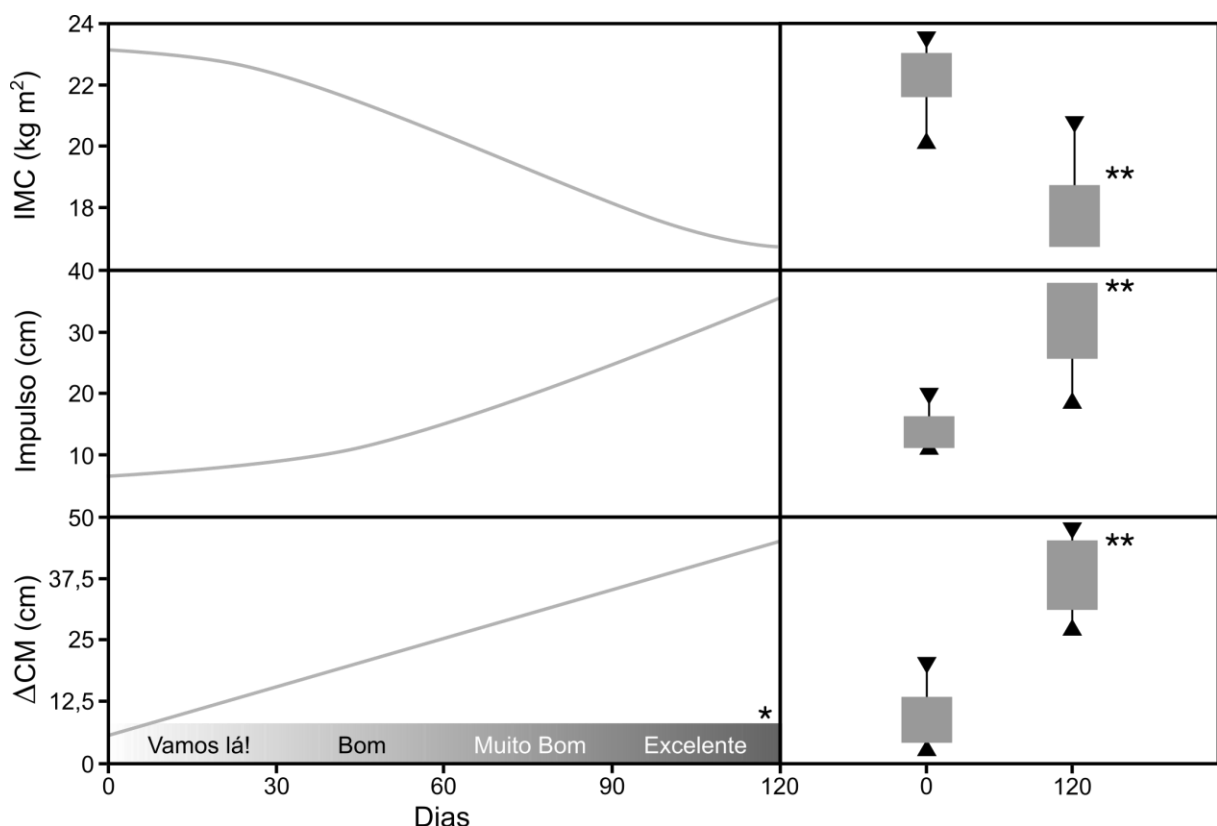
Como complementação à avaliação por esses cinco critérios, foi questionado aos professores de forma aberta e não obrigatória quais as possíveis potencialidades do Modelo Interativo e quais as possíveis limitações para o contexto educativo em questão.

Ao final dos 120 dias, um encontro virtual foi realizado com todos para a discussão e consolidação teórica do conceito “Centro de Massa” entre os alunos e professores. Esse projeto foi executado de 23 de março a 20 de julho de 2020 e o Modelo Depositado no link: <https://cutt.ly/Uars1Jf>.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 250 alunos convidados, 117 alunos participaram e completaram o desafio, a resultar na média coletiva em uma redução do índice de massa corporal (IMC), um aumento da impulsão e um aumento da variação do Centro de Massa, do #Dia0 ao #Dia120, todas de forma significativa ($p < 0,001$, Figura 4). Os dados de IMC (kg m^2) foram dentro do alcance $\{x \mid 23 \leq x \leq 16\}$ estabelecido pela OMS (WHO, 2020) e de impulsão (cm) $\{x \mid 8 \leq x \leq 40\}$ dentro do estimado por Ziv e Lidor (2010), para a idade do grupo amostral estabelecido.

Figura 4 – IMC = índice de massa corporal, impulsão e ΔCM = variação do centro de massa ao longo dos 120 dias de desafio da execução de 1.000 polichinelos diários a alunos do Ensino Fundamental (nove a dez 10 anos). *Escala é a qualificação do status quanto a atividade do aluno e a consequência biométrica dessa atividade. ** $p < 0,001$ resultado do Teste T pareado entre #Dia0 e #Dia120.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao longo do tempo, as curvas das variáveis independentes IMC e impulsão

foram não lineares (Figura 4), porém entre as duas houve uma correlação forte ($p > 0,912$), ou seja, quando se reduzia o volume corporal havia um aumento da impulsão pela menor resistência gravitacional (PALMER, 1928). Apesar da correlação, as variáveis independentes não apresentaram multicolinearidade ($p > 0,05$), o que permitiu utilizá-las em um modelo múltiplo linear (MONTGOMERY, 2006). Os dados de todas as variáveis tiveram distribuição normal ($p > 0,05$). A tendência linear ao longo do tempo da variação do Centro de Massa certificou que a atividade melhorou as capacidades físicas dos alunos, conforme Croskey et al.(1922).

O modelo matemático linear múltiplo encontrado obteve significância em todos os coeficientes ajustados ($p < 0,001$) e no coeficiente de determinação ($R^2 = 0,98$), e obteve um erro do ajuste menor que 2%, incluindo normalidades de possíveis crescimentos dos alunos infanto-juvenis (ver Eq. 2).

$$\Delta CM = 232,01 - 9,35 \cdot (\text{Massa} \cdot \text{Altura}^{-2}) - 1,21 \cdot \text{Impulsão} (\pm 0,018) \quad \text{Eq. 2}$$

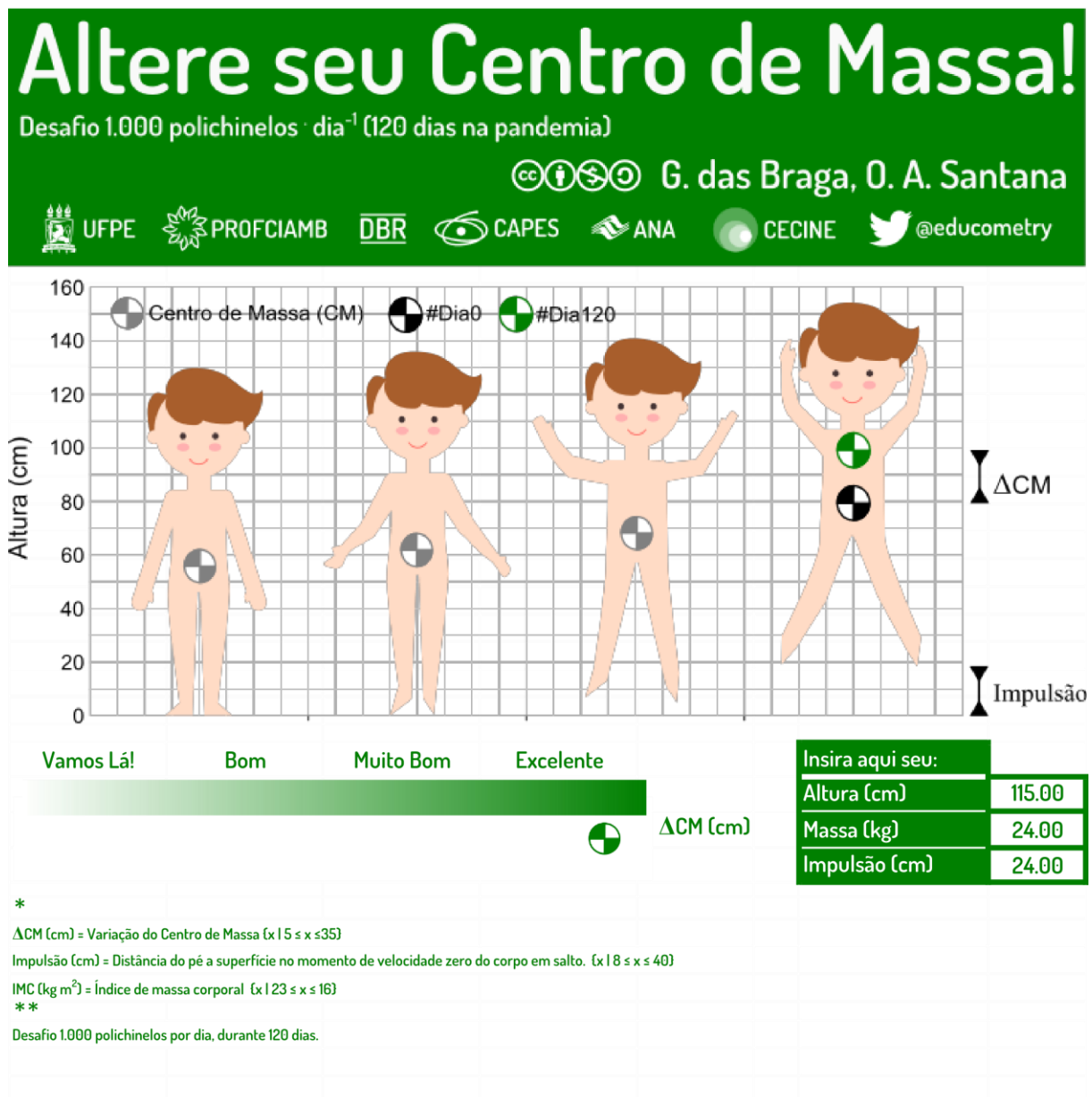
A partir desse modelo matemático, o modelo interativo “Altere seu Centro de Massa!” foi construído (Figura 5). Os alunos e professores podem acrescentar os dados nos campos das variáveis independentes e observar na escala da ΔCM qual a sua qualificação quanto a atividade do aluno e a consequência biométrica dessa atividade.

41 professores das Escolas Públicas Municipais avaliaram o Modelo Interativo e todos destacaram a potencialidade desse objeto educacional e o pontuaram com altos pesos (> 8 = Muito Bom) em todos os critérios da CAPES (2020) para avaliação do Produto Técnico e Tecnológico: aderência, impacto, complexidade, inovação e aplicabilidade. O que os docentes destacaram que o desafio movimentou o aluno na esfera individual e coletiva.

Individual, pois os alunos no momento do desafio visualizaram e associaram de forma quantitativa (variáveis biométricas) e qualitativa (e.g. sensação de disposição) a alteração de seu dado físico e mental. Essa associação de duas análises distintas (quanti-quali) é um incentivo para que o aluno mude de estágio cognitivo piagetiano, de operatório concreto (análise lógica concreta) para o operatório formal (pensamento hipotético dedutivo) (PIAGET, 1971). Essa atividade

pode ser classificada como o início da consolidação da alfabetização científica do aluno nessa idade (FOUREZ, 1997; SANTANA; PETROVA, 2016).

Figura 5 – Modelo Interativo “Altere seu Centro de Massa!” (Faça o download e interaja: <https://cutt.ly/Uars1Jf>).



Fonte: Elaborado pelo autor.

E de forma coletiva, pois ao mesmo tempo, o aluno observava e se comunicava com outros participantes do desafio, o que lhes motivaram pela competição. A interação socioconstrutivista é um potencializador da aprendizagem individual e coletiva para transformação de uma zona de desenvolvimento proximal

potencial (a atividade como “meio”) a real (a atividade como “fim”) (VIGOTSKY, 2007).

No contexto da saúde física e mental, os docentes ressaltaram a importância dos exercícios físicos para o desenvolvimento cognitivo e para o rendimento acadêmico dos alunos, corroborado pela literatura que investigou estudantes em ambientes de detenção (FLORES et al., 2020; LITZ; HOURANI; SCOTT, 2020), e principalmente para o momento estudado de clausura pela pandemia (CLEMENS, 2020; LEE, 2020).

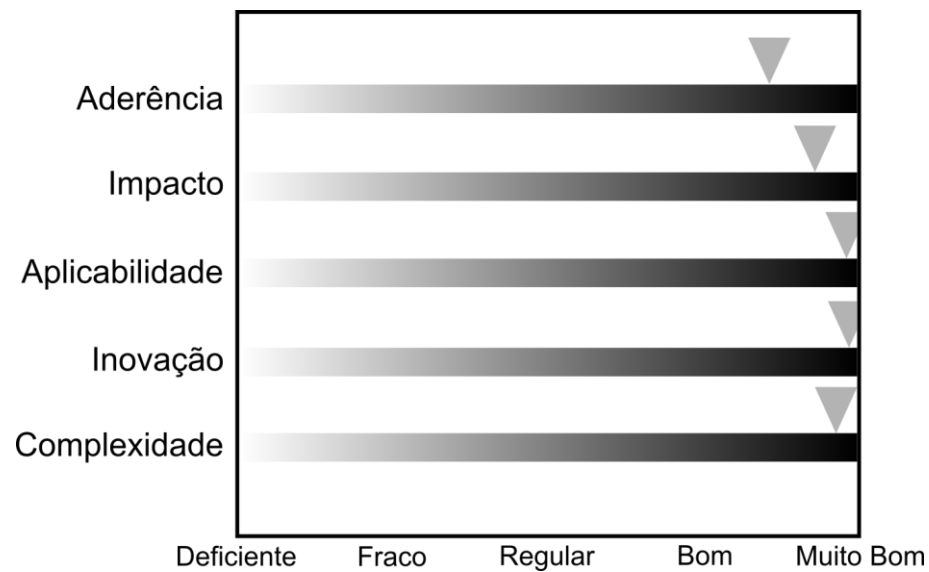
Os professores destacaram que uma possível limitação do Modelo Interativo poderia ser a sua meta-construção. Como se baseia em um ajuste de dados a um modelo matemático, poucos professores teriam a competência de alterar a árvore de decisão na Plataforma Excel, ou seja, em tentar aplicar o Modelo com outras variáveis. Ao mesmo tempo, que os professores apontaram essa possível dificuldade, eles destacaram o caráter complexo do Modelo, a necessitar de um time interdisciplinar para transformá-lo, o que acaba a ser um ponto positivo e essencial em se tratar de contextos educacionais (LEFF, 2000).

Ao final da validação pelos professores, todos ressaltaram a aderência desse Modelo aos objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (UN, 2020), objetivo 3 – Saúde e Bem-Estar (Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades) e objetivo 4 – Educação de Qualidade (Assegurar a educação inclusiva e equitativa de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos) (TANG, 2017); e, aos objetivos da Base Nacional Comum Curricular que estabelece conhecimentos, competências e habilidades que se espera que todos os estudantes desenvolvam ao longo da escolaridade básica (BNCC, 2018).

Ao se comparar as respostas da questão diagnóstica: Qual a palavra que lhe suscita quando ouve sobre “Centro de Massa”? (Figura 7), as respostas dos alunos indicaram a mudança de percepção e construção do conhecimento sobre o conteúdo ensinado (do #Dia0 - A ao #Dia120 - B), fechando um ciclo de ensino- aprendizagem de forma prático-teórico, primeiro a prática e depois a consolidação da teoria (MALKIEWICH; CHASE, 2019; DRAZAN, 2020). Todas as respostas foram em direção ao que realmente a variável biofísica representa, ou seja, nenhum aluno ficou para trás no campo da construção do conhecimento sobre o conceito físico ensinado. E isso, confirma que teorias no campo das ciências exatas não possuem

um grau de dificuldade que está no imaginário dos alunos, principalmente nos da educação básica, o que falta é o engajamento dos alunos em uma aplicação direta do conceito (HOUSE, 2006; LEAVY; MIDDLETON, 2011; YANIK, 2011; KIM; JU, 2012; KEUM; KIM, 2013; HODGSON; SCHULTZ, 2015; SANTANA et al., 2020).

Figura 6 – Avaliação do “Modelo Interativo” a partir dos Critérios da CAPES sobre Produção Técnica.



Fonte: Elaborado pelo autor.

6. CONCLUSÕES

Os objetivos propostos por esse projeto foram executados com sucesso. O desafio foi aceito e adimplido pela comunidade acadêmica, por meio de exercício físicos a alunos do Ensino Fundamental, que implicaram no estudo sobre o conceito físico de “Centro de Massa”. As variáveis coletadas foram significativas, se distribuíram de forma normal e puderam ser utilizadas no modelo matemático hipotetizado. O Modelo Interativo: “Altere seu Centro de Massa!” foi construído, disponibilizado e avaliado pelos professores de Escolas Públicas Municipais, que destacaram suas potencialidades e limitações, a indicar a proposta ao sistema educacional por seu possível impacto, complexidade, aplicabilidade, inovação e aderência a áreas das Ciências Ambientais, aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular.

Ao aluno, o desafio, a interação com o modelo e a síntese final indicaram que o ciclo de ensino e aprendizagem de uma variável biofísica, a se iniciar pela prática e a se concluir com a discussão da teoria, é um caminho potencial de um aprendizado individual e coletivo, longe de um imaginário de que conceitos das ciências exatas possam possuir um grau de dificuldade antes de ser aprendido.

Para além do período da Pandemia, esse projeto de atuação poderá ser trabalhado de forma interdisciplinar nos contextos escolares a integrar a evolução e a relação corpo-cognitivo, atividade física-aprendizagem, sanidade física-mental, corpo-meio, física-metafísica, e outros.

7. REFERÊNCIAS

ALHUSAINI, A. A.; MELAM, G.; BURAGADDA, S. The role of body mass index on dynamic balance and muscle strength in Saudi schoolchildren. **Science & Sports**, v. 11, n. 7, e1016, 2020. Doi: 10.1016/j.scispo.2019.11.007.

ANGIOLILLO, P. J.; LYNCH, J. Physical Review Letters in the Classroom. **The Physics Teacher**, v. 48, e-587, 2010. Doi: 10.1119/1.3517022

ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE PERNAMBUCO – ALEPE (2020) **Legislação**. Disponível: <https://legis.alepe.pe.gov.br/covid-19.aspx> Acesso: Jun 2020.

BARHAM, J. N. **Mechanical kinesiology**. Mosby, St. Louis, 1978.

BIOPHYSICAL SOCIETY. **The Biophysicist**. Disponível: biophysics.org/the-biophysicist Acesso: Jun 2020.

BNCC - Base Nacional Comum Curricular. **Educação é a base** (2018). Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/> Acesso em: Mar. 2020

BRAITHWAITE, R.; SPRAY, C. M.; WARBURTON, V. E. Motivational climate interventions in physical education: A meta-analysis. **Psychology of Sport and Exercise**, v. 12, n. 6, p. 628-638, 2011. Doi: 10.1016/j.psychsport.2011.06.005.

BRASIL. Dispõe sobre as medidas para enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente do coronavírus responsável pelo surto de 2019. **Lei nº 13.979, de 6 de fevereiro de 2020**. Disponível: planalto.gov.br Acesso: Fev 2020.

BRYCE, T.; MACMILLAN, K. Momentum and kinetic energy: Confusable concepts in secondary school physics. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 46, p. 739-761, 2009. Doi: 10.1002/tea.20274

CAPES - COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. **Produção Técnica**. Disponível: <https://cutt.ly/yp80w8F> Acesso: Mar 2020.

CAMBRIDGE DICTIONARY. **Jumping Jack**. 2020. Disponível: dictionary.cambridge.org . Acesso: Mar 2020.

CHEN, L.; CHEN, P.; LIN, Z. Artificial Intelligence in Education: A Review. **IEEE Access**, v. 8, pp. 75264-75278, 2020. Doi: 10.1109/ACCESS.2019.2956136

CLEMENS, V. et al. Potential effects of" social" distancing measures and school lockdown on child and adolescent mental health. **European Child & Adolescent Psychiatry**, v. 29, p. 739–742, 2020. Doi: 10.1007/s00787-020-01549-w

CROSKEY, M. I.; DAWSON, P. M.; LUESSEN, A. C.; MAROHN, I. E.; WRIGHT, H. E. The height of the center of gravity in man. **American Journal of Physiology-Legacy Content**, v. 61, n. 1, p. 171-185, 1922. Doi: 10.1152/ajplegacy.1922.61.1.171

D'AGOSTINO, R. B.; BELANGER, A.; D'AGOSTINO JR., R. B. A suggestion for using powerful and informative tests of normality. **American Statistician**, v. 44, n. 4, p. 316- 321, 1990.

DAVIES, Jason. **Word cloud generator**. Disponível em: jasondavies.com/wordcloud/. Acesso: Jan 2020.

DIAS, M. A.; CARVALHO, P. S.; VENTURA, D. R.; RODRIGUES, M. J.; FERNANDES, G. G.; GASPAR, M. B. The behaviour of the centre of mass in a ballerina while performing a Grand Jeté. **Physics Education**, v. 53, n. 2, p. 1361-6552, 2018. Doi: 10.1088/1361-6552/aa9c6a

DRAZAN, J. F. Biomechanists can revolutionize the STEM pipeline by engaging youth athletes in sports-science based STEM outreach. **Journal of Biomechanics**,

v. 99, e-109511, 2020. Doi: 10.1016/j.jbiomech.2019.109511.

EULER, E.; RÅDAHL, E.; GREGORCIC, B. Embodiment in physics learning: A social-semiotic look. **Physical Review Physics Education Research**, v. 15, e010134, 2019. Doi: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.010134

FLORES, J.; LOPEZ, K. B.; HAWES, J.; SYED, N. High points of learning behind bars: Characteristics of positive correctional education experiences for incarcerated girls. **International Journal of Educational Development**, v. 77, e-102210, 2020. Doi: 10.1016/j.ijedudev.2020.102193

FOUREZ, G. **Alfabetización científica y tecnológica**: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Ediciones Colihue: Madrid, 1997.

HABERMANN, M.; XU, W.; ZOLLHOEFER, M; PONS-MOLL, G.; THEOBALT, C. DeepCap: Monocular Human Performance Capture Using Weak Supervision. **In**: 2020 IEEE Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2020, Virtual. 2020 IEEE Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2020. p. 1-12.

HARTMANN, B.; PRIEMER, B. Teaching kinetic energy as an observable quantity. **Physics Education**, v. 54, n. 4, p. 1361-6552, 2019. Doi: 10.1088/1361-6552/ab1353

HENMI, T.; AKIYAMA, M.; YAMAMOTO, T. Motion control of underactuated linkage robot based on gymnastic skill. **Electrical Engineering in Japan**, v. 206, p. 42– 50, 2019. Doi: 10.1002/eej.23142

HODGSON, T.; SCHULTZ, D. A Refreshingly Rational Approach to the Center of Mass. **The Mathematics Teacher**, v. 108, n. 9, p. 710-715, 2015. Doi: 10.5951/mathteacher.108.9.0710

HOUSE, P. Science and Mathematics in Balance. **Mathematics Teaching in the Middle School**, v. 11, n. 9, p. 453-459, 2006. Doi: 10.5951/MTMS.11.9.0453

INSTITUTO MAMIRAUÁ. **BioEstat 5.3**. Disponível: mamiraua.org.br. Acesso: Mar 2020.

IRGENS, A.; DABHOLKAR, G.; BAIN, S. C. et al. Modeling and Measuring High School Students' Computational Thinking Practices in Science. **Journal of Science Education and Technology**, v. 29, p. 137–161, 2020. Doi: 10.1007/s10956-020-09811-1

JO, H. D. Kinematic Comparative Analysis of Long Turns between Experienced and Inexperienced Ski Instructors. **Korean Society of Sport Biomechanics**, v. 30, n. 1, p. 17–25, 2020. Doi: 10.5103/KJSB.2020.30.1.17

KEUM, J. Y.; KIM, D. H. An Effective Teaching Method for the Centroid of Triangle in Middle School Mathematics. **East Asian mathematical journal**, v. 29, n. 4, p. 425–447, 2013. Doi: 10.7858/eamj.2013.029

KIM, D.; JU, M. A changing trajectory of proof learning in the geometry inquiry classroom. **ZDM Mathematics Education**, v. 44, p. 149–160, 2012. Doi: 10.1007/s11858-012-0411-4

KONOSU, A.; YOSHIOKA, S.; FUKASHIRO, S. Upper Limb Joint Torques during Performances of Kicking Pullovers. **International Journal of Sport and Health Science**, v. 15, pp. 137-144, 2017. Doi: 10.5432/ijshs.201703

KONOSU, A.; YOSHIOKA, S.; YANAGIHARA, D.; FUKASHIRO, S. Radial Movements and Lower Limb Joint Kinematics during the Takeoff Phase of Kicking Pullovers. **International Journal of Sport and Health Science**, v. 33, e- 201933, 2019. Doi: 10.5432/ijshs.201933

LEAVY, A. M.; MIDDLETON, J. A. Elementary and middle grade students' constructions of typicality. **The Journal of Mathematical Behavior**, v. 30, n. 3, p. 235-254, 2011. Doi: 10.1016/j.jmathb.2011.03.001

LEE, J. T. The Effect of 8 Weeks Athletics Class on Sprint Start Motion. **Korean**

Society of Sport Biomechanics, v. 24, n. 3, p. 209-216, 2014. Doi: 10.5103/KJSB.2014.24.3.209

LEE, J. Mental health effects of school closures during COVID-19. **The Lancet Child & Adolescent Health**, v. 4, n. 6, p. 421, 2020. Doi: 10.1016/S2352-4642(20)30109-7

LEFF, E. **La complejidad ambiental**. México: Siglo XXI/UNAM/PNUMA, 2000.

LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of Psychology**, v. 22, p. 140-155, 1932.

LIMA, C.; DUARTE, C. V. DE M. C.; MELO, RAQUEL B. DE; SOUZA, S. C. DE; LIMA, M. L. DE F.; COSTA, V. S. O.; CAVALCANTE, K. V.; SANTANA, O. A. Pré-diagnóstico da esquistossomose no semiárido: régua antropométrica e aplicativo colaborativo. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 15, p. 272-293, 2019. DOI: 10.3895/rts.v15n36.7809

LITZ, D.; HOURANI, R. B.; SCOTT, S. Leadership challenges in an educational program at a UAE juvenile detention center: A contextual analysis. **International Journal of Educational Development**, v. 76, e102193, 2020. Doi: 10.1016/j.ijedudev.2020.102193.

MALKIEWICH, L. J.; CHASE, C. C. What's your goal? The importance of shaping the goals of engineering tasks to focus learners on the underlying Science. **Instructional Science**, v. 47, p. 551–588, 2019. Doi: 10.1007/s11251-019-09493-2

MCFADDEN, A.; WILLIAMS, K. E. Teachers as evaluators: Results from a systematic literature review. **Studies in Educational Evaluation**, v. 64, 2020, e- 100830. Doi: 10.1016/j.stueduc.2019.100830.

MICROSOFT 365. **Microsoft Excel**. Disponível: <https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/excel>. Acesso: Mar 2020.

MONTGOMERY, D. C.; PECK, E. A.; VINING, G. G. **Introduction to linear regression analysis**. 4. ed. New York: John Wiley & Sons, 2006. 612p.

PALMER, C. E. Center of gravity of the human body during growth. I. An improved apparatus for determining the center of gravity. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 11, n. 3, p. 423-455, 1928. Doi: 10.1002/ajpa.1330110302

PALMER, C. E. Studies of the center of gravity in the human body. **Child Development**, v. 15, n. 2/3, p. 99-180, 1944. Doi: 10.2307/1125537

PENDRILL, A. M. Free fall and the equivalence principle revisited. **Physics Education**, v. 52, n. 6, p. 1361-6552, 2017. Doi: 10.1088/1361-6552/aa5e38/meta

PIAGET, J. **A epistemologia genética**. Petrópolis: Vozes, 1971.

PILLAT, R.; NAGENDRAN, A.; LINDGREN, R. A mixed reality system for teaching STEM content using embodied learning and whole-body metaphors. In: VRCAI '12: Proceedings of the 11th ACM SIGGRAPH International Conference on Virtual-Reality Continuum and its Applications in Industry, 2012, p. 295–302. Doi: 10.1145/2407516.2407584

QUETELET, A. **Sur l'homme et le développement de ses facultés**. Paris: Bachelier, 1835.

RECIFE. **Movimento Recife**. Disponível: <https://movimenta.recife.pe.gov.br/> Acesso: Mar 2020.

SANTANA, O. A.; SANTOS, N. K. B.; SILVA, M. M. DA; MORAIS, R. L. DE; ENCINAS, J. I. Árvores potenciais a danos urbanos: manejo através da tecnologia, educação e mobilização social. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 11, p. 71-88, 2015. Doi: 10.3895/rts.v11n23.2748

SANTANA, O. A.; PETROVA, Y. Ludicidade no Ensino da Normalidade em um Ambiente Florestal. **Inter-ação**, v. 41, p. 525-544, 2016. Doi: 10.5216/ia.v41i3.41502

SANTANA, O. A.; DE MELO, R. B.; DUARTE, C. V. M C.; DE LIMA, C. Aerial survey of nonstandard firewood consumption in urban areas. **In:** 2019 IEEE Green Technologies Conference(GreenTech), 2019, Lafayette. 2019 IEEE Green Technologies Conference(GreenTech). Lafayette, LA: IEEE, 2019. v. X. p. 1-4. <http://dx.doi.org/10.1109/GreenTech.2019.8767160>

SANTANA, O. A.; SOUSA, B. A. DE; MONTE, S. R. SILVA DO; LIMA, M. L. DE F.; SILVA, C. F. E . Deep learning practice for high school student engagement in STEM careers. **In:** 2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2020, Porto. 2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2020. p. 164-169. Doi: 10.1109/educon45650.2020.9125281

SCHOLAR GOOGLE. **Search**. Disponível em: scholar.google.com.br Acesso: Mar 2020

SCIMAGO JOURNAL & COUNTRY RANK. **Categories**. Disponível em: scimagojr.com Acesso: Mar 2020

SVAROVSKY, G. N.; SHAFFER, D. W. Soda Constructing knowledge through exploratoids. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 44, p. 133-153, 2007. Doi: 10.1002/tea.20112

TANG, Q. **Educação para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: objetivos de aprendizagem**. UNESCO: Paris, 2017.

TAYLOR & FRANCIS. **Search**. Disponível em: taylorandfrancis.com Acesso: Mar 2020

UN – United Nation. **Sustainable Development**. Disponível: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/> Acesso: Fev 2020.

VIGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 7. ed. Martins Fontes: São Paulo. 2007.

WEB OF SCIENCE. **Search**. Disponível em: webofknowledge.com Acesso: Mar2020

WHO – World Health Organization. **Emergency**. Disponível: <https://www.who.int/>. Acesso Mar 2020.

WHO – World Health Organization. **Growth reference data for 5-19 years**. Disponível: <https://www.who.int/growthref/en/>. Acesso Mar 2020.

WITTMANN, M. C. Applying the resources framework of teaching and learning to issues in middle school physics instruction on energy. **American Journal of Physics**, v. 87, n. 7, 2019 Doi: 10.1119/1.5110285

YANIK, H.B. Prospective middle school mathematics teachers' preconceptions of geometric translations. **Educational Studies in Mathematics**, v. 78, p. 231–260, 2011. Doi: 10.1007/s10649-011-9324-3

ZIV, G.; LIDOR, R. Vertical jump in female and male basketball players—A review of observational and experimental studies. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 13, n. 3, p. 332-339, 2010. Doi: 10.1016/j.jsams.2009.02.009.