



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

RAFAEL COSTA CAMPOS

**ENSINO DE ESTÁTICA PARA ESTUDANTE COM NEURODIVERGÊNCIA
FUNDAMENTADO EM VYGOTSKY E AUSUBEL**

BRASÍLIA – DF
2023



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

RAFAEL COSTA CAMPOS

**ENSINO DE ESTÁTICA PARA ESTUDANTE COM NEURODIVERGÊNCIA
FUNDAMENTADO EM VYGOTSKY E AUSUBEL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade de Brasília no Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:
Prof. Dr. Olavo Leopoldino da Silva Filho

Coorientador:
Prof. Dr. Marcello Ferreira

BRASÍLIA – DF
2023

RAFAEL COSTA CAMPOS

**ENSINO DE ESTÁTICA PARA ESTUDANTE COM NEURODIVERGÊNCIA
FUNDAMENTADO EM VYGOTSKY E AUSUBEL**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade de Brasília no Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Olavo Leopoldino da Silva Filho (orientador)

Prof. Dr. Khalil Oliveira Portugal

Prof. Dr. Michel Corci Batista

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo autor.

CC828u Costa Campos, Rafael
ENSINO DE ESTÁTICA PARA ESTUDANTE COM
NEURODIVERGÊNCIA FUNDAMENTADO EM VYGOTSKY E AUSUBEL.
/Rafael Costa Campos; orientador Olavo Leopoldino da Silva Nascimento. --
Brasília, 2023.
145 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado Profissional em Ensino de Física) --
Universidade de Brasília, 2023.

1. Ensino de Física. 2. Aprendizagem Significativa. 3. Vygotsky. 4. Ensino
Inclusivo. 5. Personalização do Ensino. I. Leopoldino da Silva Filho, Olavo, orient.
II. Título.

Aproveite, Rafa, pois todas as pessoas que conheci que passaram pela UnB foram transformadas profundamente.

(Gisele Rodrigues)

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe, que nunca mediu esforços para nos dar condições de ter acesso à educação, e o fez sem nunca perder sua ternura.

Agradeço ao meu pai por sempre me incentivar e priorizar minha educação.

Agradeço à minha irmã, Lucy, que desde o primeiro momento, alegrou-se com meu ingresso no programa, mantendo-me sempre motivado com palavras de apoio.

Ao meu orientador, Dr. Olavo Leopoldino da Silva, por ter se interessado por este trabalho desde o princípio, esclarecendo sempre minhas dúvidas e orientando meus estudos; por me apontar direções para que eu desenvolvesse essa pesquisa.

Agradeço, também, ao Dr. Marcello Ferreira pela coorientação atenciosa e por suas contribuições relevantes.

Aos amigos que de várias formas me apoiaram, desde o pagamento da taxa de inscrição no prazo final até a ajuda na reescrita do memorial perdido. Além daqueles que se dispuseram a realizar leituras críticas ou oferecer suas palavras de encorajamento, serei sempre grato.

Aos amigos Dione e Sandro, cujas conversas e experiências compartilhadas enriqueceram bastante a minha visão acerca do trabalho que estava desenvolvendo, além de terem sido um incentivo singular.

Ao estudante participante desta pesquisa, que sempre se manteve interessado em aprender. Seu ímpeto, sua cordialidade e sua dedicação serão sempre um exemplo. Esses aspectos mudaram profundamente minha relação com o ensino.

Ao corpo docente do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade de Brasília (MNPEF-UnB), pela dedicação e empenho oferecidos ao longo desse curso.

À UnB e à Sociedade Brasileira de Física – SBF, pela oportunidade e incentivo.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

A presente dissertação teve como objetivo elaborar uma sequência didática personalizada sobre estática para um estudante com neuropatia matriculado em um colégio estadual no município de Águas Lindas de Goiás. Para fundamentação desta pesquisa, foram utilizadas as teorias de Lev S. Vygotsky e David Ausubel, na perspectiva de que a personalização do ensino é, para ambos, ainda que por razões diversas, mas conexas, importante na construção de significados. A metodologia utilizada incluiu o uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), simulações e vídeos para abordar os conteúdos de velocidade, aceleração, força, torque e equilíbrio, buscando, assim, potencializar as habilidades e o aprendizado do participante. A organização dos encontros aconteceu em separado do restante da turma, permitindo que a sequência didática fosse adaptada às necessidades específicas do envolvido. Os resultados obtidos foram analisados de forma qualitativa e indicam que o estudante foi capaz, baseado na sua estrutura cognitiva e em suas especificidades, de desenvolver caminhos de confluência que lhe permitiram apreender o conteúdo proposto.

Palavras-chave: aprendizagem significativa; Ausubel; ensino de Física; ensino inclusivo; personalização do ensino; Vygotsky.

ABSTRACT

The present dissertation aimed to elaborate a personalized didactic sequence about statics for a student with neuropathy enrolled in a State College in the municipality of Águas Lindas de Goiás/Brazil. To support this research, the theories of Lev S. Vygotsky and David Ausubel were used, because, for both, the personalization of teaching is important in the construction of meanings by the students. The methodology used included the use of digital technologies, simulations and video to address the contents of speed, acceleration, strength, torque and balance, thus seeking to enhance the skills and learning of the student. The organization of the meetings took place separately from the rest of the class, allowing the didactic sequence to be adapted to his specific needs. The results obtained were analyzed qualitatively and indicate that the student was able to develop, based on his cognitive structure, confluency paths that allowed him to apprehend the proposed content.

Keywords: meaningful learning; Ausubel; Physics teaching; inclusive education; teaching personalization; Vygotsky.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1— Contínuo entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica	16
Figura 2 — Estrutura do processo de ensino segundo a TAS	18
Figura 3 — Processo de assimilação	20
Figura 4 — Assimilação obliteradora.....	21
Figura 5 — Zona de desenvolvimento proximal	26
Figura 6 — Rotação de um corpo rígido e as variáveis pertinentes	28
Figura 7 — Decomposição do raio nas direções perpendicular e tangencial à força aplicada..	29
Figura 8 — Exemplo de torque sobre uma massa ‘m’	30
Figura 9 — Exemplo de um sistema binário atuando em barra rígida	33
Figura 10 — Mapa mental sobre estática	38
Figura 11 — Mapa mental dos pré-requisitos para levantamento dos subsunçores.....	38
Quadro 1 — Matriz de habilidades e competências	39
Figura 12— Imagens ilustrativas representando telas da esquerda e da direita	43
Figura 13 — Imagens ilustrativas representando telas da esquerda e da direita	44
Figura 14 — Imagens ilustrativas representando telas da esquerda e da direita	44
Figura 15 — Imagens ilustrativas representando monitores da esquerda e da direita.....	45
Figura 16— Imagem de uma das telas mostrando a relação entre o eixo de rotação e a força peso.....	47
Figura 17— Imagem ilustrativa da influência do eixo de rotação no movimento de um balanço	48
Figura 18— Imagem ilustrativa das telas da esquerda e da direita representando a influência do eixo de rotação no movimento de um balanço	48
Figura 19— Imagem ilustrativa do eixo de rotação de um balanço	49
Figura 20 — Balança utilizada na atividade 8 da sequência didática.....	50

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	A aprendizagem significativa de Ausubel	15
2.2	O sociointeracionismo de Vygotsky	21
2.2.1	Caminhos de confluência	24
2.2.2	Zona de desenvolvimento proximal	25
3	EQUILÍBRIO MECÂNICO DOS CORPOS.....	27
3.1	Torque	27
3.2	Braço de alavanca	29
3.3	Segunda Lei de Newton para rotações	30
3.4	Condições de equilíbrio	33
4	METODOLOGIA	35
4.1	Personalização.....	35
4.2	Local de aplicação.....	40
4.3	Pré-teste.....	40
4.4	Uso de TDIC no ensino de Física	41
4.5	Sequência didática	42
4.5.1	1º encontro.....	42
4.5.2	2º encontro.....	43
4.5.3	3º encontro.....	45
4.5.4	4º encontro	46
4.5.5	5º encontro	46
4.5.6	6º encontro	47
4.5.7	7º e 8º encontros	48
5	RESULTADOS E ANÁLISE.....	51
5.5	Aplicação do pré-teste.....	51
5.6	1º encontro	54
5.7	2º encontro	55
5.8	3º encontro	57
5.9	4º encontro	58
5.10	5º encontro	60
5.11	6º encontro	61
5.12	7º encontro	62
5.13	8º encontro	64
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	67

REFERÊNCIAS	69
APÊNDICES	73
APÊNDICE A — Produto educacional e sequência didática.....	74
APÊNDICE B — Transcrições dos encontros	85
APÊNDICE D — Relatório escolar	141
APÊNDICE E – Ficha individual.....	143
APÊNDICE F – Relatório médico.....	144
APÊNDICE G – Relatório pedagógico	145

1 INTRODUÇÃO

O desafio de construir práticas pedagógicas inclusivas na escola contemporânea é frequentemente tema de debates entre professores, órgãos reguladores e sociedade. No entanto, há que se destacar o fator integrador da escola nesse debate, pois, em sua concretude, ela tem como missão a promoção de práticas pedagógicas inclusivas, que oportunizem aos estudantes aprenderem conteúdos curriculares acerca da diversidade, do respeito e da tolerância — fatores essenciais na construção de uma sociedade justa.

No Brasil, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (BRASIL, 1996), estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Ela assegura a inclusão de estudantes com necessidades especiais nas escolas regulares. Além dela, o Estatuto da Pessoa com Deficiência (EPD) (BRASIL, 2019) versa acerca do acesso, da participação e da inclusão dessas pessoas na sociedade, bem como o seu desenvolvimento pleno. Desse modo, é importante que a escola esteja atenta para proceder com a valorização da diversidade presente em sua comunidade.

No âmbito da Secretaria de Estado da Educação de Goiás (SEDUC-GO), as Diretrizes Operacionais de 2023 estabelecem o papel do professor no processo de ensino e aprendizagem de estudantes com necessidades educacionais especiais como consistindo em: elaborar e executar, em parceria com outros/as professores e coordenação pedagógica, se for o caso, o Plano Individualizado de Educação, atendendo as necessidades específicas dos estudantes com necessidades educacionais especiais e dos estudantes que apresentam dificuldades de aprendizagem ou de acompanhamento da turma (GOIÁS, 2023, p. 49).

Sobre o acesso ao sistema de ensino, dados do Censo Escolar da Educação Básica demonstram um aumento significativo no número de estudantes com necessidades especiais matriculados na educação básica ano após ano. A título de comparação, no ano de 2007, eram 654.606; já ano de 2022, esse número cresceu para 1.527.794, um aumento de 133,85%, segundo o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (2008, 2023). Isso demonstra que os aspectos legais têm surtido efeito quanto ao acesso ao sistema de ensino.

No entanto, o avanço da legislação foi apenas um dos passos importantes a fim de promover uma escola inclusiva; ainda existem outros desafios a serem superados. A formação dos docentes tem relevância significativa, pois o processo de desenvolvimento escolar do estudante passa essencialmente pela capacidade do professor em articular metodologias, estratégias e recursos que atendam às necessidades e especificidades daqueles que possuem deficiência. Sem a formação adequada dos professores para lidar com a diversidade de

necessidades educacionais desse público, o sistema de ensino acaba por promover uma exclusão no que tange ao desenvolvimento acadêmico e social desses estudantes.

De acordo com Mantoan (2003), a falta de formação dos professores para lidar com a diversidade de seus estudantes pode resultar em prejuízos irreparáveis para aqueles que apresentam necessidades especiais. Quando o professor não tem conhecimento sobre as características e as necessidades desses estudantes, corre-se o risco de não ocorrer o atendimento de suas demandas, de não criar um ambiente inclusivo e não promover a aprendizagem significativa para todos. Isso pode levar a uma série de consequências, como o baixo desempenho escolar, a evasão, a exclusão social e a discriminação.

Portanto, há que se pensar não apenas na dimensão legal que envolve o ensino inclusivo nas escolas, faz-se necessário também desenvolver um olhar voltado para a prática pedagógica, pois é ela que irá, de fato, garantir a inclusão e o acesso de todos os estudantes a uma educação de qualidade política e formal (DEMO, 1996). Também é importante sublinhar a dimensão humana, que enfatiza a necessidade de reconhecer as singularidades, para construir, assim, um ambiente escolar que permita a integração das mais diversas pessoas, e que contribua para o desenvolvimento de uma sociedade mais justa, porque equânime.

Entretanto, a questão que surge, de acordo com Silva Filho e Nascimento (2002), é justamente esta: como adaptar um currículo (e suas conseqüentes atividades e propostas avaliativas) se as condições de desenvolvimento não são repensadas e reorganizadas, se as temporalidades que lhe subjazem são mantidas fixas? Como é possível pensar a inclusão, se o modo de olhar parte sempre da igualdade e da semelhança, do padrão e da normalidade?

Esses questionamentos são fundamentais para entender a aprendizagem como um processo interativo, em toda a sua riqueza, que envolve diferentes formas de subjetividade social (NASCIMENTO; SILVA FILHO, 2022). Como destaca González Rey (2002, p. 30), “as configurações subjetivas (grupais e individuais), que se articulam nos distintos níveis da vida social”, atuam de maneira diferenciada nas diversas instituições e grupos.

Destarte, pode-se então descrever o objetivo geral deste trabalho. Entre as diversas dimensões envolvidas no ensino de estudantes com necessidades educacionais especiais, esta dissertação se propôs a desenvolver, implementar e avaliar uma proposta para o ensino de estática voltada para estudantes com déficit cognitivo.

A partir desse objetivo geral, são definidos os seguintes objetivos específicos:

- Personalizar as estratégias de ensino a partir das necessidades do estudante com necessidades educacionais especiais, *buscando maximizar suas potencialidades.*

- Utilizar e avaliar a eficácia do uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) no ensino de estática, com foco, em particular, em simulações e vídeos.
- Discutir a teoria de Vygotsky acerca da aprendizagem mediada e o seu papel na construção no desenvolvimento do estudante-participante, e de Ausubel em sua aprendizagem significativa, especialmente no contexto de uma educação inclusiva.
- Atuar como um professor mediador entre o estudante e os recursos pedagógicos disponíveis, a fim de facilitar a aprendizagem significativa dos conceitos relacionados à estática.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta dissertação foi desenvolvida a partir de duas teorias da aprendizagem, pois, compreende-se que essas teorias se articulam adequadamente entre si e se apresentam como complementares: a teoria da aprendizagem significativa (TAS), de David Ausubel, e o sociointeracionismo (SOC) de Vygotsky.

A adesão à TAS é relevante, principalmente, porque se preocupa com a estrutura cognitiva dos aprendizes e por considerar os conhecimentos prévios desses indivíduos no contexto de uma sequência didática. Por meio da TAS, pode-se vislumbrar sequências didáticas que induzam aprendizagens duradouras e significativas, para além da aprendizagem mecânica, tão comum em nossos dias.

O vínculo complementar oportunizado pela SOC se dá a partir do ponto em que são levantados os subsunçores e conhecida, ao menos em parte, a estrutura cognitiva *de cada um dos estudantes, individualmente*. A SOC, portanto, implicará considerar não apenas a importância da interação no processo de desenvolvimento, mas também qual o melhor caminho ou caminhos da confluência a serem seguidos pelos estudantes, a fim de promover uma aprendizagem significativa, considerando elementos da personalização do ensino, tema que se relaciona diretamente com a questão da inclusão, ainda que não se limite somente a ela.

Jannuzzi (2010) destaca que a escola precisa considerar a inclusão no sentido pleno do termo, isto é, aquele de proporcionar a possibilidade para que cada indivíduo, em suas múltiplas diferenças físicas, psíquicas, intelectivas etc., desenvolva os conhecimentos necessários em todas as dimensões, e possa viver como ser humano na busca plena de suas capacidades.

É nesse sentido que uma proposta educacional inclusiva deve considerar as especificidades para promover o desenvolvimento global de todos, concentrando esforços nas capacidades e potencialidades de *cada um*, seus caminhos de confluência, considerando que a relação dos indivíduos com o mundo é sempre perpassada por elementos idiossincráticos.

Nos próximos tópicos, será feita uma breve apresentação dos dois referenciais teóricos citados, explicitando a relação que eles estabelecem com a questão da personalização do ensino.

2.1 A aprendizagem significativa de Ausubel

Para Ausubel (2003), a aprendizagem significativa ocorre quando um novo conhecimento se ancora em um conhecimento prévio, existente na estrutura cognitiva daquele que está aprendendo; com isso, ambos os conhecimentos — os novos e os existentes — sofrem uma modificação em seus significados, dando origem a um conhecimento mais rico e estável (SILVA FILHO; FERREIRA, 2022). O conhecimento preexistente é chamado de subsunçor.

Nesse sentido, o conceito fundamental da abordagem ausubeliana é aquele de estrutura cognitiva (que faz dele um adepto do Cognitivismo em Psicologia), entendida como uma estrutura hierarquicamente organizada de conceitos que se organizam como árvores relacionais. Outro conceito fundamental nessa abordagem é aquele de subsunçor, concebido como os conhecimentos preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. A aprendizagem, portanto, nos remete metaforicamente a um processo de ancoragem, via subsunçores, dos novos conhecimentos em uma estrutura cognitiva (SILVA FILHO; FERREIRA, 2018, p. 107.).

De acordo com Moreira (2019), o conhecimento prévio serve de ancoragem para o conhecimento novo; assim, é importante destacar que o subsunçor deve ser conceitualmente relevante para o conhecimento que está ancorando, uma vez que é a partir da interação entre os dois que a aprendizagem significativa vai ocorrer.

É nesse sentido que se pode afirmar que a informação já existente na estrutura cognitiva do estudante se liga de maneira hierárquica conceitual e *não arbitrária* à informação assimilada, quando um conhecimento mais específico se conecta com aquele mais amplo. É essa característica que distingue a aprendizagem significativa da aprendizagem mecânica (FERREIRA *et al.*, 2020, 2021a).

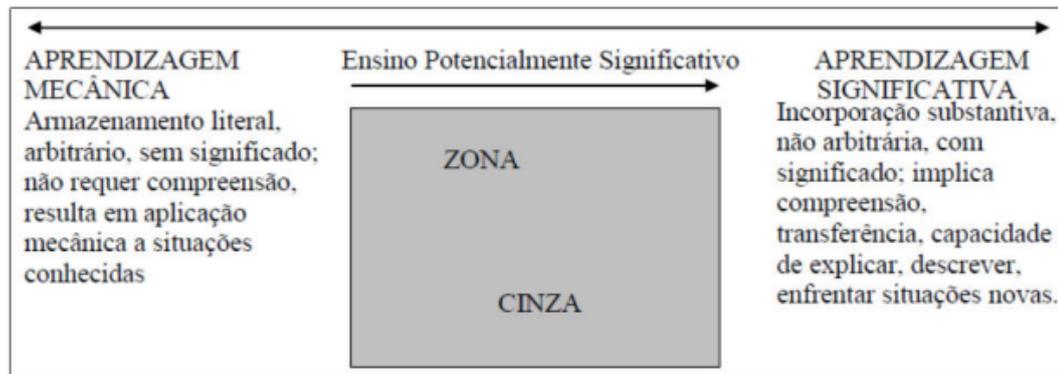
De fato, no contexto escolar, é comum os estudantes memorizarem conteúdo, fatos ou procedimentos com o intuito de garantir a nota necessária para sua aprovação. Nas aulas de Física, isso fica evidenciado quando os estudantes decoram as fórmulas para conseguir realizar as aplicações nas atividades avaliativas.

Esse comportamento é, por vezes, reforçado pelo professor, que costuma passar regras que facilitem a memorização de fórmulas. Um exemplo clássico é a regra passada aos estudantes para “decorar” a fórmula do calor sensível ($Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ expressa por: “que macete”).

Essas estratégias, quando malconduzidas, geram uma aprendizagem meramente mecânica, na qual os conhecimentos têm como propósito apenas a nota, sendo rapidamente esquecidos; não ocorre interação com os conhecimentos prévios do aprendiz, pois a relação é meramente arbitrária.

Vale ressaltar, entretanto, como destaca Moreira (2012), que a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica não constituem uma dicotomia: elas estão ao longo de um mesmo contínuo. Na Figura 1, pode-se observar que existe uma zona cinza entre essas duas formas de aprendizagem.

Figura 1— Contínuo entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica



Fonte: Moreira (2012, p. 32)

De modo geral, é comum que, no princípio de uma sequência didática, os estudantes busquem memorizar conceitos e símbolos, o que pode ser, inclusive, desejável nessa etapa, se não se encontrar os subsunçores necessários nas suas estruturas cognitivas.

Contudo a transição entre a aprendizagem mecânica ou memorística e a significativa não ocorre de forma espontânea e, ao contrário do senso comum, apenas uma boa explicação e estudantes interessados não são uma garantia de que ela irá acontecer. Para que a aprendizagem significativa aconteça, é necessário que o novo material seja potencialmente significativo, de maneira tal que o aprendiz possa relacioná-lo a um subsunçor existente na *sua* estrutura cognitiva.

Outro aspecto relevante para o aprendizado é a disposição do aprendiz em realizar essa correlação entre o subsunçor e o novo material potencialmente significativo. É importante que, durante todo o processo, o professor faça a mediação entre o estudante e os significados envolvidos (SILVA FILHO *et al.*, 2021).

Tendo em vista que a assimilação de novos conteúdos varia de uma situação para outra e que depende da relevância que o subsunçor tem em relação ao conhecimento preexistente, destacam-se os tipos de aprendizagem que podem ocorrer, a depender do grau hierárquico em que a assimilação acontece (FERREIRA *et al.*, 2020, 2021a; SILVA FILHO; FERREIRA, 2022).

Entretanto, é importante ressaltar que, de modo geral, os subsunçores não estão prontos para ancorar os conceitos novos. Faz-se necessário, portanto, que eles sejam organizados ou estruturados, como forma de subsidiar a nova aprendizagem. Assim, à etapa de levantamento dos subsunçores, segue-se a sua *organização avançada*.

Essas duas etapas (levantamento e organização avançada dos subsunçores) são, portanto, etapas *preparatórias* da TAS que devem ser necessariamente implementadas. Por meio delas, um aprendiz particular tem suas especificidades explicitadas, indicando o tipo de singularidade que há de apresentar no seu processo de aprendizado.

A partir dessas duas etapas preparatórias, seguem-se as duas etapas realmente vinculadas ao aprendizado de novos conhecimentos, conhecidas como *diferenciação progressiva* e *reconciliação integradora*.

A diferenciação progressiva ocorre quando um conceito apresentado de maneira mais genérica no processo de organização avançada é agora subdividido e especificado em suas múltiplas interconexões conceituais, sendo que cada uma delas passa a ser objeto de atenção particular.

Moreira (2010), em sua teoria da assimilação, enfatiza que os conceitos subsunçores interagem com os novos conteúdos, servindo de base para a construção de novos significados que também se modificarão. Essa mudança progressiva vai tornando o conceito alvo mais elaborado, mais diferenciado no contexto mais genérico em que foi introduzido, sendo isso o que Ausubel chama de diferenciação progressiva.

Ainda segundo Moreira (2019), a diferenciação progressiva é tida como um princípio programático da matéria de ensino, segundo o qual as ideias, os conceitos, as proposições mais gerais e inclusivas dos conteúdos devem ser apresentadas no início da instrução e, progressivamente, diferenciados em termos de detalhe e de especificidade.

No mesmo texto supracitado, o autor sustenta que: (1) é mais fácil as pessoas apreenderem os aspectos diferenciados de um todo, apreendido antes, do que estabelecerem o todo inclusivo a partir das partes diferenciadas aprendidas anteriormente; e (2) a organização feita por um indivíduo de determinado conteúdo de uma disciplina em sua mente consiste em uma estrutura hierárquica, em que as ideias mais inclusivas tomam uma posição na parte principal da estrutura e integram progressivamente os conceitos, proposições e elementos menos inclusivos e mais diferenciados (MOREIRA, 2019).

Por outro lado, na *reconciliação integradora*, o aprendiz toma os conceitos totalmente diferenciados e os integra em um todo que é mais geral, mas que agora traz dimensões conceituais mais profundas destes. Assim, se o processo de diferenciação progressiva é de

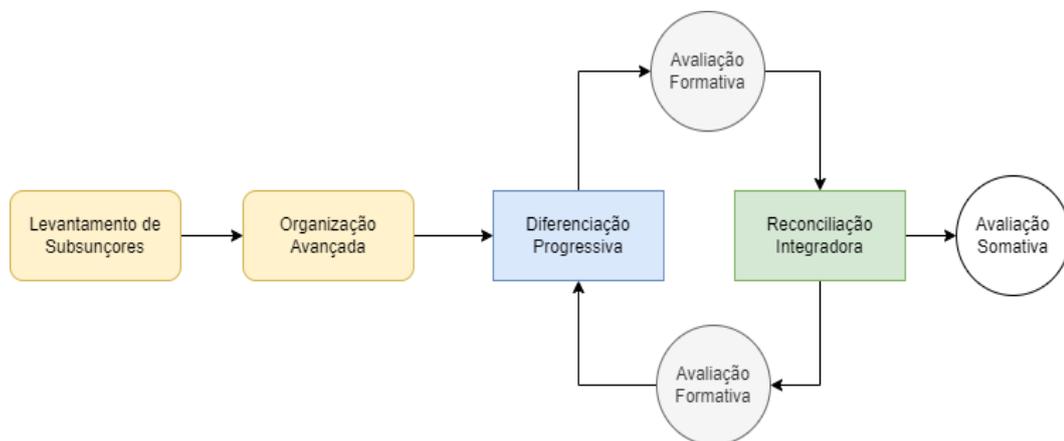
caráter analítico, a reconciliação integradora apresenta caráter sintético. Mais ainda, essas etapas não são estanques, mas estão correlacionadas em um processo dinâmico em que uma se sucede à outra, de modo geral.

Das características individuantes dos subsunçores (ou da estrutura cognitiva dos aprendizes) decorre a necessidade de se realizar um processo de organização avançada específico para cada aprendiz e, por conseguinte, de se realizar também processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora diversos. Isso significa que a aprendizagem dar-se-á de maneira diversa para cada estudante.

Nesses processos dinâmicos de aquisição dos significados, tanto acontece a diferenciação progressiva quanto a reconciliação integradora (FERREIRA *et al.*, 2020, 2021a).

Assim, resumindo, a TAS preconiza quatro etapas bem definidas, que são: (a) levantamento de subsunçores; (b) organização avançada desses subsunçores; (c) diferenciação progressiva dos conceitos a serem ensinados; (d) reconciliação integradora dos conceitos a serem ensinados. Nas duas últimas etapas pode haver, e frequentemente há, um ciclo autorreforçador. Graficamente esse processo pode ser representado como na Figura 2.

Figura 2 — Estrutura do processo de ensino segundo a TAS



Fonte: Elaboração própria (2023)

Além dessas *etapas* da aprendizagem, a TAS discerne três tipos diversos de aprendizagem, sendo cada um deles tratado por meio de uma abordagem de ensino particular:

- *Aprendizagem representacional*: para Praia (2000), trata-se da aprendizagem dos símbolos individuais (geralmente palavras) ou do que eles representam. Ocorre quando se estabelece uma equivalência entre os símbolos arbitrários e os seus referentes correspondentes (objetos, exemplos, conceitos), passando a

remeter o indivíduo ao mesmo significado. Esse tipo de aprendizagem é mais comum, pois ocorre quando o aprendiz relaciona de forma não arbitrária e substantiva símbolos aos seus correspondentes, atribuindo-lhes significado;

- *Aprendizagem conceitual*: essa aprendizagem, de certa forma, é uma aprendizagem representacional, pois conceitos são representados por símbolos particulares, porém eles são genéricos ou categóricos e representam abstrações dos atributos essenciais dos referenciais (MOREIRA, 2019). Dessa forma, os conceitos possuem características de critérios comuns e são nomeados a partir de algum símbolo, sendo possível ao aprendiz assimilar os conceitos de duas maneiras: a primeira delas é por formação de conceitos, desse modo, a aprendizagem ocorre a partir da experiência, do contato entre quem aprende e o conceito a ser aprendido ou com outras pessoas; já a segunda forma é a assimilação de conceitos que ocorre quando há um aumento no vocabulário, ou seja, a assimilação provoca uma ampliação do conceito base;
- *Aprendizagem proposicional*: quando ocorre uma combinação e relação de várias palavras de forma a produzir uma nova afirmação, de maneira a unir seus sentidos, criando, assim, uma nova proposição que passa a representar o conceito. Moreira (2012) destaca que a aprendizagem representacional e a conceitual são pré-requisitos para a proposicional, mas o significado de uma proposição não é apenas a soma dos significados dos conceitos e palavras envolvidos.

Por outro lado, os conceitos existentes já organizados na estrutura do aprendiz e aqueles que deverão ser aprendidos apresentam relações hierárquicas importantes, o que indica três tipos distintos de formas de aprender:

- *Aprendizagem subordinada*: Coll, Marchesi e Palácios (2007) comentam que a estrutura cognitiva do sujeito responde a uma organização hierárquica na qual os conceitos se conectam entre si mediante relações de subordinação, em que os novos conceitos se apresentam mais específicos que seus subsunçores organizados;
- *Aprendizagem significativa superordenada*: de acordo com Ausubel (2003), sempre que o conhecimento novo se subordina ao conhecimento já existente na estrutura cognitiva do estudante, de maneira hierárquica, essa aprendizagem é

Fonte: Moreira (2009, p. 18)

Após a ocorrência da aprendizagem significativa, a depender da utilização do produto interacional a'A'', acontece a obliteração (Figura 4), ou seja, com o passar do tempo, verifica-se uma dissociação entre o subsunçor que serviu de âncora e a nova informação potencialmente significativa.

Segundo Moreira e Masini (1982), o processo de assimilação que ocorre na aquisição e na retenção de significados também implica no mecanismo de esquecimento, visto que os conceitos mais extensos, estabelecidos e diferenciados ancoram-se a novas ideias e informações que favorecem a retenção. Contudo, o significado das novas ideias, durante determinado tempo, tende a ser assimilado ou reduzido pelos significados mais estáveis de ideias já estabelecidas. O estágio obliterador da assimilação começa após a aprendizagem e novas ideias ocorrem de forma natural e progressivamente, tornando-se dissociáveis da estrutura cognitiva, conforme ilustra a Figura 4:

Figura 4 — Assimilação obliteradora

Produto interacional	Dissociação do produto	Dissociação progressiva
a'A	a'+A'	A'

Fonte: Elaboração própria (2023) com base em Moreira e Masini (1982)

Dessa forma, a aprendizagem significativa é o esquecimento não total, de maneira que a nova informação permanece inserida no subsunçor. Ela permite que o aprendiz, se necessário, consiga aprendê-la novamente sem demandar grande esforço; logo, aprender de forma significativa não implica em memorizar, diferentemente do que ocorre na aprendizagem mecânica, na qual o esquecimento é total.

2.2 O sociointeracionismo de Vygotsky

A teoria de Vygotsky (1991, 2000) tem grande relevância para o entendimento da sociedade e do papel do ser humano como fomentador e participante das interações sociais. Vygotsky trata o processo de desenvolvimento sob a perspectiva de que o homem se torna humanizado a partir do contexto em que está inserido, considerando aspectos históricos,

geográficos e individuais. Logo, a heterogeneidade é variável essencial em uma sequência didática, pois não existe universalidade no processo de aprendizagem.

Pensando na melhor forma de proporcionar o aprendizado, Tunes e Bartholo (2014) destacam que, ao instituir a ideia de aluno como um ser em preparação para a vida, criar o currículo padronizado seriado baseado em pré-requisito e linearmente organizado forja e oficializa uma estrutura padrão do desenvolvimento intelectual. Esses métodos foram projetados para detectar um único caminho de aprendizagem. Com isso, segundo os autores, o ensino tem se mostrado insensível a outros caminhos que contemplem a diversidade que existe no ambiente escolar.

De fato, como sugerido pela TAS, não existe uma unicidade no processo de aprendizagem; cada indivíduo tem um caminho próprio, produzindo diferentes cadeias e rotas dentro de mesmo processo – os chamados *caminhos de confluência*. Métodos que empregam múltiplas condições para avaliar o desenvolvimento em um único domínio mostraram que, em cada vertente do desenvolvimento, os indivíduos ocupam uma faixa, não um único ponto (FISCHER; KNIGHT; PARYS, 1993).

A definição e o entendimento de papéis sociais, em consonância com a cultura, podem ter como base a história, os trajetos, os caminhos e as matrizes que se construíram e se consolidaram ao longo do tempo. Deve-se observar que a interação entre conceitos significativos e simbologia, forma um sentido inteligível e auxilia na compreensão de mundo, das coisas, dos seres e de suas inter-relações (VYGOTSKY; LEÓNTIEV; LURIA, 2010).

Os conceitos de sociedade e de cultura, ou até mesmo do seu entrelace, precisam necessariamente ser discutidos e pensados, uma vez que o ser humano se consolida exatamente na interação.

O uso da dialética por Vygotsky como a pedra angular de sua abordagem metodológica refletiu a época em que viveu. O caráter transformador da Revolução Russa influenciou todos os aspectos da vida social e política, e a psicologia não foi exceção. A abordagem dialética de Vygotsky tinha três princípios centrais: (a) que os fenômenos devem ser examinados como parte de um processo de desenvolvimento; (b) essa mudança não ocorre em uma progressão linear e evolutiva, mas através de transformações; e (c) que essas transformações ocorram pela unificação de processos distintos e contraditórios. Por exemplo, ao analisar a história da sociedade humana, uma abordagem dialética revela as forças contraditórias em jogo no desenvolvimento de sistemas distintos de organização social por estudar as transformações qualitativas - as revoluções sociais - que os trazem à existência (MAHN, 1999, p. 342).

No que tange à educação, a assimilação e o entendimento podem ser considerados importantes pressupostos. O processamento dessa realidade é respaldado e facilitado por meio de uma espécie de rito. Tal esquema há de considerar a importância das associações entre o

signo e o símbolo representados. O rito nada mais é do que o caminho que se percorre, que terá como resultado o desenvolvimento.

Ao longo do tempo, a educação assumiu características que foram sendo introduzidas paulatinamente e, por sua vez, passaram a fazer parte da essência do ato de educar. Torna-se primordial entender as possibilidades, os meios e os caminhos de desenvolvimento de cada estudante, uma vez que se trata de conceitos móveis e não de situações estáticas sem constantes redefinições.

Criador do sociointeracionismo, Vygotsky ratifica a necessidade das interações sociais para que se produza conhecimento que, em larga medida, se dá e é fruto de inter-relações sociais. Sendo assim, o indivíduo, de maneira isolada, não produzirá conhecimento transformador.

Os indivíduos constroem novos conhecimentos à medida que internalizam conceitos apropriados por meio da participação em Aplicação Atividades sociais [...] A análise de Vygotsky sobre o desenvolvimento da fala interior e o papel desempenhado pela interação social na internalização do processo levou à sua aplicação mais elaborada do conceito de internalização. Esta aplicação examinou as formas que a apropriação individual de sistemas de símbolos sociais levou ao pensamento verbal. Ele se baseou no conceito de mediação semiótica para revelar que a internalização foi transformadora e não apenas transmissiva, e ele descreveu essa transformação de linguagem comunicativa para o discurso interior e depois para o verbal. Pensar por meio da unificação do pensamento e do discurso. Ele sentiu que o exame do pensamento verbal era um ponto de partida em sua busca para compreender a natureza do ser humano consciência (MAHN, 1999, p. 345).

É pertinente pensar em como as relações sociais se convertem em funções mentais superiores. A resposta, segundo Moreira (2019), está na mediação, ou Aplicação Atividade indireta, na qual se dá a internalização de Aplicação Atividades e comportamentos sócio-históricos e culturais, o que é típico do domínio humano.

O processo de mediação dar-se-á por meio de instrumentos e signos: os primeiros são utilizados para realizar uma determinada função e os segundos constituem algo que é responsável por adquirir um significado para o aprendiz. Uma característica crucial desse processo de significação é que ele é essencialmente individual — ainda que contemple, em média, elementos compartilhados entre um grupo. É sobre essa característica individual que se assenta um dos conceitos fundamentais de Vygotsky para o presente trabalho — os caminhos de confluência (em inglês são chamados de *developmental paths*, “caminhos de desenvolvimento”).

2.2.1 CAMINHOS DE CONFLUÊNCIA

As crianças aprendem de maneiras diversas. Para se entender o processo e a maneira pela qual uma pessoa se desenvolve, é importante saber que o ser humano nasce em um contexto familiar e social, mas possui a sua individualidade. Essa individualidade passa por influência do meio e, ao longo de sua vida, vai se consolidando; dessa forma, é salutar que no ambiente escolar as sequências didáticas contemplem essa individualidade.

Experiências vividas, relações e convívios com pessoas e objetos formam concepções que, por sua vez, fazem parte de um universo particular que, conseqüentemente, se expande no contato com realidades alheias. Com o desenvolver dos contatos externos, o significado das concepções particulares é traduzido em palavras. De acordo com Vygotsky,

O método de definição opera quase exclusivamente com a palavra esquecendo-se que o conceito especialmente para criança está vinculado ao material sensorial de cuja percepção e elaboração ele surge; o material sensorial e a palavra são partes indispensáveis do processo de formação dos conceitos e a palavra dissociada desse material, transfere todo o processo de definição de conceito para o plano puramente verbal que não é próprio da criança. Aplicando-se esse método quase nunca se consegue estabelecer a relação existente entre o significado atribuído pela criança a palavra com a definição puramente verbal e o significado real que corresponde a palavra no processo de sua correlação viva com a realidade objetiva que ela significa (VYGOTSKY, 2000, p. 152).

Uma variedade de conceitos é adquirida ainda nas primeiras fases da infância e, posteriormente, esses conceitos serão correlacionados, gerando, por sua vez, novos significados, novos sentidos e novos conceitos. Sendo assim, a criança leva para o ambiente escolar sua bagagem conceitual. Nesse local, ocorrem frutíferos confrontos, tanto entre os colegas de classe quanto com o professor, que precisa exercer uma função de mediador entre os signos e os significados já existentes na estrutura cognitiva dos estudantes e os novos conhecimentos que estão sendo apresentados. Conforme essas fusões vão acontecendo, novas habilidades vão sendo desenvolvidas.

Para Fischer, Knight e Parys (1993), as variações individuais desse desenvolvimento foram concebidas em termos da taxa de progressão medida de acordo com uma escala que possui diversos estágios, relativamente fixos, segundo a qual o desenvolvimento de uma pessoa é considerado e codificado. Conforme essa abordagem, quando as pessoas não evidenciam estarem em um estágio mais alto da escala, elas devem estar necessariamente em um estágio mais baixo — dado o caráter linear da escala. No entanto, não estar em um degrau mais alto não significa que o progresso não esteja acontecendo. Ele pode estar acontecendo em um percurso diferente, seguindo por um caminho não explorado nem monitorado diretamente no processo de ensino.

Outro aspecto relevante considerado por Vygotsky (1997) é o fato de muitas questões relativas ao desenvolvimento biológico humano se referirem, especificamente, ao cérebro humano. Em muitos de seus textos, aparecem referências ao funcionamento e à plasticidade cerebral relacionados com formas de, nas suas palavras, compensação do defeito, que é o fundamento neurológico da possibilidade de serem estimulados caminhos de confluência ou de desenvolvimento.

Devido ao fato de que seus estudos contemplam as transformações centrais que ocorrem no desenvolvimento da consciência, Vygotsky iluminou aspectos da aprendizagem e do desenvolvimento que desempenham um papel significativo na educação especial. O desenvolvimento único dos caminhos da aprendizagem criados pelas excepcionais crianças pode ser esclarecido por examinar essas transformações qualitativas.

Donnellan reitera que, no processo de desenvolvimento, tudo conta. Não se pode afirmar categoricamente que determinada habilidade é que faz a diferença; todas as habilidades vêm à tona e se manifestam na medida em que o contexto solicita e fornece os meios apropriados. Todos possuem um raio amplo de habilidades. Não seria útil fazer as coisas somente de um determinado modo. Por isso, é importante que uma sequência didática inclusiva proporcione diferentes caminhos para que as habilidades possam emergir, de acordo com as especificidades de cada estudante.

Segundo Fischer, Knight e Parys (1993), a utilização de método longitudinal fornece uma avaliação independente das diferentes etapas do desenvolvimento de maneira individual para cada criança. Mesmo usando uma tarefa administrada longitudinalmente, ela fornece dados sobre o desenvolvimento em seus diferentes pontos.

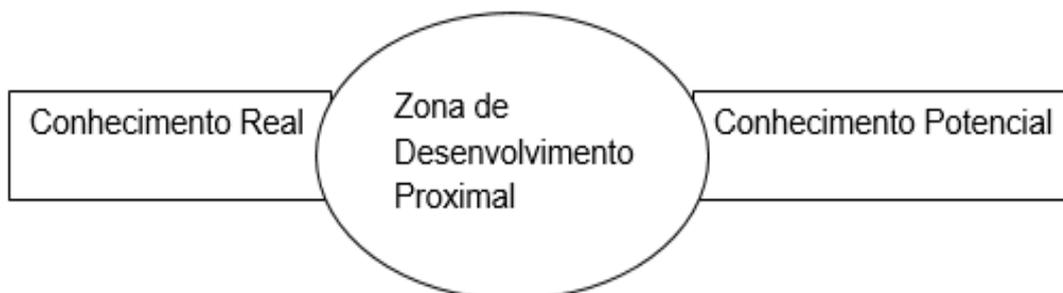
2.2.2 ZONA DE DESENVOLVIMENTO PROXIMAL

Na perspectiva de Vygotsky, conhecimento real é aquele que o aprendiz já consegue desenvolver sem auxílio de outro indivíduo, ou seja, são tarefas que ele faz sozinho. Já o conhecimento potencial representa o que pode ser apreendido, considerando o que ele já sabe, isto é, aquilo que ele tem o potencial de aprender.

É dessa percepção que surge o conceito de zona de desenvolvimento proximal como sendo a região entre o conhecimento real e o conhecimento potencial, como mostrado a seguir, na Figura 5. Assim, é importante observar que, para Vygotsky, o desenvolvimento ocorre a partir da interação com outros indivíduos mais experientes. Nesse sentido, estabelecendo uma relação entre Vygotsky e Ausubel, a zona de desenvolvimento proximal é

a região que representa o ponto na estrutura cognitiva em que as interações entre os subsunçores e o conhecimento novo ocorrem.

Figura 5 – Zona de desenvolvimento proximal



Fonte: Elaboração própria (2023)

Moreira (2019) destaca que a zona de desenvolvimento proximal define as funções que ainda não amadureceram, mas que estão no processo de maturação. É uma medida do potencial de aprendizagem: representa a região na qual o desenvolvimento cognitivo ocorre, é dinâmica e está em constante mudança¹.

¹ Uma discussão sistemática e ampliada acerca das possibilidades pedagógicas de uso de simulações e estratégias alternativas de ensino de física, por meio simulações *online* e com recurso ao conceito de zona de desenvolvimento proximal, pode ser encontrada em Soares *et al.* (2019) e Ferreira *et al.* (2021b).

3 EQUILÍBRIO MECÂNICO DOS CORPOS

Alavancas são ferramentas mecânicas capazes de potencializar a ação de uma força, facilitando, dessa forma, o movimento de rotação. Essa característica a torna comumente utilizada no cotidiano das pessoas, quer seja para realizar uma tarefa doméstica, como fazer uso de um espremedor de alho, ou na indústria para mover objetos pesados.

Nessas situações, quanto maior o braço da alavanca usada menor o esforço para realizar a tarefa desejada. Assim, percebe-se que quanto mais distante está o ponto de aplicação da força em relação ao eixo de rotação menor será a força aplicada para a produção do mesmo efeito. Conclui-se que a distância entre o ponto de aplicação da força e o eixo de rotação determina o quanto de esforço será realizado. Essa característica pode ser identificada pelo conceito de torque, que apresentaremos a seguir.

3.1 Torque

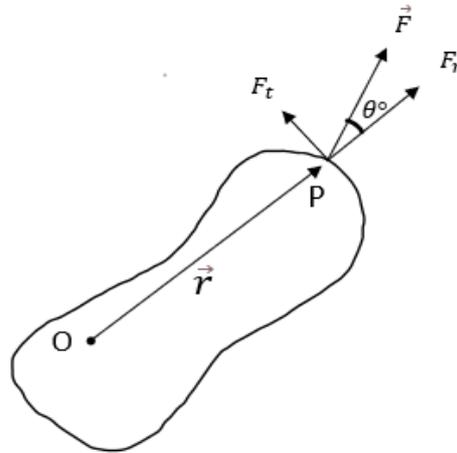
Quando uma força é aplicada sobre um objeto que está fixado em algum ponto, ela criará uma tendência de rotação do objeto em torno desse ponto, desde que o ponto de aplicação da força não esteja na linha de ação da força. Essa tendência de rotação é chamada de torque (HIBBELER, 2011). Como exemplo, considere o objeto representado pela Figura 6, um suposto corpo rígido². Esse objeto está livre para girar em torno de um eixo que passa pelo ponto O e que é perpendicular ao plano da página, caso uma força atue sobre o corpo.

Para determinar como uma força \vec{F} atua para gerar uma rotação em torno do eixo que passar pelo ponto O , perpendicularmente ao plano da página, considera-se um vetor posição \vec{r} definido entre o ponto O e ponto P de aplicação da força. Por sua vez, o ângulo formado entre a força \vec{F} e o vetor \vec{r} é θ ; dessa forma, pode-se descrever a força \vec{F} em termos de suas componentes, na forma:

$$\vec{F} = \vec{F}_r + \vec{F}_t \quad (1)$$

² Corpo rígido é aquele em que a distância entre dois pontos quaisquer do corpo não varia no decorrer do tempo.

Figura 6 — Rotação de um corpo rígido e as variáveis pertinentes



Fonte: Elaboração própria (2023)

Em que \vec{F}_r representa a componente radial e \vec{F}_t representa a componente tangencial da força. Nota-se, observando a Figura 6, que apenas a componente tangencial da força \vec{F} é capaz de rotacionar o objeto, uma vez que a aceleração tangencial será zero se a força aplicada for paralela ao raio. De fato, a aceleração tangencial é o produto vetorial entre a aceleração angular e o vetor \vec{r} , dado por

$$\vec{a}_t = \vec{\alpha} \times \vec{r} \quad (2)$$

em que \vec{a}_t é a aceleração tangencial, $\vec{\alpha}$ é a aceleração angular e \vec{r} é o raio.

Observa-se que para nenhum valor atribuído à aceleração angular o produto vetorial com o vetor \vec{r} terá como resultado um vetor paralelo ao raio, portanto somente a componente tangencial da força é capaz de gerar rotação em um corpo rígido e conseqüentemente engendrar uma aceleração tangencial. Decompondo a força \vec{F} em termos do ângulo que ela faz com o vetor \vec{r} , encontra-se que a força tangencial é dada por:

$$F_t = F \cdot \sin \theta \quad (3)$$

Empiricamente, sabe-se que não apenas a força deve ser levada em consideração para se colocar o objeto em rotação. Como já foi dito, a distância perpendicular entre o ponto de aplicação da força e o eixo de rotação também é importante para se gerar aceleração tangencial. A partir dessas considerações, define-se a grandeza vetorial torque como sendo:

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}, \quad (4)$$

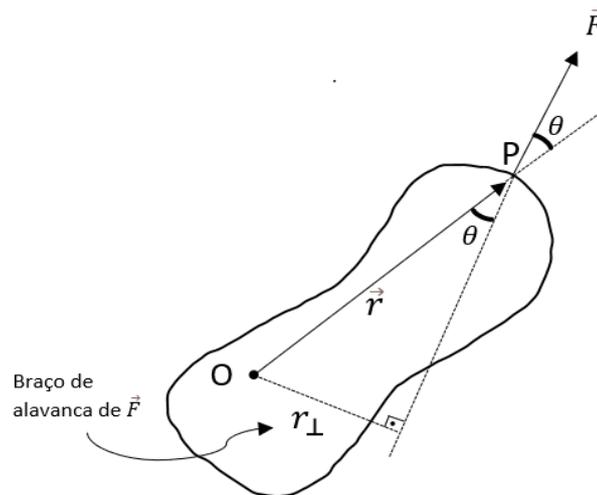
em que sua direção será perpendicular ao raio e à força. Seu módulo, por sua vez, é obtido substituindo \vec{F} pela sua componente tangencial:

$$\tau = |\vec{r}| |\vec{F}| \sin \theta = r F \sin \theta. \quad (5)$$

3.2 Braço de alavanca

Também é possível analisar essa mesma situação de outra forma, decompondo o raio em duas componentes, uma paralela à força e outra perpendicular, conforme a Figura 7:

Figura 7 — Decomposição do raio nas direções perpendicular e tangencial à força aplicada



Fonte: Elaboração própria (2023)

Nessa figura, \vec{r}_{\parallel} é o raio paralelo à força e \vec{r}_{\perp} é o raio perpendicular a ela. Devido ao vetor \vec{r}_{\parallel} ser paralelo a força \vec{F} , pode-se inferir que o ângulo formado entre ele e o vetor posição \vec{r} também vale θ , logo \vec{r}_{\perp} pode ser escrito como:

$$\begin{aligned} \sin \theta &= |\vec{r}_{\perp}| / |\vec{r}|, \\ |\vec{r}_{\perp}| &= |\vec{r}| \cdot \sin \theta \end{aligned} \quad (6)$$

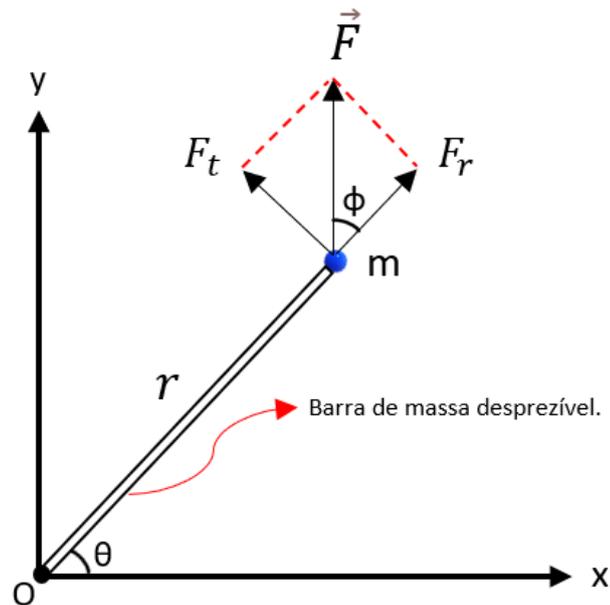
A componente \vec{r}_{\perp} é comumente chamada de braço de alavanca e, por ser um mecanismo que facilita a execução de tarefas, é amplamente usada na engenharia em

situações que envolvam rotação. Note que ele não é o vetor posição \vec{r} , mas sim a componente desse vetor, que é perpendicular à força \vec{F} . Seu princípio consiste numa relação tal que, quanto maior for a magnitude de \vec{r}_\perp , maior será o torque, para uma dada força \vec{F} .

3.3 Segunda Lei de Newton para rotações

Conforme ressaltado, o torque é capaz de impor uma rotação em um corpo rígido, fazendo com que ele adquira uma velocidade angular devido à aceleração angular. Pode-se, portanto, estabelecer uma relação entre a grandeza torque e a aceleração. Para isso, será considerado um caso simples de uma partícula de massa m acoplada a uma barra de massa desprezível, comprimento \vec{r} e eixo de rotação na origem do Plano Cartesiano, conforme a Figura 8.

Figura 8 — Exemplo de torque sobre uma massa ‘m’



Fonte: Elaboração própria (2023)

Se uma força \vec{F} for aplicada em m , pode-se recorrer à Segunda Lei de Newton e descrever o torque em função da massa.

Conforme visto, apenas a componente tangencial da força pode gerar rotação, logo se tem que:

$$\vec{F}_t = m \cdot \vec{a}_t. \quad (7)$$

Sabendo que o torque é dado por $|\vec{\tau}| = |\vec{r}||\vec{F}_t| \sin \theta$, temo, substituindo na eq. 7, pode-se escrever:

$$\tau = F_t \cdot |\vec{r}| . \quad (8)$$

Dessa forma, podemos reescrever o torque como:

$$\tau = r m a_t . \quad (9)$$

A aceleração tangencial, por sua vez, é obtida a partir da derivada da velocidade linear no tempo, em que $v = \omega r$, dessa forma obtem-se que,

$$\frac{dv}{dt} = \frac{d\omega}{dt} r \quad (10)$$

em que ω é o módulo da velocidade angular. Observando a equação 10, percebe-se que o segundo termo corresponde à aceleração angular α , sendo essa igual a:

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt} . \quad (11)$$

Assim, é possível concluir que a aceleração tangencial é dada por:

$$a_t = \alpha r . \quad (12)$$

Substituindo a aceleração angular na definição do torque, obtém-se, para *uma* partícula de massa m ,

$$\vec{\tau} = m\vec{\alpha} \times \vec{r}r = m\vec{\alpha} \times r^2\hat{r} = m\alpha r^2\hat{k} , \quad (13)$$

em que \hat{k} é o vetor unitário perpendicular ao plano da folha obtido pela regra da mão direita.

Podemos identificar mr^2 como o momento de inércia I da partícula de massa m , portanto o torque pode ser reescrito como sendo:

$$\vec{\tau} = I\alpha\hat{k}. \quad (14).$$

Quando se tem um *corpo constituído de N partículas* (rigidamente vinculadas), então o momento de inércia I deve ser calculado a partir de uma soma do tipo (a aceleração angular é a mesma, visto que as partículas estão rigidamente vinculadas)

$$I = \sum_{k=1}^N m_k r_k^2, \quad (15)$$

e ficamos com a expressão para o torque total dada por:

$$\vec{\tau} = \left(\sum_{k=1}^N m_k r_k^2 \right) \alpha. \quad (16)$$

Finalmente, quando se trata de um *corpo extenso*, então deve ser feita a passagem ao contínuo como:

$$m_k = \rho(\vec{r}') dV, \quad (17)$$

em que $\rho(\vec{r}')$ é a densidade *local* do corpo e \vec{r}' é o vetor que localiza cada elemento infinitesimal de volume dV (assim, \vec{r}' percorre apenas os pontos que constituem o corpo extenso considerado). Nesse caso, o torque fica dado por:

$$\vec{\tau} = \left(\int_V \rho(\vec{r}') r'^2 dV \right) \alpha. \quad (18)$$

Em nossa análise, assumimos um eixo de rotação. Nesses casos, podemos reduzir o momento de inércia a um escalar. Em casos de movimentos mais complexos, o momento de inércia deverá ser dado por um tensor simétrico de segunda ordem.

Entretanto, não será apresentado aqui esse aprofundamento, mas apenas as expressões gerais que se obtém para o tensor momento de inércia, o vetor momento angular e o vetor torque, dados a seguir:

$$I = \int_V \rho(\vec{r}') (r'^2 \mathbf{1} - \vec{r}' \vec{r}') dV, \quad \vec{L} = I \cdot \vec{\omega} \quad e \quad \vec{\tau} = \frac{d\vec{L}}{dt}, \quad (19)$$

em que $\vec{r}\vec{r}$ é chamado *produto diádico dos vetores* \vec{r} e 1 é representado pela matriz unidade 3×3 .

3.4 Condições de equilíbrio

Nesta seção, serão exploradas as condições necessárias para que um corpo se encontre em equilíbrio. Serão discutidas as condições de equilíbrio para um ponto material e para um corpo rígido. Destaca-se ainda a grande aplicação prática de estática, o que torna relevante seu estudo, pois permite a compreensão de princípios fundamentais da Física e sua aplicação em diferentes áreas.

O início se dará pelo caso mais simples, equilíbrio de um *ponto material*³. Para isso será analisada a trajetória parabólica de uma bola de gude lançada que, nessa situação, pode ser tratada como um ponto material, assumindo assim que toda a sua massa está concentrada em um único ponto.

Dito isso, é possível facilmente perceber que as forças externas podem apenas provocar movimento de translação em um ponto material, logo para que este permaneça em equilíbrio estático em relação a um sistema de referência é necessário que a soma vetorial das forças externas que atuam sobre ele seja igual a zero. Esse princípio pode ser representado matematicamente pela equação 20.

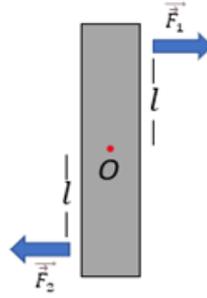
$$\Sigma \vec{F}_i = 0 \quad (20)$$

No entanto, a mesma regra é insuficiente para a um corpo rígido. Para ilustrar essa diferença, toma-se como exemplo a Figura 9, nela tem-se um binário⁴ de força, que é um sistema de forças de mesma intensidade, com linhas de ação paralelas e sentidos opostos, atuando em uma barra rígida. Nesse sistema, as forças \vec{F}_1 e \vec{F}_2 atuam na barra a uma distância l do centro de massa.

Figura 9 — Exemplo de um sistema binário atuando em barra rígida

³ Ponto material é caracterizado por ser um corpo cujas dimensões podem ser consideradas negligenciáveis em relação ao fenômeno ou sistema estudado.

⁴ Por convecção, o sinal positivo indica uma rotação no sentido anti-horário, enquanto o sinal negativo indica uma rotação no sentido horário, na situação descrita na Figura 9, o momento é negativo.



Fonte: Elaboração própria (2023)

Note que, apesar da soma vetorial das forças externas que atuam no sistema ser igual a zero, devido ao ponto de aplicação, direção e sentido dessas forças, elas gerarão um torque na barra, resultando em sua rotação. Portanto, no caso de corpos extensos, faz-se necessário que o somatório do torque externo seja igual a zero.

Portanto, em corpos rígidos, duas condições precisam ser satisfeitas para que esteja em equilíbrio estático, são:

- i. O somatório de forças externas que atuam sobre o corpo de ser zero;

$$\Sigma \vec{F}_i = 0 \quad (21)$$

- ii. A resultante dos torques externos em relação a qualquer ponto deve ser zero:

$$\Sigma \vec{\tau}_i = 0 \quad (22)$$

4 METODOLOGIA

A metodologia de uma pesquisa translacional na área de ensino de Física (FERREIRA *et al.*, 2020, 2021a) deve ser sempre construída com base em referencial teórico, de maneira que espelhe, mesmo que em um plano ainda relativamente abstrato, as ações particulares que poderão ser realizadas para que ele seja, de fato, implementado no curso da sequência didática.

Depois da definição da metodologia, segue-se a construção da sequência didática de que trata esta dissertação. A busca é por realizar a transição concreta para o ambiente de ensino, estabelecendo não apenas estratégias, mas procedimentos concretos, espelhados na metodologia e, portanto, ancorados no referencial teórico adotado.

A seguir serão apresentados os principais elementos metodológicos utilizados e a sequência didática que buscou espelhá-los.

4.1 Personalização

De acordo com Ausubel (2003), o fator singular e mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Logo, na TAS, os conhecimentos prévios presentes na estrutura cognitiva do aprendiz devem exercer papel de protagonismo na construção das estratégias que o educador tomará para promover o desenvolvimento das habilidades e competências almeçadas. Portanto, é imperativo construir estratégias pensadas em consonância com a realidade de cada estudante (SILVA FILHO; FERREIRA, 2022).

No caso em questão, nesta dissertação, tal ação reveste-se de importância ainda maior, uma vez que o sujeito dessa pesquisa apresenta longo histórico de abandono educacional e elementos de neurodivergência que apresentam seus desafios próprios.

Ocorre que personalizar estratégias de ensino de acordo com a realidade de cada estudante é uma tarefa das mais complexas, pois, de modo geral, o número deles em escolas da educação básica costuma ser em média 30. Dessa forma, o que se costuma fazer é aplicar pré-testes, que mapeiem quais e quantos estudantes dominam certas habilidades e competências. A partir desse mapa, procura-se realizar atividades que alcancem o maior número de estudantes.

Destaca-se, ainda, que estudantes com déficit cognitivo apresentam características singulares e exigem uma personalização que respeite suas potencialidades (NASCIMENTO; SILVA FILHO, 2022). Nesse sentido, a sequência didática proposta nesta pesquisa possui o

objetivo de possibilitar uma abordagem inclusiva, dando sustentabilidade ao processo de ensino com ações pedagógicas efetivas focadas no desenvolvimento do discente participante.

Outro aspecto importante, segundo Mascaro e Redig (2021), é que o foco das ações voltadas para o desenvolvimento real do estudante neurodivergente deve se concentrar nas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de fazê-lo; o tipo de ajuda ou suporte que o estudante com deficiência intelectual necessitar para realizar uma tarefa será o indicativo para o planejamento de ações visando seu desenvolvimento e autonomia; tal caracterização se molda especialmente bem naquela defendida por Vygotsky, já apresentada nesta dissertação. Portanto, é relevante o processo de investigação de práticas pedagógicas personalizadas que visem dar apoio e suporte ao processo de escolarização desse público.

Trata-se, pois, de um desafio particular a personalização do ensino para estudantes com neurotipicidade; entretanto, vale ressaltar que cada um deles é único e, portanto, é necessário adaptar o ensino de acordo com suas necessidades individuais de modo geral.

Algumas estratégias úteis para personalizar o ensino para o estudante participante desta pesquisa foram:

1. Conhecer suas habilidades para poder adaptar o ensino de acordo com elas.
2. Adaptar as estratégias de aprendizagem ao ambiente do estudante, de modo a utilizar materiais de apoio visual com os quais ele possui familiaridade.
3. Usar a tecnologia, como simuladores *online*, para ajudar o estudante a acessar o conteúdo de uma forma, ao mesmo tempo, visual e manipulativa.

Visando promover o desenvolvimento dessa sequência didática, o trabalho foi dividido em quatro etapas:

1. Identificação dos subsunçores relacionados às operações de soma e subtração.
2. Aulas que focam em adição e subtração.
3. Simulações *online* e uso de computadores para ambientação e acesso às intuições dos contextos envolvendo a estática.
4. Produto educacional em ensino de estática.

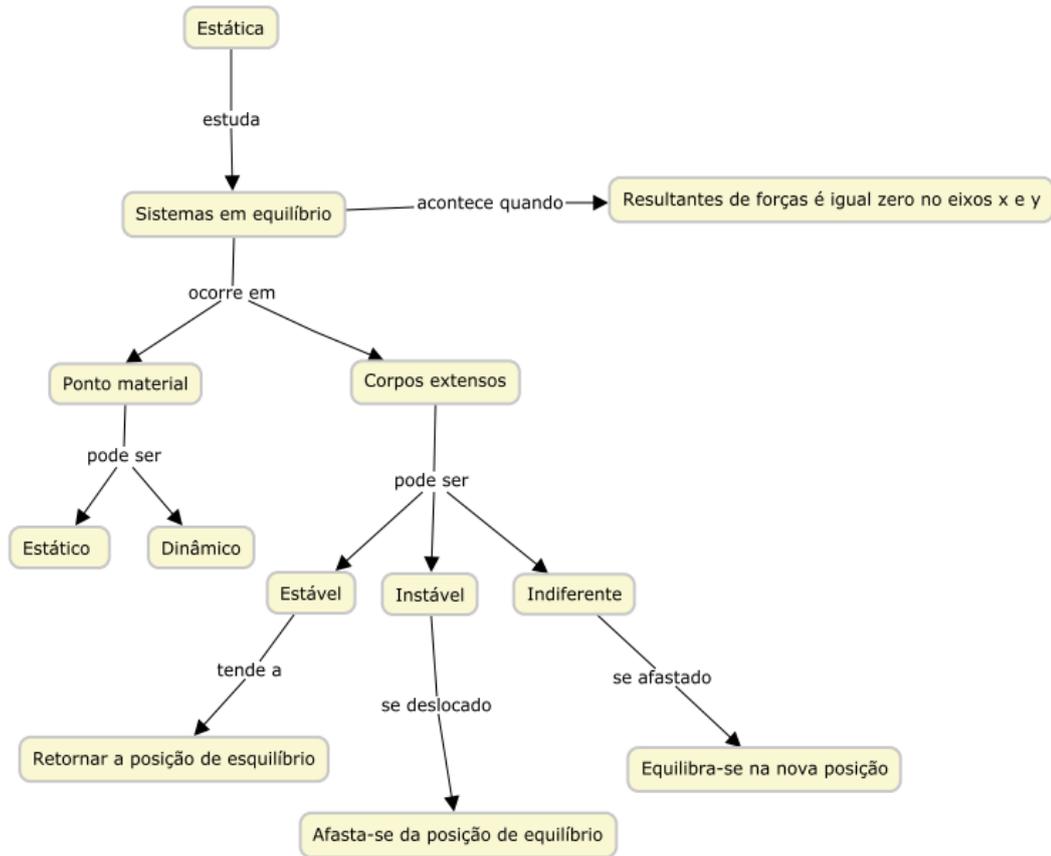
A primeira e a segunda etapa ocorreram entre março e junho de 2022 e tiveram cerca de 25 encontros. No pré-teste de soma e subtração, realizado em função do que foi mencionado no laudo psiquiátrico do estudante (Apêndice F), foi identificado que o estudante detinha conhecimentos básicos relacionados às operações de soma e subtração e que reconhecia os algarismos naturais de 0 a 20.

Na segunda etapa, o ábaco foi utilizado como material de apoio para ensinar soma e subtração. Essa estratégia se mostrou adequada, uma vez que, ao término do período, o estudante conseguia resolver operações envolvendo números até a casa das centenas em ambas as operações. Também foi possível identificar que a fragmentação do processo de resolução facilitou a aprendizagem. O estudante também demonstrou conseguir entender que a operação de soma está relacionada a contar as quantidades envolvidas.

Na terceira parte, o estudante foi instruído a utilizar o computador. A ideia era permitir que o aprendiz tivesse um treinamento para desenvolver as capacidades necessárias para operar em ambientes virtuais.

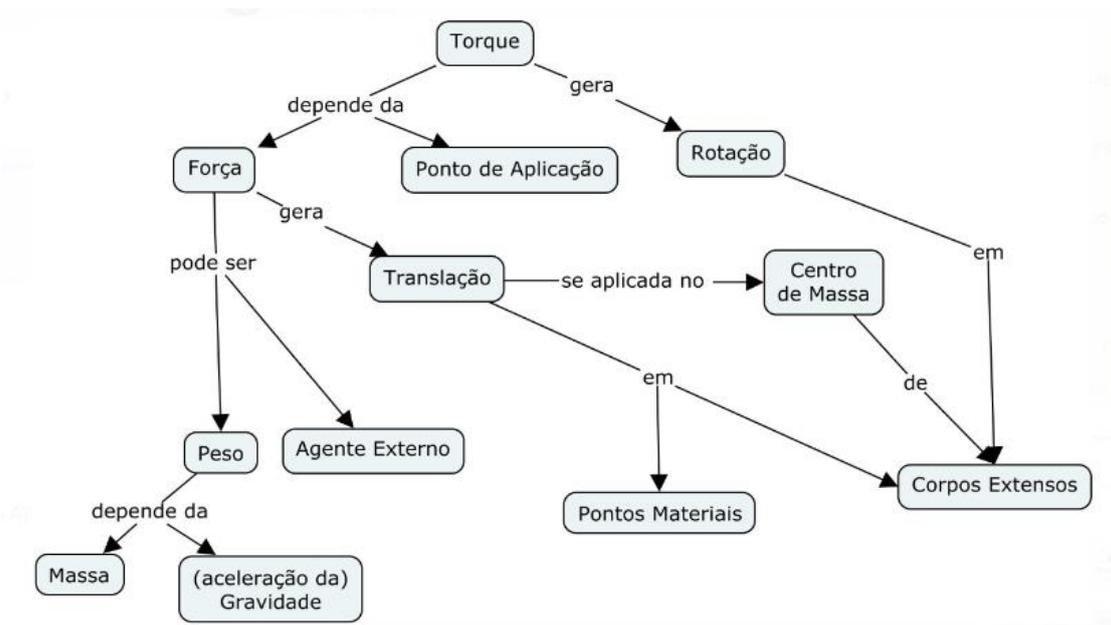
A quarta etapa, que consistiu na aplicação do produto em ensino de estática, iniciou-se com a elaboração de um mapa conceitual sobre o conteúdo de estática em si (Figura 10). A partir desse primeiro mapa foi construído um mapa conceitual dos pré-requisitos, dos quais se pode obter os subsunçores presentes na estrutura cognitiva do estudante e que são necessários para que ele pudesse aprender os conceitos apresentados na Figura 11.

Figura 10 — Mapa conceitual sobre estática



Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 11 — Mapa conceitual dos pré-requisitos para levantamento dos subsunçores



Fonte: Elaboração própria (2023)

Foi igualmente importante elaborar uma matriz de habilidades e competências (Quadro 1) para fornecer um panorama das habilidades e competências que o estudante deve desenvolver ao longo da sequência didática proposta neste produto. Além disso, ele pode ser usado como um instrumento de avaliação do progresso da aprendizagem.

Quadro 1 – Matriz de habilidades e competências

Habilidades Competências		H1	H2	H3	H4
		Identificar informações centrais e periféricas e suas inter-relações	Organizar estratégias de ação e selecionar métodos	Selecionar modelos explicativos, formular hipóteses e prever resultados	Aplicar métodos adequados para análise e resolução de problemas
C1	Compreensão de fenômenos naturais e da produção tecnológica	X	X	X	
C2	Tomada de decisões ao enfrentar situações-problemas		X	X	X
C3	Construção de argumentação consistente			X	X

Fonte: Elaboração própria (2023) com base na matriz de competências e habilidade do Cebraspe para o Programa de Avaliação Seriada (PAS) da Universidade de Brasília (UnB).

Destaca-se que a matriz de habilidades e competências do PAS (Programa de Avaliação Seriada) da UnB difere daquela usada no Enem (Exame Nacional do Ensino Médio) pelo fato de ser abstrata, ou seja, de não vincular as habilidades e competências a um conteúdo específico. Isso significa que qualquer conteúdo pode ser trabalhado a partir de uma ou outra habilidade e competência particular. Isso vinha ao encontro dos interesses da pesquisa pelo fato de se buscar, justamente, estabelecer no estudante todas essas habilidades e competências indicadas no Quadro 1, e não meramente os conteúdos.

Assim, ao contrário da matriz do Enem, que é feita para fins de avaliação, esta matriz foi utilizada para fins de aprendizado. Isso significa que não se sabia, em princípio, de que maneira determinado conteúdo seria apresentado ao estudante, dadas suas características particulares. Desse modo, era necessário manter uma maior flexibilidade na relação das habilidades e competências com o conteúdo a ser efetivamente ministrado, enquanto buscava-se nesse conteúdo, a todo momento, desenvolver uma ou mais habilidades e competências. É

importante assinalar a diferença entre o uso de matrizes de habilidades e competências para um processo avaliativo e seu uso em processos de aprendizagem.

Em seguida, e com base no mapa conceitual representado pela Figura 11, elaborou-se um pré-teste com o intuito de identificar quais subsunçores já faziam parte da estrutura cognitiva do estudante. Destaca-se que devido ao estudante não conseguir ler nem representar seus pensamentos por meio da escrita, o áudio da aplicação do pré-teste e das demais atividades foram gravados e transcritos nesta dissertação.

Outro aspecto importante na construção das perguntas foi estabelecer uma relação entre os subsunçores que se almeja investigar e alguns fenômenos por meio de situações e objetos com os quais o estudante fosse familiarizado. Dessa forma, foram utilizados o espaço escolar e os materiais de seu cotidiano, como bola de futebol, cabo de vassoura, balde e cadeira giratória.

4.2 Local de aplicação

A aplicação desta pesquisa ocorreu no Colégio Estadual Cora Coralina, localizado no município de Águas Lindas de Goiás, entorno do Distrito Federal. A unidade escolar conta com 12 (doze) salas de aulas, refeitório, ginásio, laboratório de ciências e informática, funciona em três períodos, manhã, tarde e noite. O estudante-participante está matriculado na 2ª série 'B' do ensino médio, no turno vespertino.

O desenvolvimento das atividades, entretanto, ocorreu nas salas dos professores, no laboratório de informática e no refeitório. Para preservação da dimensão ética, houve consentimento esclarecido da família e da direção da escola para a aplicação desta pesquisa. O nome do estudante, porém, permanece em sigilo para todos os efeitos.

4.3 Pré-teste

Para as perguntas 1 e 2, apresentadas a seguir, serão usados dois baldes idênticos: um deles terá água até a sua metade e o outro estará vazio. Com isso, espera-se identificar se o estudante consegue distinguir os conceitos de massa e peso. As perguntas são:

1. Estudante, você consegue me dizer qual dos dois baldes têm maior massa? E em relação ao peso, qual deles tem mais?

2. Para qual dos dois você precisa realizar mais força para levantar?

Na pergunta 3, será usada uma bola para identificar os subsunçores relacionados à noção de repouso, movimento, velocidade e aceleração. Inicialmente a bola está em repouso.

3. Qual o estado dessa bola: parada (repouso) ou em movimento? Indique alguma ação que pode mudar essa condição? Realize essa ação e diga se houve mudança na velocidade da bola?

4. Dentro dessa sala, você consegue identificar algum objeto que gire (rotações)? Pode fazê-lo girar?

5. Em que ponto da porta você aplica força para abri-la? Você acha que ficaria mais difícil se você aplicasse força próximo da parede (dobradiça)?

Na pergunta 6, um cabo de vassoura será utilizado a fim de identificar o subsunçor relacionado ao centro de massa e à questão do equilíbrio.

6. Tente equilibrar esse cabo de vassoura em um de seus dedos. Como se chama essa região em que o cabo de vassoura se equilibra? Caso você tente equilibrar o cabo em outra posição, o que acontece? O que ocasiona a queda do cabo?

4.4 Uso de TDIC no ensino de Física

O desenvolvimento das atividades deste produto baseou-se fundamentalmente em Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), uma vez que simulações computacionais e vídeos são ferramentas facilitadoras do aprendizado ao permitirem ao estudante alterar as grandezas físicas envolvidas e observar imediatamente o efeito provocado. Isso facilita o teste de hipóteses e a investigação, aproximando, dessa forma, o aprendiz do que está sendo aprendido.

Destaca-se ainda que a opção pelo uso de TDIC se deu com o objetivo de promover a inclusão digital no processo pedagógico, uma vez que, devido à sua condição social, o estudante participante não dispõe de computador ou celular. Além disso, o Documento Curricular para Goiás (DC-GO) (GOIÁS, 2019), estabelece como uma das habilidades a serem desenvolvidas pelos estudantes, explorar tecnologias digitais da informação e comunicação, compreendendo seus princípios e funcionalidades, e utilizá-las de modo ético, criativo, responsável e adequado a práticas de linguagem em diferentes contextos.

Outra dimensão a ser considerada, como aponta Oliveira (2018), é que o uso das TDIC no ensino de Física também apresenta desafios, como a seleção adequada de recursos tecnológicos que possam contribuir para o desenvolvimento das habilidades e competências desejadas, bem como a necessidade de formação e atualização constante dos professores para a utilização dessas ferramentas, de forma a garantir que elas contribuam efetivamente para o processo de ensino-aprendizagem.

Nesse sentido, buscou-se utilizar dois recursos de TDIC na elaboração das atividades: o portal oficial do Projeto *Physics Educacional Technology* (PhET) (UNIVERSITY OF COLORADO BOULDER, 2023), uma iniciativa da Universidade do Colorado, localizada em Boulder, nos Estados Unidos — o PhET é uma coleção de simulações interativas gratuitas para o ensino e aprendizado de ciências e matemática —; e um vídeo do canal *Aulas4you*, disponível na plataforma de vídeos *YouTube* (AULAS4YOU, 2019), ambos de acesso e execução *online* e gratuita.

A elaboração do roteiro das atividades teve o propósito de nortear o andamento das aulas, pois, como já fora mencionado, o estudante participante não foi alfabetizado. Assim, a aplicação ocorreu em forma de diálogo, no qual o professor apresentava cada situação-problema ou fenômeno físico verbalmente. Com o objetivo de estabelecer uma relação entre as simulações com situações reais, também foram utilizados objetos e materiais presentes no ambiente escolar, tais como: cadeira, porta, caneta e pochete.

A fundamentação para as estratégias utilizadas observou as considerações de Soares *et al.* (2009) e Ferreira *et al.* (2021b). Especificamente com relação aos conceitos físicos envolvidos, foi utilizada a estruturação teórica contida no capítulo 3 desta dissertação, retirando-se, por escopo e alcance, a formalidade matemática associada. Ela, no entanto, é essencial para que a mediação pedagógica fosse cientificamente bem feita, independentemente da especificidade da neurodivergência do estudante investigado.

4.5 Sequência didática

4.5.1 1º ENCONTRO

A primeira aula tem como objetivo levar o estudante a reconhecer quando um objeto está em repouso ou em movimento e relacionar a mudança na posição do móvel no decorrer do tempo ao conceito de velocidade. Para isso, foram apresentadas duas situações problemas no PhET Colorado, simultaneamente; a partir dessas situações, algumas perguntas nortearam o andamento da aula.

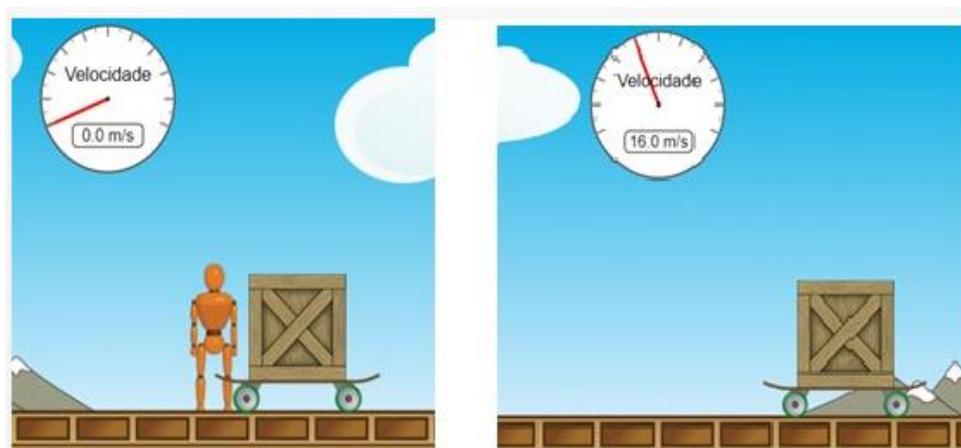
No decorrer da aula, e após a resolução das questões 1 e 2, houve um momento de mediação do professor, objetivando reforçar a compreensão dos conceitos de movimento e repouso e apresentando o conceito de velocidade, assim como relacionando essa grandeza à mudança de posição no tempo. Essa interação entre estudante e professor é um dos importantes aspectos da teoria de Vygotsky relacionado às dimensões das zonas de desenvolvimento real e proximal (FERREIRA *et al.*, 2021b); na perspectiva da TAS,

representa o processo de organização avançada dos subsunçores observados (SILVA FILHO; FERREIRA, 2022). Ressalta-se ainda a importância maior que essa questão tem para estudantes com neurodivergência.

4.5.1.1 Atividade 1

1. Observando a tela da esquerda, diga: a caixa está em repouso ou em movimento? E a caixa que aparece na tela da direita?

Figura 12— Imagens ilustrativas representando telas da esquerda e da direita



Fonte: Aplicativo PhET

2. Observe a caixa na tela direita e explique: por que você sabe que a caixa da direita que está se movendo?

3. Agora eu quero que você identifique na tela da direita em qual velocidade o objeto se encontra. E a velocidade da caixa na tela da esquerda? Pode dizer qual das duas é maior?

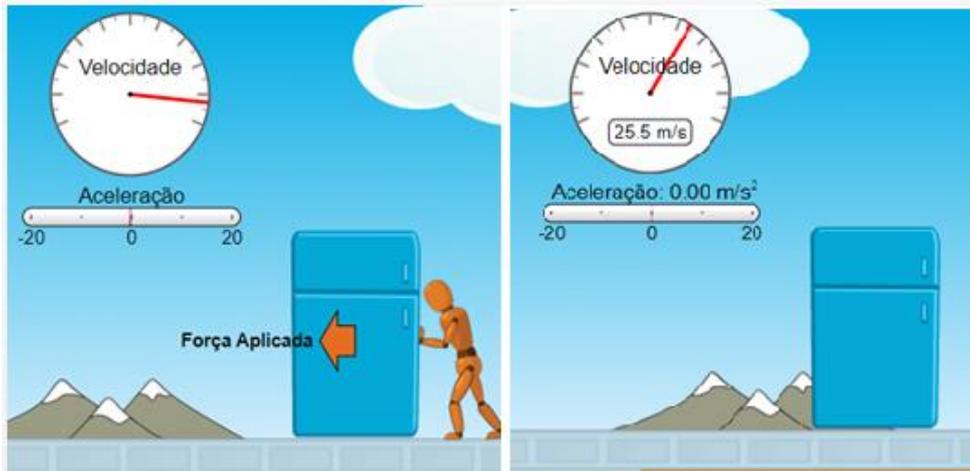
4.5.2 2º ENCONTRO

Neste encontro, o objetivo foi gerar no estudante a capacidade de identificar o efeito causado na velocidade de um objeto quando está sob a ação de uma força. Foram usados dois monitores. Podemos observar na Figura 13 duas imagens que ilustram a situação a ser apresentada ao estudante: na imagem da esquerda, temos um balde sofrendo ação de uma força, o que provoca uma mudança em sua velocidade; na imagem à direita, uma caixa, posicionada sobre o skate, desloca-se com velocidade constante. O objetivo pretendido é que o estudante identifique que a ação de empurrar o balde provoca mudança em sua velocidade.

Roteiro:

1. Olhe para as telas e diga se a geladeira está se movendo. Qual a sua velocidade?
Em qual das duas telas a velocidade da caixa está sofrendo mudança?

Figura 13 — Imagens ilustrativas representando telas da esquerda e da direita

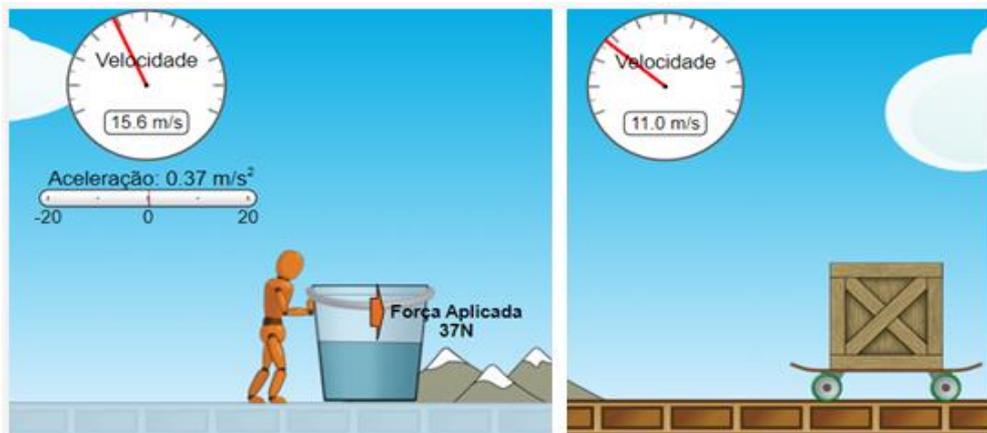


Fonte: Aplicativo PhET

- Mediação do professor sobre o conceito de aceleração.

2. Agora volte a observar as telas da esquerda e da direita. Que objeto você enxerga em cada uma delas? Comece pela esquerda e depois fale sobre o objeto da direita. Agora diga: qual dos dois objetos está sendo acelerado, ou seja, aquele que sua velocidade está sendo alterada? Pode explicar como percebeu isso?

Figura 14 — Imagens ilustrativas representando telas da esquerda e da direita



Fonte: Aplicativo PhET

3. Que tipo de ação você faria para que a caixa na tela da direita pare? Tente explicar.

- Mediação do professor para explicar sobre qual o efeito que uma força.

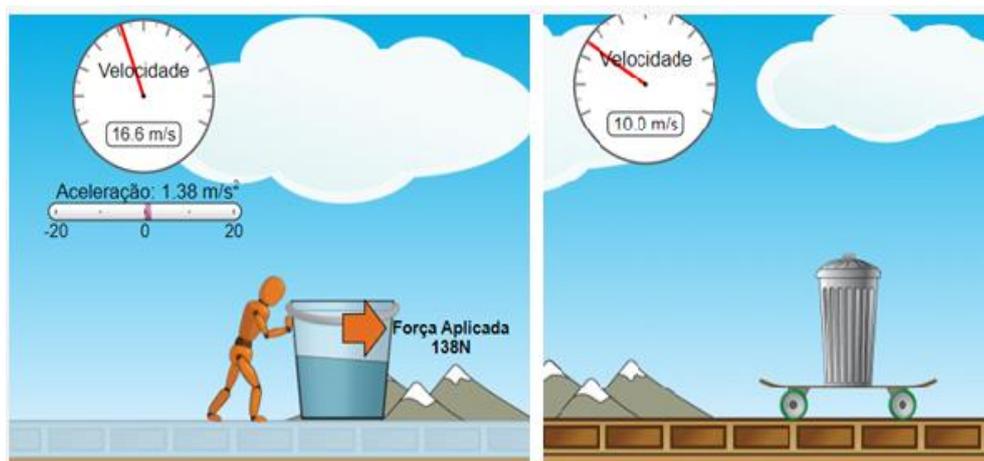
4.5.3 3º ENCONTRO

Roteiro:

No terceiro encontro, o estudante teve que identificar as situações-problemas apresentadas pelo aplicativo PhET Colorado, desenvolvendo o conceito relativo ao efeito provocado na velocidade quando um corpo está sob a ação de uma força, e, assim, aplicar o conceito nuclear de força como ação capaz de provocar aceleração em um objeto com velocidade constante.

1. Observando as telas da esquerda e da direita, em qual das duas o objeto a velocidade não sofre mudança? Em qual a velocidade está mudando?

Figura 15 — Imagens ilustrativas representando monitores da esquerda e da direita



Fonte: Aplicativo PhET

2. Qual o valor da velocidade do objeto da direita? Descreva uma ação, de qualquer natureza, que você faria para mudar a velocidade do objeto que aparece na tela da direita?
3. Na tela da esquerda, a velocidade está aumentando, diminuindo ou é constante? O que está acontecendo para que esse aumento aconteça?
4. Aplique uma força sobre o cesto que aparece na tela da direita. O que aconteceu com a velocidade do cesto?

4.5.4 4º ENCONTRO

Um dos processos de ensino que fazem parte da TAS é a chamada diferenciação progressiva, como já visto. Nesse processo, um subsunçor interage com uma nova informação relevante, resultando assim em um subsunçor mais abrangente. É sob essa perspectiva que a quarta atividade é pautada. O conceito de força é explorado, nas aulas 2 e 3, associado à ação de um agente externo. Neste encontro, a noção de força serve de âncora ao conceito de força peso, sendo o objetivo levar o estudante a reconhecer que a força peso é responsável pela queda dos corpos.

Roteiro:

Assista ao vídeo disponível no site <https://youtu.be/O6mO7yJ0YjU> (AULAS4YOU, 2019). Em seguida, responda às questões de 1 a 3.

1. Qual a velocidade inicial da bola vermelha?
2. Depois de solta, essa velocidade muda? Ela passa a ter aceleração?
3. O que a faz a velocidade de um objeto mudar?

- Mediação do professor sobre força peso. Durante a explicação, foram utilizados objetos para demonstrar como a força peso atua sobre os corpos.

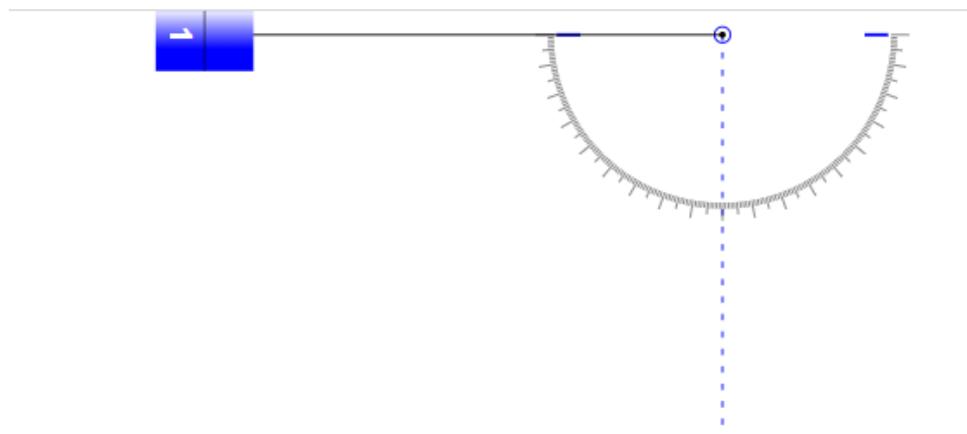
4.5.5 5º ENCONTRO

Esse encontro teve como objetivo apresentar ao estudante o conceito de eixo de rotação em uma situação de movimento rotacional, além de retomar o conceito de força peso, buscando estabelecer uma conexão de causalidade entre os dois. Assim, esperou-se que, ao término da aula, o estudante fosse capaz de identificar o eixo de rotação e relacionar o movimento pendular com a ação da força do peso.

Roteiro:

1. O objeto azul que aparece na tela está em movimento ou repouso? Então, sua velocidade vale quanto? E aceleração?

Figura 16— Imagem de uma das telas mostrando a relação entre o eixo de rotação e a força peso



Fonte: Aplicativo PhET

2. Se ele for solto, o que acontecerá com sua velocidade? Ele passa a ter aceleração nesse caso? O que foi responsável por essa mudança?

- Explicação do professor acerca do movimento rotacional e do eixo de rotação.

3. Observe o ambiente aqui da sala de aula e procure algum objeto que possa ser rotacionado e o faça?

4. O que você precisou fazer para fazê-lo girar?

4.5.6 6° ENCONTRO

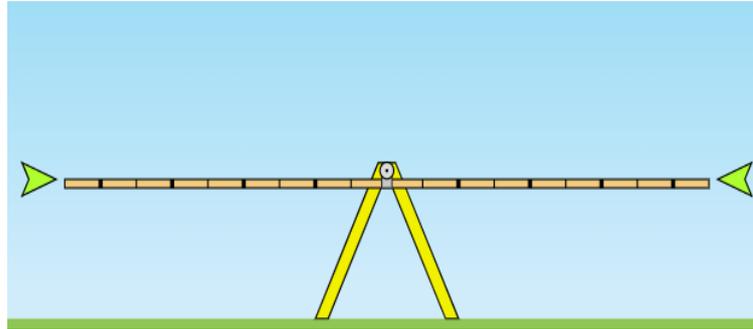
No sexto encontro, foram apresentadas simulações com o objetivo de demonstrar a influência que a distância entre o ponto de aplicação da força do eixo de rotação provoca no movimento de uma balança. Foram exploradas situações-problema que levassem o estudante a perceber e prever quais as diferenças no movimento rotacional que a mudança na posição do ponto aplicação da força peso provoca.

Objetivo:

Reconhecer que a distância para o eixo de rotação influencia o movimento rotacional do balanço.

1. Identifique o eixo de rotação no balanço, em seguida diga se ele está em repouso ou em movimento? Qual sua velocidade?

Figura 17— Imagem ilustrativa da influência do eixo de rotação no movimento de um balanço



Fonte: Aplicativo PhET

2. Caso o extintor seja posto no lado direito o que será observado? Coloque o extintor e em um dos lados do balanço e diga se acertou.

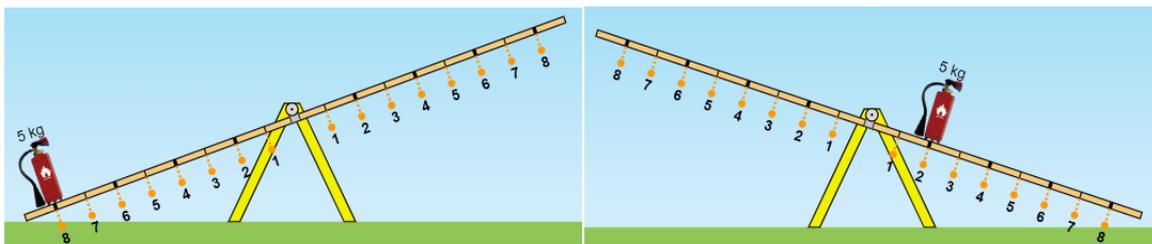
3. Nesse caso, houve mudança na velocidade?

4. O que foi responsável por essa mudança na velocidade?

- Mediação do professor sobre torque.

Para responder às questões 5 e 6, observe o movimento do balanço na tela da esquerda e depois na tela da direita.

Figura 18— Imagem ilustrativa das telas da esquerda e da direita representando a influência do eixo de rotação no movimento de um balanço



Fonte: Aplicativo PhET

5. Em qual das telas o objeto está mais distante do eixo de rotação?

6. Em qual das duas telas a balança chega ao chão primeiro? Consegue explicar por que isso acontece?

4.5.7 7º E 8º ENCONTROS

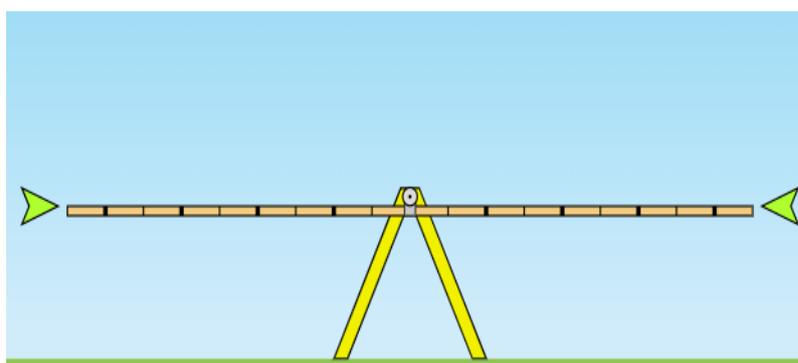
O sétimo e o oitavo encontro versaram acerca dos mesmos objetivos. Contudo, no primeiro, o estudante foi exposto a situações-problemas no PhET e foi esperada dele a

capacidade de elaborar proposições que estabelecessem o equilíbrio em um sistema de balanço virtual.

4.5.7.1 7º Encontro

1. Identifique o eixo de rotação no balanço, em seguida diga se ele está em repouso ou em movimento? Qual a sua velocidade?

Figura 19— Imagem ilustrativa do eixo de rotação de um balanço



Fonte: Aplicativo PhET

2. Se colocarmos um objeto no lado esquerdo do balanço, o que acontecerá nele? E do lado direito?

3. Depois que colocamos o objeto do lado esquerdo, houve mudança na velocidade da barra? Se sim, o que foi responsável por essa mudança?

4. Pense em alguma ação para que o balanço volte a ter os dois lados na mesma altura.
- Mediação do professor sobre equilíbrio

4.5.7.2 8º Encontro

Já no oitavo encontro, buscou-se transpor as habilidades e competências desenvolvidas na aula anterior para uma situação real. Para isso, foi usada uma balança numérica e problemas que exigiam do estudante a capacidade de identificar as condições necessárias para estabelecer o equilíbrio na balança numérica. Tendo como objetivos reconhecer que a força peso é responsável pela rotação da balança e identificar condições para que uma balança fique em equilíbrio.

1. Identifique o eixo de rotação na balança, em seguida diga se a balança está em repouso ou em movimento?

Figura 20 — Balança utilizada na atividade 8 da sequência didática



Fonte: Elaboração do autor (2023)

1. Coloque uma peça no número 10 do lado direito da balança. O que aconteceu? Qual foi a força responsável por esse fenômeno? Se essa mesma peça for tirada da posição 10 e posta na posição 5 do mesmo lado, a balança vai ficar mais perto do chão ou mais distante? Faça o teste e veja se acertou.

2. Se uma peça azul for colocada no número 8 do lado direito da balança, o que será observado? A balança ficará em equilíbrio? Coloque a peça no número 8 e diga se acertou.

3. Mantenha a peça azul na posição 8 do lado direito da balança. Agora responda se a balança ficará em equilíbrio caso outra peça azul seja posicionada no número 4 do lado esquerdo. Após responder, faça o teste.

4. Retire a peça azul posta do lado esquerdo da balança mantendo a peça na posição 8 do lado direito, em seguida escolha um lado e uma posição para colocar uma peça azul de forma que a balança fique em equilíbrio.

5 RESULTADOS E ANÁLISE

Nesta seção, será apresentada a análise dos resultados obtidos na pesquisa. Ressalta-se que tal apresentação será feita sob uma perspectiva qualitativa, buscando relacionar os resultados encontrados ao referencial teórico adotado, a fim de avaliar o quão efetivas as estratégias foram em promover o desenvolvimento do estudante. Para tanto, serão observados: a interação do estudante com as ferramentas didáticas utilizadas, sua capacidade em transpor os conceitos aprendidos no ambiente virtual para situações reais e quais caminhos ele utilizou para solucionar os problemas propostos. Nesse sentido, a ênfase será no processo e não apenas no resultado.

5.5 Aplicação do pré-teste

O objetivo das questões 1 e 2 foi identificar se o estudante conseguia diferenciar massa e peso e perceber a relação que essas propriedades têm com a força. Isso foi feito usando dois baldes idênticos colocados lados a lado, o da direita contendo água e o da esquerda mantido vazio. Inicialmente, solicitou-se ao estudante que identificasse qual balde estava vazio e qual continha água. Em seguida, duas perguntas foram feitas: a primeira, para identificar se o estudante conseguia distinguir qual dos dois tinha mais massa, e a segunda para que elaborasse uma hipótese que inferisse sobre em qual dos dois baldes ele precisaria fazer mais força para erguer.

Como se pode ver no trecho do diálogo descrito a seguir, o estudante (sempre identificado por este termo na transcrição, para preservação do sigilo) conseguiu reconhecer que o balde com água tinha mais massa:

Prof.: Ótimo, Estudante. Agora eu queria que você me dissesse qual dos dois, sem pegar neles por enquanto, tá bom? Eu quero que você me diga qual dos dois tem mais massa?

Estudante: Acho que é esse, né?

Prof.: Esse é qual deles? O da direita ou da esquerda?

Estudante: Da direita.

Prof.: Esse aqui tem mais massa?

Estudante: É!

Na segunda questão, a proposta era verificar se ele conseguia associar que, para mover o balde com mais massa, seria necessário realizar mais força, primeiramente de maneira intuitiva, ou seja, sem tentar erguer os baldes, em seguida conferido empiricamente se sua resposta estava certa ou errada. Notou-se que o estudante foi capaz de inferir qual seria o balde sobre o qual ele teria que realizar mais esforço; além disso, também se observa sua

capacidade de elaborar hipóteses sobre situações reais a partir de seus conhecimentos prévios, como mostra o diálogo:

Prof.: Ótimo! É... Continua sem levanta-los. Tá bom? Você consegue me dizer em qual dos dois você faz mais força para levantar?

Estudante: Mais força?

Prof.: É.

Estudante: Esse não faz muito não (ininteligível).

Prof.: Esse aqui qual é? Da esquerda?

Estudante: Da esquerda (ininteligível).

Prof.: Esse aqui qual é?

Estudante: Da direita.

Prof.: Da direita. Ótimo.

Prof.: Tenta aí e me responde se você acha se você tá certo ou não. Levanta os dois e veja se você está certo ou errado.

Estudante: Eu levantei não, né? (ininteligível).

Prof.: E aí? Qual dos dois você está fazendo mais força? O da direita ou da esquerda?

Estudante: Da direita.

Prof.: Muito bom, Estudante. Ótimo!

Na terceira questão, era preciso diferenciar a condição de repouso e movimento de uma bola, além de indicar uma ação que alterasse seu estado de repouso. Durante o desenvolvimento da atividade, vimos o estudante utilizar sua estrutura cognitiva para construir caminhos de confluência, de modo a responder à questão superando sua dificuldade linguística. Isso ocorreu quando questionado sobre qual ação ele poderia realizar para colocar a bola em movimento. Em determinado momento do diálogo ele responde: “brincar com ela assim” associando a essa fala um movimento com as mãos.

Possivelmente, faltou a ele vocabulário para expressar sua intenção de utilizar as mãos para movimentar a bola. Destaca-se a importância de ter havido alguém mais experiente envolvido, nesse caso o professor, que atuou como mediador, oferecendo ao estudante estímulos de modo a facilitar a comunicação. Isso pode ser observado nas seguintes falas:

Prof.: Muito bom! E... você consegue me dizer alguma ação que você consiga fazer para alterar essa condição dela de ficar parada, mudar isso?

Estudante: Só se... (ininteligível).

Prof.: Você consegue me dizer o que você consegue fazer para tirar ela desse estado de parada?

Estudante: Ahn... (ininteligível) com o pé com a mão?

Prof.: Você que sabe... eu só quero que você me diga o que que é que você faria. Como você faria para tirar ela dessa condição aqui?

Estudante: (ininteligível) brincar com ela assim... (ininteligível).

Prof.: O que que é isso aí que você está gesticulando com a mão?

Estudante: É jogar (ininteligível) com a mão... com a mão.

Prof.: Jogar ela com a mão? Pode ser com o pé também né? (...) com o pé (...) Com o pé, né...

Ao final da questão, o estudante mostrou compreensão de que a bola estava parada e que ele poderia “jogar ela com a mão” para mudar sua velocidade. Ele também mencionou

que a velocidade da bola era zero antes de chutá-la e que ela ficou mais “ligeirinha” depois do chute. Isso indica sua capacidade em reconhecer que o chute fez com que a bola ganhasse velocidade.

Para a quarta questão, exigiu-se do estudante que ele procurasse no ambiente (sala dos professores) algum objeto que rotacionasse. Inicialmente, ele demonstrou alguma dificuldade em compreender a pergunta e respondê-la, mas após a reformulação da pergunta pelo professor, ele conseguiu identificar que a cadeira em que ele estava sentado girava.

Prof.: É... Você consegue me dizer aqui dentro dessa sala algum objeto que rotacione.

Estudante: (ininteligível)

Prof.: Dentro dessa sala aqui... que gire.

Estudante: (ininteligível).

Prof.: É...

Estudante: Gira... gira o que aqui?

Prof.: É... você consegue olhar uma coisa aqui em volta e me dizer se... alguma coisa aqui gira

Estudante: (ininteligível) gira? Não sei o que gira...? (ininteligível) Gira, ah! A cadeira. A cadeira gira.

Prof.: A cadeira gira?

Estudante: A cadeira gira.

Prof.: Ah... muito bom! A cadeira gira, né? Pode girar a cadeira aí.

Como o objetivo da quinta questão era identificar se o estudante conseguia ter a percepção de que, ao tentar abrir a porta usando a maçaneta, ele realiza menos esforço do que aplicando força próximo à dobradiça, realizaram-se duas explicações para facilitar sua compreensão: a primeira foi que a dobradiça é a peça mecânica responsável por permitir a rotação da porta; a segunda foi relacionada à maçaneta funcionando como o ponto de aplicação da força para abrir a porta.

Ficou evidente sua noção sensorial sobre aplicar mais ou menos esforço, de acordo como ponto de aplicação da força, pois ele percebeu que abrir a porta utilizando a maçaneta é mais fácil do que aplicando força próximo à dobradiça.

Prof.: Aí você acha que ali (maçaneta) seria mais fácil ou mais difícil abrir a porta?

Estudante: Aqui? (maçaneta).

Prof.: É!

Estudante: (barulho de porta) (ininteligível) É difícil ou é fácil?

Prof.: Eu quero que você tente me responder.

Estudante: Fácil, né?

Prof.: É mais fácil?

Estudante: É!

Prof.: Quer tentar fazer o teste?

Estudante: Aham...

Prof.: Abre a porta é... fazendo força aqui na maçaneta.

Estudante: Abre ela?

Prof.: Isso...

Estudante: Todinha... né?

Prof.: Toda. Agora fecha ela (barulho de porta). E agora, Estudante. Não totalmente... Eu quero que você tente abri-la, mas fazendo força aqui na dobradiça).

Estudante: Ah! Aqui...
Prof.: É... você vai aplicar a força nesse ponto aí...
Estudante: Aqui né?
Prof.: E vai me dizer se ficou mais fácil ou mais difícil?
Estudante: (barulho de porta) (ininteligível).
Prof.: Não usa a outra mão (para abrir a porta)! Só aí.
Estudante: Só aqui né?(próximo à dobradiça)
Prof.: Só aí!
Estudante: Abriu só um pouquinho.
Prof.: Então ficou mais fácil ou mais difícil?
Estudante: Mais difícil.

A questão seis teve como objetivo investigar os subsunçores relacionados ao equilíbrio e ao centro de massa. Para isso, solicitou-se ao estudante que equilibrasse em um de seus dedos o cabo de um rodo. Como pode ser observado no diálogo a seguir, o estudante conseguiu equilibrar o cabo, além de prever o que aconteceria se a posição do cabo fosse alterada. No entanto, ficou evidente que o estudante não relaciona ao centro de massa a região do cabo usada para equilibrá-lo.

Prof.: Estudante, como é o nome disso aqui que você está segurando?
Estudante: (ininteligível).
Prof.: Ele tá completo?
Estudante: Não. Tá não.
Prof.: Tá só o cabo do rodo.
Estudante: Só o cabo.
Prof.: Isso... O que que eu quero que você tenha que fazer, Estudante. Eu quero que você tente equilibrar esse cabo em um dos seus dedos (transcorre um tempo). Tá achando fácil ou difícil, Estudante?
Estudante: É difícil (transcorre um tempo) (ininteligível).
Prof.: Conseguiu?
Estudante: Consegui... (ininteligível).
Prof.: Isso... muito bem! Conseguiu mesmo. Estudante, você sabe como se chama essa região onde você está equilibrando o cabo de vassoura... o rodo?
Estudante: Equilíbrio... equilíbrio.
Prof.: Aham... Depois a gente vai discutir isso melhor, tá bom? Agora, me responde uma pergunta, se você tentar equilibrar o rodo, em outra... e colocar o cabo em outra posição, o que vai acontecer com ele?
Estudante: Ele cai.
Prof.: Exatamente, Estudante, ele cai.

5.6 1º encontro

No primeiro encontro, foram utilizadas TDIC para facilitar a compreensão do conceito de velocidade. Isso foi feito apresentando duas situações ao estudante, uma mostrando um objeto em repouso e a outra mostrando um objeto em movimento retilíneo uniforme (MRU), em monitores distintos, de modo a permitir ao estudante visualizar as duas situações simultaneamente. O intuito dessa estratégia foi exigir do estudante que relacionasse seus conhecimentos prévios sobre repouso e movimento às situações representadas pelas simulações. Extraí-se do diálogo que o estudante obteve êxito.

Prof.: Eu quero que você me diga agora se no monitor da esquerda o objeto está parado ou ele está em movimento, Estudante. O da esquerda.

Estudante: Da esquerda, né?

Prof.: É.

Estudante: Ele está parado.

Prof.: O da esquerda está parado, né?

Estudante: É.

Prof.: Agora, olha para a tela da direita.

Estudante: Direita.

Prof.: Ele está parado, em repouso ou ele está em movimento, Estudante?

Estudante: Ele está em "em movimento".

Prof.: Ele está em movimento. Ótimo.

Para introduzir o conceito de velocidade, o estudante foi estimulado a explicar o que caracterizava o skate em movimento. A partir desse estímulo, o estudante conseguiu associar esse estado ao que ele chamou de "mudança do *chão*". Essa "mudança do *chão*", dita por ele, pode ser interpretada como sendo a mudança na posição que ocorre no decorrer do tempo, sendo essa a ideia central no conceito de velocidade.

Prof.: Qual a característica que ele tem que te faz acreditar que ele está se mexendo?

Estudante: Que o skate está andando e ele tá se mexendo.

Prof.: O que é que está se mexendo? Como é o nome do disco que está se mexendo que você está olhando aí no monitor? É o quê?

Estudante: É o negócio que está virando assim, ó. Vira assim, ó. Andando só com o ar.

*Prof.: O nome disso aí é *chão*, né?*

*Estudante: É *chão*.*

Prof.: Não é onde você pisa?

Estudante: É.

Prof.: Então, o piso está se movimentando, é isso?

Estudante: É, está se movimentando.

Prof.: Exatamente. Ok. Então, qual é o que está se movimentando? O skate da direita ou da esquerda?

Estudante: Da direita.

Prof.: Muito bom, Estudante. Excelente. Estudante, o que você me explicou aí agora está associado a um conceito que a gente chama de velocidade.

Estudante: Velocidade.

5.7 2º encontro

O objetivo do segundo encontro era levar o estudante a identificar que a mudança na velocidade é interpretada como sendo a grandeza física chamada aceleração, e que sua causa está relacionada à aplicação de uma força. Percebe-se, no trecho do diálogo a seguir, que o estudante foi capaz de identificar em qual das duas situações o objeto estava acelerado, além de ser capaz de relacionar esse fato à mudança no valor da velocidade, o que corrobora o seu entendimento sobre aceleração.

Prof.: Em qual dos dois, qual dos dois objetos, da esquerda ou da direita, existe a aceleração? Lembra? A aceleração é o quê? É quando a velocidade muda.

Estudante: Muda.

Prof.: *Qual dos dois tem aceleração? O da esquerda ou o da direita? Primeiro olha para o da direita e me diz, a velocidade está mudando?*

Estudante: *Tem 16 e 8 ali.*

Prof.: *Está mudando?*

Estudante: *Não.*

Prof.: *Pode falar perto do microfone.*

Estudante: *Não está mudando.*

Prof.: *E a velocidade do monitor da esquerda? Está mudando ou não?*

Estudante: *Da esquerda está mudando.*

Prof.: *Então, significa dizer que qual dos dois tem aceleração?*

Estudante: *É o da esquerda que tem aceleração.*

Prof.: *Isso, muito bem.*

Estudante: *Como é que você percebeu isso, Estudante?*

Prof.: *Que o da esquerda tem aceleração?*

Estudante: *É que ele está certo, a terra está levando e o número está mudando.*

Prof.: *E esse número representa quem? A... A, V?*

Estudante: *A velocidade. Velocidade.*

Prof.: *Isso, muito bom, Estudante.*

Em outro momento foi solicitado ao estudante que explicasse como faria para parar (desacelerar) uma pochete que foi posta em movimento pelo professor. Suas respostas foram: “empurrando ela” e “segura assim”, em seguida, quando foi questionado o que essas ações representavam, o estudante usou a expressão “paração”. De fato, a palavra “paração”, dentro do contexto em que foi utilizada, substitui (em termos de significado) o substantivo força, pois seu sentido foi explicar uma ação capaz de parar a pochete.

Essa solução encontrada pelo estudante para explicar sua resposta é uma representação dos caminhos da confluência propostos por Vygotsky (1997), pois, de certo, isso mostra a maneira encontrada por ele para superar suas dificuldades linguísticas.

Prof.: *Por exemplo, agora aqui, olha. Isso aqui é o que eu estou mexendo?*

Estudante: *É uma pochete.*

Prof.: *É uma pochete, né?*

Estudante: *Pochete.*

Prof.: *Então, eu quero que você pare ela. Como é que você vai parar ela?*

Pode fazer aí se quiser. Como é que você faria?

Estudante: *Aí faz assim, né? E eu estou empurrando ela.*

Prof.: *Eu quero que você me diga como você faz para pará-la.*

Estudante: *Ah, aí segura assim, ó. Aí ela parou.*

Prof.: *Isso que você fez agora aqui, segurar a pochete, o que significa isso? O que você está fazendo... uma?*

Estudante: *Paração.*

Prof.: *Uma paração? É, como é o nome dessa paração que você falou aí?*

Estudante: *Uma comparação.*

Prof.: *Não, não. Comparação não. Vamos lá para a palavra que você usou. Você usou paração.*

Estudante: *Paração.*

Prof.: *Isso, então você aplicaria, essa ação aí de colocar a mão sobre ela. Não foi isso que você fez?*

Estudante: *Foi.*

Prof.: *E isso aí é você aplicar uma força.*

Estudante: *Uma força.*

5.8 3º encontro

De modo análogo aos dois primeiros encontros, no terceiro encontro recorreu-se à estratégia de estimular o estudante a perceber as diferenças existentes entre duas situações, ambas apresentadas por meio de simulações e simultaneamente. O objetivo do estudante era identificar que a força é a grandeza capaz de promover mudança na velocidade.

Dessa forma, foram apresentadas a ele duas situações: no monitor da esquerda um balde sendo empurrado, enquanto no monitor da direita um cesto de lixo sobre um skate em MRU. A partir dessas situações, foram feitas algumas perguntas e, é importante destacar que, durante o processo, surgiu a necessidade de reformulá-las a fim de potencializar a compreensão do estudante. Nota-se, no trecho do diálogo a seguir, que a estratégia foi eficaz, pois, ele foi capaz de usar a ideia de força para propor uma ação que fizesse com que a geladeira desacelerasse.

Prof.: *O que você faria aí para mudar essa velocidade, Estudante?*

Estudante: *Para ela parar, né?*

Prof.: *Você pode fazer com que ela pare, mas para ela parar você tem que aplicar o que sobre ela? O que que muda a velocidade?*

Estudante: *Ela fica a zero.*

Prof.: *Isso, ela vai para zero se ela parar, ótimo. Mas me diga o que é que muda a velocidade dela? Como é que a gente pode fazer com que ela muda? O que eu aplico sobre a geladeira para alterar essa velocidade dela para zero? É uma?*

Estudante: *É uma "volicidade".*

Prof.: *Não, velocidade é o que ela tem, você já falou que ela tem.*

Estudante: *Ah!*

Prof.: *Lembra da cadeira ali, se você quiser tirar a cadeira que estava ali atrás, você falou isso na outra aula. O que você aplica sobre a cadeira? Uma?*

Estudante: *Uma... Pá... Uma... Uma autorização?*

Prof.: *Não, autorização não, Estudante. Lembra? Você faz o que? Como é que você faria para trazer ela para cá?*

Estudante: *É... Puxa ela aí uma força. Uma força.*

Em outro momento da aula, após ser questionado sobre o que muda a velocidade, o estudante novamente conseguiu responder que aplicando uma força sobre a lixeira sua velocidade sofreria mudança, em seguida relacionou aceleração com algo causado pela força.

Prof.: *Para mudar a velocidade, a gente aplica o quê?*

Estudante: *Quando puxa, né?*

Prof.: *Você puxa, como é o nome dessa ação?*

Estudante: *Puxar.*

Prof.: *Puxar.*

Estudante: *Puxar é um? É uma?*

Prof.: *É uma... Uma f...*

Estudante: *Uma força. Puxar é uma força, é um puxar.*

Prof.: *Exatamente, você teve que aplicar sobre a lixeira uma?*

Estudante: *Uma força.*

Prof.: *Exatamente! Essa força provocou uma? A?*

Estudante: *Aceleração.*

5.9 4º encontro

No quarto encontro, o estudante tinha como objetivo reconhecer que a força peso é responsável pela queda dos corpos. Como estratégia, foi utilizado um vídeo que mostra a queda de uma bola de boliche e de uma pena (AULAS4YOU, 2019). A partir do vídeo, foram feitas perguntas sobre os conteúdos abordados nos encontros anteriores para relacioná-los ao conceito tema da aula.

Pode-se extrair do diálogo a capacidade do estudante de identificar a velocidade da bola, reconhecer que após solta estará sujeita a uma aceleração e que uma força foi responsável por essa aceleração⁵. É importante destacar que as respostas foram dadas antes do vídeo ser apresentado a ele, o que demonstra a sua capacidade de utilizar os conceitos apreendidos para elaborar hipóteses.

Prof.: Essa bola ela está parada ou em movimento?

Estudante: Ela tá parada.

Prof.: Quando um objeto está parado qual é a velocidade que ele tem?

Estudante: É uma velocidade.

Prof.: Não. Qual é a velocidade de quem tá parado?

Estudante: É zero.

Prof.: Isso. A velocidade é zero. Agora, o quê que a gente vai fazer: vamos soltar essa bola vermelha e essa pena aí. O quê que vai acontecer, Estudante, quando a gente soltar, ela vaiii?

(Silêncio)

Estudante: Uma força.

Prof.: Não. Não. Quando você solta alguma coisa o quê que acontece com isso que você soltou?

Estudante: Ela cai.

Prof.: Ela cai. Se ela cai, a velocidade dela vai mudar?

Estudante: Vai.

Prof.: Vai mudar. Se velocidade muda significa dizer que ela tem o que? Umaa?

Estudante: Uma volicidade.

Prof.: Não. A velocidade ela tem. Ótimo. Agora, se a velocidade muda ela passa a ter uma?

Estudante: Uma força.

Prof.: Não. Ainda não. Não é que ela passa a ter uma força.

Estudante: Ahh... um outro nome é...

Prof.: Isso. Que nome é esse que ela passa a ter?

Estudante: ...Puxa... puxa

Prof.: Não é bem esse ainda. Vai lá. Começa com A.

Estudante: (Risos) Aceleração.

Prof.: Isso. Ela passa a ter uma: aceleração. Agora, o que é que provoca essa aceleração?

Estudante: Uma força.

Prof.: Exatamente. Aí sim. É uma força, tá!?

⁵ Nota-se a diferença quanto ao grau de abstração envolvido nas duas situações. Na inicial, a força é visualizável a partir de ações do próprio estudante. Na situação da ação da gravidade, trata-se de uma força “invisível”, que não é realizada por uma pessoa, mas que age continuamente.

Após a apresentação dos vídeos, o professor realizou uma breve explanação sobre força peso, relacionando-a com a queda dos objetos. Em seguida, apresentou uma situação real e fez perguntas relacionadas ao objetivo da aula.

Prof.: *Vamos lá. Vou pegar esse objeto aqui. Que objeto é esse aqui? É uma?*

Estudante: *É uma.*

Prof.: *Fala alto, tá bom?*

Estudante: *Uma tampa, uma tampa.*

Prof.: *Isso. Isso aqui é uma tampa. Uma tampa de um pincel. Que a gente faz o que com esse pincel?*

Estudante: *ele escreve no quadro.*

Prof.: *Exato. É a tampa dum pincel que escreve no quadro. Muito bem. Olhando pra ele aqui agora: eu tô segurando ele, certo?*

Estudante: *certo.*

Prof.: *o que que vai acontecer se eu soltar a tampa desse pincel*

Estudante: *È... vai cair.*

Prof.: *Ela vai cair. E quem é que vai fazer com que esse pincel caia?*

Estudante: *É... vai... uma,ua,ua aceleração.*

Prof.: *Ele passa a ter a aceleração porque,*

Estudante: *ele passa aceleração.*

Prof.: *Ele passa a ter aceleração porque a velocidade mudou, num é? Agora a velocidade dele é quanto?*

Estudante: *... é zero.*

Prof.: *É zero. Ele tá parado, então, né? Quando eu soltar ele passa a ter velocidade, num passa?*

Estudante: *Passa.*

Prof.: *Então, ele tem uma aceleração como você disse. Mas quem é que provoca aceleração?*

Estudante: *Uma força.*

Prof.: *Isso. É uma força. Né? E que força é essa?*

Estudante: *...uma ace, uma ace*

Prof.: *Uma força? É a força? Peso.*

Estudante: *Peso, peso.*

Prof.: *É a força peso. Nós falamos dela agora a pouco. É a força peso. Essa força peso faz com que as coisas... caiam e elas caem pra onde?*

Estudante: *pro chão.*

Prof.: *Exatamente. Então sempre que alguma coisa tá indo em direção ao chão, tá caindo em direção ao chão, é porque qual força tá agindo? A força?..*

Estudante: *... a forçaaaa...*

Prof.: *Peso.*

Estudante: *peso, peso.*

Nota-se que o conceito de força peso ainda não está bem-organizado na estrutura cognitiva do estudante. Isso pode ser evidenciado pelo fato de que em nenhum momento ele manifestou espontaneamente que a força peso é a responsável pela queda da tampa de pincel usada na situação proposta, o que pode estar relacionado a esse ter sido seu primeiro contato com o conceito de força peso. Portanto, percebe-se aqui a necessidade de inseri esse conceito novamente nos próximos encontros (ver também a nota de rodapé sobre o caráter altamente abstrato do conceito).

5.10 5º encontro

No quinto encontro, recorreu-se à simulação “laboratório do pêndulo” para apresentar o conceito de eixo de rotação, além de associar o movimento rotacional do pêndulo à ação da força peso. No início da aula, foi solicitado ao estudante que identificasse os elementos que compõem a simulação. O estudante também foi desafiado a prever o que aconteceria se o pêndulo fosse solto. Notou-se, ao longo da aula, que não apenas ele foi capaz de prever corretamente o resultado, como conseguiu associar os conceitos de velocidade e força peso corretamente.

Prof.: como a velocidade não muda a aceleração é zero. Agora deixa eu te fazer uma pergunta Estudante. E a força? O que vai acontecer com ele? Se eu soltar esse objeto aqui.

Estudante: Aí vai ter a velocidade.

Prof.: Aí ele passa a velocidade. Então a velocidade dele é zero e ele passa a velocidade. Então se a velocidade dele está mudando, é porque alguma coisa está agindo sobre ele. Como é o nome disso que age e provoca essa mudança na velocidade?

Estudante: A velocidade dele é a força.

Prof.: E que força é essa? Você lembra que força é essa?

Estudante: A força do peso.

Prof.: A força do peso, exatamente. A força peso, ótimo.

No momento seguinte, ele também foi capaz de identificar o ponto fixo (eixo de rotação) da simulação, sendo que, após o professor pedir para que ele identificasse no ambiente algum objeto que girasse, o primeiro objeto para o qual o estudante apontou foi um climatizador; ocorre que nesse climatizador não havia uma hélice aparente. O estudante, então, foi avisado que não seria esse um caso. Curiosamente, durante as transcrições, o autor percebeu que, possivelmente, o estudante estivesse associando a função do climatizado (ventilar) com um ventilador, pois, até pouco tempo atrás, sua sala de aula tinha um, e o seu eixo de rotação era bem aparente.

A abordagem metodológica adotada neste trabalho visou estabelecer uma conexão entre os conceitos a serem ensinados e situações próximas à realidade do estudante, buscando assim tornar seu aprendizado mais significativo. Isso exige que o professor procure entender quais relações estão sendo feitas pelo estudante. Nessa situação em específico, o desenvolvimento do estudante não foi comprometido (talvez tenha se desenvolvido de forma menos rica), pois, na mesma aula, ele demonstrou ser capaz de identificar o eixo de rotação em outros objetos, como mostra o trecho do diálogo a seguir:

Prof.: Por exemplo: quando eu... Você consegue identificar alguma coisa aqui nessa sala que rotaciona? Só que gira.

Estudante: Aqui está ali, aqui na nossa frente. O que é a máquina? Aquela ali está atrás do vidro ali.

Prof.: Não, aquela ali não. Ele é um climatizador. O climatizador,

Estudante: Que ele é um ationador.

Prof.: Olha só que a tela desse computador, você está vendo que ela gira ali? Me diz onde é o eixo de rotação dessa tela do computador.

Estudante: Ai, você que empurre, ela gira.

Prof.: Ela está girando, está vendo aqui? Lembra até o movimento do objeto? Me mostra onde é o eixo de rotação dessa tela. O que é que permanece fixo? Vou colocar de lado aqui. O que permanece fixo quando eu estou girando a tela, Estudante?

Estudante: A gir.

Prof.: O que permanece fixo aí vai nesse movimento? Você consegue identificar? É em torno desse ponto fixo que a tela gira. Então, foi fixo.

Estudante: Ponto fixo.

Prof.: Isso, ponto fixo. Você consegue identificar aí? Não precisa tentar explicar para mim o que é não, só identifique.

Estudante: Esse.

Prof.: Pode apontar de novo?

Estudante: Esse, esse, esse, esse, né?

Prof.: Olha o direitinho aí. Exatamente esse ponto aqui na base da tela que você apontou aí, é o que chamamos de eixo de rotação. Agora tem mais coisas nessa sala que giram, nessa sala que giram, que rotacionam, Estudante.

Estudante: Ah, cadeira.

5.11 6° encontro

No primeiro momento da aula, o professor apresentou a simulação ao estudante, instruiu-o sobre como operá-la e retomou alguns conceitos já vistos, sempre o estimulando a utilizá-los nas situações deste encontro. Conforme pode ser visto no trecho do diálogo a seguir, ele conseguiu prever o que aconteceria caso um extintor fosse posto no lado direito da balança. Isso indica que ele compreendeu o funcionamento da simulação.

Prof.: Se por acaso eu colocar um extintor do lado direito dessa balança... Você consegue apontar o lado direito aí para mim?

Estudante: O lado direito é esse.

Prof.: Exatamente. Esse daí. Se eu quiser colocar um extintor do lado direito, o quê que vai acontecer com o lado direito da balança? O quê que a gente vai observar com ele?

Estudante: O lado direito...

Prof.: É, se eu colocar aqui, oh, vou colocar um extintor aqui, o que que vai acontecer com esse lado aqui?

Estudante: Ele vai descer.

O intuito foi gerar no estudante a percepção de que o ponto de aplicação da força altera o efeito em um movimento rotacional. Nesse sentido, duas situações-problemas foram apresentadas: no monitor à direita do estudante, a simulação mostrou um extintor na posição 2 do balanço, conforme mostra a Figura 18, enquanto no monitor à esquerda o extintor localizava-se na posição 8.

Após a apresentação das situações problemas, foi solicitado ao estudante que observasse em qual dos dois monitores a balança chegaria ao solo primeiro. A ideia por trás dessa pergunta foi utilizar de sua percepção visual associada à noção de mudança na

velocidade para explicar que quanto mais próximo ao eixo de rotação uma força é aplicada, menor sua capacidade em produzir rotação. No trecho a seguir, fica evidente que a estratégia foi eficaz, pois, de forma espontânea, o estudante identificou corretamente a balança localizada no monitor da esquerda como sendo aquela que chegou “mais rápido” ao chão.

Prof.: *E aí eu quero que você me diga em qual das duas situações a balança vai chegar mais rápido no chão, tá bom? Então vamos lá. Eu vou começar aqui pelo extintor da direita, tá bom? Olha onde eu estou colocando o extintor aqui. No mesmo lugar que ele estava, né? Tenta observar quanto tempo ele demora, se o movimento é rápido, tá bom? Agora eu vou colocar aqui, Estudante, o extintor na balança da esquerda, tá bom? No mesmo lugar que ela estava antes. Tenta novamente observar o tempo que demora para chegar, tá? Qual dos dois você percebeu que chegou primeiro ao chão, Estudante? O extintor, a balança da esquerda ou a balança da direita? Vou fazer de novo. Quem chega mais rápido no chão?*

Estudante: *Foi o da esquerda que chegou mais rápido.*

Prof.: *Foi o da...?*

Estudante: *Esquerda.*

Prof.: *Ótimo, Estudante. O da esquerda chegou mais rápido, Estudante!*

Estudante: *O da direita foi um pouquinho. Foi devagarzinho, né?*

Prof.: *Isso, foi devagarzinho, né?*

5.12 7º encontro

Nas primeiras três questões deste encontro, foram abordados os seguintes temas vistos em aulas anteriores: eixo de rotação, movimento, repouso, força peso e o princípio de funcionamento da balança. As respostas obtidas para essas questões deram-se de forma muito espontânea, como pode ser observado na transcrição abaixo:

Prof.: *Mas e o eixo de rotação?*

Estudante: *Aí o permanente fica reto, fica no mesmo lugar.*

Prof.: *Fica no mesmo lugar. Isso, ótimo. Essa balança aí, ela está em movimento ou ela tá parada?*

Estudante: *Ela tá parada.*

Prof.: *Ela tá parada! Se ela está parada, qual é a velocidade dela, Estudante?*

Estudante: *É zero.*

Prof.: *Isso. Agora, e se a gente pegar um extintor, Estudante, e colocar no lado esquerdo da balança? O que vai acontecer com esse lado esquerdo se a gente colocar um extintor do lado esquerdo dele? Ele vai permanecer onde está? Ele vai subir? Ele vai descer? O que vai acontecer com ele?*

Estudante: *Colocar ele... Vai subir.*

Prof.: *O lado esquerdo vai fazer o quê?*

Estudante: *Ele vai descer. O lado esquerdo.*

Prof.: *O lado esquerdo vai descer. Muito bem. E o lado direito?*

Estudante: *O lado direito vai subir.*

Prof.: *Agora, é... Estudante, depois que a gente colocou o extintor aqui, depois que você colocou o extintor aqui do lado esquerdo, houve mudança na velocidade? Estava parado, que você me falou, certo? Quando você colocou, mudou a velocidade?*

Estudante: *Mudou. Mudou...*

Prof.: *Quem fez a velocidade mudar? Foi uma...*

Estudante: *Foi um peso.*

Prof.: *Isso. Foi a força...*

Estudante: *Foi a força peso.*

Nota-se que as intervenções realizadas durante esse encontro foram mais sutis, deixando mais ações por conta do estudante. Mesmo assim, o estudante foi capaz de aplicar os conceitos corretamente em cada uma das situações propostas, sendo possível identificar o desenvolvimento de algumas habilidades e competências que foram sugeridas no Quadro 1, como: tomada de decisões ao enfrentar situações problemas (C1), construção de argumentos consistentes (C2) e formular hipótese e prever resultados (H3).

Também é importante destacar que, devido ao método utilizado para aplicação deste produto, as próprias interações entre professor e estudante foram sendo aprimoradas no decorrer dos encontros. Isso certamente é um fator preponderante nos resultados, pois todo o seu desenvolvimento deu-se a partir da comunicação direta entre professor-estudante e estudante-professor.

Na quinta questão, foi exigido do estudante o entendimento da condição física necessária para estabelecer o equilíbrio em uma balança, conforme Figura 19 (Cf. metodologia), que mostra a situação-problema apresentada. O trecho abaixo mostra que a primeira resposta fornecida por ele não estava correta. Contudo, é importante notar que o próprio estudante identificou seu erro, uma atitude que demonstra sua capacidade de identificar uma condição de equilíbrio, do ponto de vista físico e, do ponto de vista das habilidades cognitivas, de reformular suas percepções e intuições.

Prof.: Você vai me dizer quantos tijolinhos você vai colocar e onde eles devem ser colocados para que a balança fique em equilíbrio, ela fique reta, tá bom? Me diz, aí, quantos e onde ele tem que ser posto para que ela fique em equilíbrio novamente, ela fique reta, tá?

Estudante: Ela fique reta...

Prof.: Isso, ela fique reta. Vai lá. Me mostra, aí!

Estudante: É, pega isso.

Prof.: Não sei, olha o que você tem na balança e olha para o que você está pegando. Vê se var dar certo. Pensa direitinho. Você está pegando quantos tijolinhos?

Estudante: Cinco.

Prof.: É cinco. É o mesmo que tem lá?

Estudante: É.

Prof.: Lá tem cinco, né? Cinco quilos que tem lá, não é isso? Deu certo?

Estudante: Deu não.

Nesse sentido, o erro não pode ser reduzido apenas à perspectiva do insucesso. Segundo Carvalho *et al.* (1998), o professor deve perguntar, estimular, propor desafios, encorajar a explorar novas ideias, permitindo que todos tenham oportunidades de expor suas ideias e transmitir informações novas. A habilidade de rever perspectivas ou ideias é uma característica importante do pensamento científico.

Nessa perspectiva, o estudante foi desafiado a resolver novamente o problema proposto, sendo estimulado a identificar o que provocou o desequilíbrio na balança. No diálogo a seguir, observa-se que a abordagem adotada funcionou, pois o estudante conseguiu identificar que a posição escolhida para posicionar os tijolos na balança foi errônea. Ele, em seguida, realizou a correção e constatou seu acerto.

Prof.: Mas o que você pode fazer agora, já que um subiu e o outro desceu, para que eles fiquem retos? Olha direitinho onde que tá o tijolinho do lado direito e onde você colocou o tijolinho do lado esquerdo.

Estudante: É aqui, olha. É isso.

Prof.: Não. Olha para a balança. Não se distrai não.

Estudante: É o cinco [olha para balança]. É o cinco. Né?

Prof.: O que está diferente aí, Estudante?

Estudante: Aqui, ele subiu. Né?

Prof.: É...

Estudante: E aí ele desceu.

Prof.: Sim, ele subiu e desceu. Mas onde que você colocou o da esquerda e onde que está o da direita? Veja se está no mesmo lugar.

Estudante: O da direita é aqui, olha. É bem aqui o da direita.

Prof.: E o que você colocou? Está em qual?

Estudante: Tá bem aqui, oh, no final.

Prof.: E aí, o que você tem que fazer para que ele fique reto?

Estudante: Eu tenho que botar aqui, nessa direção.

Prof.: E isso aí é ...?

Estudante: Sete.

Prof.: E o da direita está em qual?

Estudante: Em sete.

Prof.: Isso, está no sete. Então faz isso aí para ver se vai dar certo.

Estudante: Ou "coisei" aqui. (tela de descanso do computador foi ativada)

Prof.: Calma aí que eu vou arrumar para você. Tá... Vai, coloca. E agora, Estudante? Deu certo?

Estudante: Deu.

5.13 8º encontro

Depois da realização de todas as etapas, foi necessário avaliar se o estudante seria capaz de transpor os conceitos apreendidos sobre equilíbrio para uma situação real, uma vez que as atividades relacionadas com esse tema foram desenvolvidas utilizando apenas a simulação. Nesse sentido, e de modo análogo aos outros encontros, as primeiras questões tinham como objetivo inserir o estudante no contexto da atividade, fazendo-o relembrar os conceitos já estudados.

Dessa forma, iniciaram-se as discussões a partir da terceira questão. Nessa questão, foi requisitado que o estudante antecipasse qual seria o comportamento da balança caso a peça posicionada no número 8 fosse movida para o número 5 (mais próximo ao eixo de rotação) Conforme mostra o trecho do diálogo descrito abaixo, ele previu acertadamente que a balança iria ficar “mais alta”.

Destaca-se que essa resposta permite inferir a capacidade do estudante de relacionar que o ponto onde a peça é posicionada no braço da balança influencia no quanto ela irá rotacionar (aproximar-se ou distanciar-se do chão), uma ideia que se aproxima do conceito de torque.

Prof.: *Agora, se a gente tirar a peça que você colocou aí, no número oito, dessa balança, e posicionar essa peça no número cinco, nesse caso a balança vai ficar mais alto ou mais baixa. Não quero que você mexa agora na balança. Quero que você tente responder sem mexer na balança. Tá bom?*

Estudante: *Tá.*

Prof.: *Tirando a peça do número oito, você não colocou uma peça no número oito?*

Estudante: *Botei.*

Prof.: *Tirando a peça de onde você colocou e posicionando ela agora no número cinco da balança. Ela vai ficar... Vai acontecer o quê com ela? Vai ficar mais alto ou mais baixo do que ela tá agora?*

Estudante: *vai ficar.*

Prof.: *Vai ficar mais perto do chão ou mais longe.*

Estudante: *Mais alto.*

Prof.: *Ela vai ficar mais alto, né? Vai ficar mais longe do chão. Vamos fazer o seguinte. Estudante, e... tire a peça do número oito e posicione no número cinco para ver se você acertou.*

Estudante: *Mais alto.*

Prof.: *De fato você acertou, né? Ficou mais alto, excelente.*

Na quinta questão, uma situação de equilíbrio foi proposta. A partir de uma situação de desequilíbrio na balança numérica, o professor solicitou ao estudante que escolhesse um lado e uma posição para colocar uma peça azul, de modo a deixar o sistema em equilíbrio. O diálogo a seguir revela que o estudante teve sucesso.

Prof.: *Ótimo. Agora o que eu preciso que você faça. Preciso que você coloque uma peça no número 8 do lado direito.*

Estudante: *Aqui né?!*

Prof.: *Exatamente. O número 8. E agora eu preciso que você pense em uma situação, onde você vai escolher um número aqui do lado de esquerdo da balança, que vai de número 1 ao número 10. Onde você vai pegar uma outra peça azul e posicionar em um desses números aqui de forma que a balança fique em equilíbrio.*

Estudante: *Tá.*

Prof.: *Então você vai pegar uma peça, qualquer uma que você queira, pode escolher. Tem que escolher um número. Você vai antes de colocar, eu preciso que você me diga qual é o número que você está colocando à peça tá bom.*

Estudante: *É o que número?*

Prof.: *Não, você que vai me dizer qual é. Qual é a condição? A balança tem que ficar em equilíbrio. E... Quando ela fica em equilíbrio? É isso que você tem que pensar. Tá, ok.*

Estudante: *É o oito.*

Prof.: *É em qual número?*

Estudante: *Oito.*

Prof.: *Então, bom, coloca a peça azul no número 8, pra gente ver se vai dar certo. E aí, você acertou você?*

Estudante: *Acertei.*

Prof.: *Certo, né?! É. Muito bem, Estudante! Ótimo. Então tá bom. Nós encerramos essa Aplicação Atividade aqui.*

Assim, com base nos resultados apresentados por meio dos trechos dos diálogos descritos nesta dissertação, pode-se considerar que a sequência didática efetivou corretamente os elementos da metodologia, articulando, portanto, as exigências dos referenciais teóricos adequadamente.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa se propôs a elaborar um produto educacional que tivesse como base as teorias de Vygotsky e Ausubel sobre a aprendizagem, aplicadas a uma situação de ensino de um estudante neurodivergente com histórico de profundo abandono institucional.

Sob a perspectiva de Vygotsky, buscou-se valorizar as potencialidades do estudante, de modo a favorecer os caminhos de desenvolvimento que sua estrutura cognitiva fosse capaz de trilhar. Já a TAS de Ausubel foi importante para a identificação dos conhecimentos prévios do estudante, para a organização e por ter orientado a sequência didática. A combinação dessas duas teorias permitiu a personalização da sequência didática, de forma que as estratégias e os recursos didáticos se mostraram efetivos.

As atividades propostas com o auxílio das TDIC e a estratégia de mediação adotada pelo professor foram importantes para estimular a percepção do estudante sobre os conceitos, levando-o a refletir e a elaborar hipóteses. Nesse sentido, a mediação demonstrou ter um papel essencial, já que a construção do diálogo permitiu explorar os erros eventualmente cometidos e proporcionou que o estudante repensasse suas respostas. Além disso, a mediação viabilizou que ao professor compreender o sentido das respostas do estudante de maneira mais ampla e efetiva.

Outro ponto relevante é que, na medida em que recebeu tratamento acadêmico apropriado, por meio de métodos verdadeiramente inclusivos de ensino, o estudante mostrou-se totalmente capaz de se desenvolver e apresentou um considerável refinamento de suas perspectivas quanto ao tema da estática sob o ponto de vista de seus conceitos mais relevantes. A sequência didática, nesse sentido, permitiu ao estudante elaborar e seguir seu caminho de confluência, no curso de seu desenvolvimento cognitivo. Infelizmente, pode-se supor também quantas possibilidades de aprendizado foram perdidas por esse estudante devido ao abandono institucional a que foi submetido desde o início de seu processo educacional.

Em resumo, a análise dos resultados obtidos indica que os objetivos iniciais do trabalho foram alcançados com sucesso. No entanto, este trabalho evidencia a importância de se dedicar uma atenção especial ao ensino de estudantes com necessidades especiais. Além disso, esta dissertação mostra a necessidade de se desenvolver mais projetos que abordem essa temática, e de se propor o desenvolvimento de mais sequências didáticas que favoreçam todos os estudantes matriculados nas redes de ensino, inclusive aqueles que têm necessidades educacionais especiais.

Uma consideração final, porém não menos importante, diz respeito à relevância não apenas teórica, mas também política de se desenvolver um estudo individualizado, visando à compreensão e ao atendimento de um estudante em suas singularidades. Essa estratégia, ademais, é certamente expansível a outros públicos e a outras singularidades, em desenho universal, haja vista que suas premissas e seus resultados são mais amplos e podem alcançar situações mais genéricas e inclusivas.

REFERÊNCIAS

- AULAS4YOU. **Bola de boliche e pena em queda livre no vacuo!! incrível!!**(sic). Youtube, 02 de abril de 2019. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=O6mO7yJ0YjU&ab_channel=aulas4you. Acesso em:
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Porto Alegre: Artmed, 2003.
- BRASIL. **Estatuto da Pessoa com Deficiência**. 3 ed. Brasília: Senado Federal, 2019.
- BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília: DF, 1996.
- CARVALHO, A. M. P.; VANNUCCHI, A. I.; BARROS, M. A.; GONÇALVES, M. E. R.; REY, R. C. **Ciências no ensino fundamental**: o conhecimento físico. São Paulo: Scipione, 1998.
- COLL, C.; MARCHESI, A.; PALACIOS, J. **Desenvolvimento psicológico e educação**: psicologia da educação escolar. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.
- DEMO, P. **Avaliação sob o olhar propedêutico**. São Paulo: Papirus, 1996.
- FERREIRA, M.; SILVA FILHO, O. L.; MOREIRA, M. A.; FRANZ, G. B.; PORTUGAL, K. O.; NOGUEIRA, D. X. P. Unidades de Ensino Potencialmente Significativa sobre Óptica Geométrica apoiada por Vídeos, Aplicativos e Jogos para Smartphones. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, 2020. DOI 10.1590/1806-9126. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0057>. Acesso em: 05 jan. 2023.
- FERREIRA, M.; COUTO, R. V. L.; SILVA FILHO, O. L.; PAULUCCI, L.; MONTEIRO, F. F. Ensino de astronomia: uma abordagem didática a partir da Teoria da Relatividade Geral. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. 1-13, 2021a. DOI 10.1590/1806-9126. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0157>. Acesso em: 07 mar. 2023.
- FERREIRA, M.; SILVA FILHO, O. L.; STRAPASSON, A.; PORTUGAL, K. O.; MACIEL, A. C. Simuladores digitais no contexto epistemológico de Gagné e Vygotsky: uma proposta de intervenção didática sobre eletricidade e circuitos elétricos. **Revista de Enseñanza de da Física**, v. 33, n. 3, p. 75–88, 2021b. DOI 10.55767/2451-6007. Disponível em: <https://doi.org/10.55767/2451.6007.v33.n3.35993>. Acesso em: 10 jan. 2023.
- FISCHER, K. W.; KNIGHT, C. C. Cognitive development in real children: Levels and variations. In: PRESSEIEN, B. Z. (Ed.). **Learning and thinking styles**: Classroom interaction. Washington DC: National Education Association, 1990. p. 43-67.
- FISCHER, K. W.; KNIGHT, C. C.; VAN PARYS, M. Analyzing diversity in developmental pathways: Methods and concepts. In: CASE, R.; Edelman, W. (Eds.). **The new structuralism in cognitive development**: Theory and research on individual pathways. Contributions to human development, v. 23, 1993. p. 33-56.

GOIÁS. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Operacionais da Rede Pública Estadual de Educação de Goiás 2023**. Goiânia: Seduc, 2023.

GOIÁS. Secretaria De Estado da Educação. **Documento Curricular para Goiás**. Sedu/Consed, 2019.

GONZÁLEZ REY, F. L. La subjetividad: su significación para la ciencia psicológica. *In*: FURTADO, O.; GONZÁLEZ REY, F. L. (orgs.). **Por uma epistemologia da subjetividade: um debate entre a teoria sócio-histórica e a teoria das representações sociais**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002.

HIBBELER, R. C. **Estática - Mecânica para Engenharia**. 12 edição. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Censo Escolar 2007**. Brasília: MEC, 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Censo Escolar 2022**. Brasília: MEC, 2023.

JANNUZZI, G. Escola e inclusão: é possível o diálogo *In*: TUNES, E.; BARTHOLO, R. **Nos Limites da ação preconceito, inclusão e deficiência**. São Carlos: EdUFSCar, 2010.

MAHN, H. Vygotsky's Methodological Contribution to Sociocultural Theory. **Remedial and Special Education**, v. 20, n. 6, p. 341–350, 1999. 10.1177/074193259902000607.

MANTOAN, M. T. E. **Inclusão escolar: o que é? Por quê? Como fazer?** São Paulo: Moderna, 2003.

MASCARO, C. A. A.; REDIG, A. G. Estudantes com deficiência intelectual na escola contemporânea: práticas pedagógicas exitosas. **Revista Teias**, v. 22, n. 66, p. 1-15, 2021.

MEIRA, S. S. **Aprendizagem significativa e assimilação obliteradora: um estudo com conceitos de cálculo**. 2015. 165 f. Tese (Doutorado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2015.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

MOREIRA, M. A. **Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: A Teoria da Aprendizagem Significativa**. Porto Alegre: UFRGS, 2009. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios6.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2023.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. São Paulo: Centauro, 2010.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. 4. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2012.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. 2. ed. São Paulo: E.P.U, 2019.

NASCIMENTO, A. B. S.; SILVA FILHO, O. L. **A dificuldade de aprendizagem à luz da filosofia da singularidade**. 1. ed. Curitiba: Appris, 2019. 143p.

NASCIMENTO, A. B. S.; SILVA FILHO, O. L. **Os tempos e a deficiência**. 1. ed. Curitiba: Appris, 2022.

OLIVEIRA, E. F. **Tecnologias digitais no ensino de Física: desafios e possibilidades**. 2018. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2018.

PRAIA, J. F. Aprendizagem significativa em D. Ausubel: contributos para uma adequada visão da sua teoria e incidências no ensino. *In: Teoria da aprendizagem significativa*. Peniche, Portugal, 2000. p. 121-134.

SILVA FILHO, F.; FERREIRA, M. Teorias da aprendizagem e da educação como referenciais em práticas de ensino: Ausubel e Lipman. **Revista do Professor de Física**, v. 2, p. 104-125, 2018.

SILVA FILHO, O. L.; FERREIRA, M.; POLITO, A. M. M.; COELHO, A. L. M. de B. Normatividade e descritividade em referenciais teóricos na área de ensino de Física. **Pesquisa e Debate em Educação**, v. 11, n. 1, p. 1-33, 2021.

SILVA FILHO, O. L.; FERREIRA, M. Modelo teórico para levantamento e organização de subsunçoes no âmbito da Aprendizagem Significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 44, p. 1-13, 2022.

SOARES, M. P. N. M.; FERREIRA, M.; STRAPASSON, A. B.; SILVA FILHO, O. L. Mediando a aprendizagem de circuitos elétricos em física: proposta de sequência didática utilizando o modelo flipped classroom. **Physicae Organum**, v. 5, p. 1-13, 2019.

TUNES, E.; BARTHOLO, R. **Nos limites da ação: preconceito, inclusão e deficiência**. São Carlos: EdUFSCar, 2010.

TUNES, E.; BARTHOLO, R. O Trabalho Pedagógico na Escola Inclusiva. *In: TACCA, M. C. Aprendizagem e trabalho pedagógico*. Campinas, São Paulo: Editora Alínea, 2014.

UNIVERSITY OF COLORADO BOULDER. **Physics Educacional Technology (PhET)**, 2023. Simulações interativas para Ciências e Matemática. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/. Acesso em: 10 dez. 2022.

VYGOTSKY, L. **Historia del desarrollo de las funciones psíquicas superiores**. Obras Escogidas III. Madrid: Visor/ Ministerio de Educación y Ciencia, 1991.

VYGOTSKY, L. S. **Obras escogidas: fundamentos de defectologia**. Madri: Visor, Tomo V, 1997.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

VYGOTSKY, L. S.; LEÓNTIEV, A. N.; LURIA, A. R. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo: Ícone, 2010.

APÊNDICES

APÊNDICE A — Produto educacional e sequência didática

1. APRESENTAÇÃO

Caros (as) professores (as), o desenvolvimento desta pesquisa visa atender a um anseio particular e cotidiano ao sistema de ensino, que é assistir de forma efetiva estudantes portadores de necessidades especiais, especialmente aqueles que apresentam dificuldade de aprendizagem. Dessa forma, este produto educacional é uma tentativa de oferecer uma sequência didática sobre ensino de Estática e foi elaborado para atender a um estudante com neurodivergência, matriculado na 2ª série do ensino médio em um colégio estadual, localizado no município de Águas Lindas de Goiás. O referencial considerado nesta proposta baseia-se na teoria de aprendizagem significativa de Ausubel e nas teorias de Vygotsky.

A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel destaca a importância de relacionar os conceitos prévios já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz aos conhecimentos novos, tornando o processo de aprendizagem significativo para o estudante. Por sua vez a teoria de Vygotsky é fundamentada em diferentes exigências, produzindo uma abordagem metodológica e uma fundamentação teórica para o entendimento dos caminhos do desenvolvimento que crianças em geral, incluindo aquelas que com necessidades especiais, percorrem (SILVA; NASCIMENTO, 2022, p.65).

Sob essa perspectiva este produto busca oferecer suporte pedagógico que estimule o desenvolvimento de caminhos cognitivos favoráveis à aprendizagem, de modo a criar um ambiente de aprendizagem que leve em consideração as necessidades específicas do estudante participante, oferecendo atividades que estimulem a sua participação e interação com o professor, ao mesmo tempo em que relacionam os conceitos físicos a situações-problemas apresentados em simulações e vídeos. Destaca-se que, devido às especificidades de cada estudante, a aplicação deste produto para outros estudantes pode exigir adaptações, de modo a valorizar as características individuais de cada aprendiz, em específico.

2. METODOLOGIA

Conforme dito, a personalização foi uma das estratégias adotadas na elaboração deste produto, dessa forma listo a seguir etapas utilizadas nesse processo e que podem ser úteis em futuras aplicações. Algumas dessas etapas incluem:

1. Conhecer as habilidades do estudante para poder adaptar o ensino de acordo com elas.

2. Adaptar as estratégias de aprendizagem ao ambiente do estudante, de modo a utilizar materiais de apoio visual com os quais ele possui familiaridade.
3. Uso da tecnologia, como simuladores *online* e vídeos para ajudar o estudante a acessar o conteúdo de uma forma, ao mesmo tempo, visual e manipulativa.

Visando promover o desenvolvimento dessa sequência didática, o trabalho pode ser dividido em três etapas:

1. Uso de simulações *online* e uso de computadores para ambientação e acesso às intuições dos contextos envolvendo a estática.
2. Identificação dos subsunçores relacionados a conceitos importantes para o ensino de estática.
3. Produto educacional em ensino de estática.

Também é indicado que o professor dedique algumas aulas para conhecer os estudantes. No que tange a esta pesquisa, isso foi feito trabalhando com operações de adição e subtração, além de um período de treinamento para usar o computador. Essas aulas podem contribuir para aprimorar a comunicação entre estudante e professor. Para mim, esse foi um momento em que tive a oportunidade de apreender como o estudante apreende. Contudo, o caráter singular de cada estudante é único e caberá ao professor avaliar quais são as melhores estratégias a serem adotadas.

3. ORGANIZAÇÃO DOS ENCONTROS

- I. Pré-teste — levantamento de subsunçores importantes para aprendizagem de Estática.
- II. O primeiro encontro terá como foco a identificação de objetos em repouso e em movimento, e a relação desses estados com o conceito de velocidade.
- III. No segundo encontro, o estudante deverá identificar a velocidade dos objetos e como ela muda quando sofre a ação de uma força, relacionando essa mudança ao conceito de aceleração.
- IV. No terceiro encontro, o estudante deverá reconhecer que a mudança na velocidade dos objetos está relacionada à aplicação de uma força.
- V. No quarto encontro, o objetivo é ensinar sobre a força peso e como ela é responsável pela queda dos corpos.

- VI. No quinto encontro, o foco é sobre eixo de rotação e movimento rotacional; o estudante será incentivado a encontrar objetos que possam ser rotacionados e relacioná-los a esse movimento.
- VII. No sexto encontro, a ênfase será no conceito nuclear de torque; o estudante será estimulado a entender como ele afeta o movimento rotacional dos objetos em uma balança.
- VIII. No sétimo encontro iremos explorar como a posição dos objetos no balanço influencia o movimento rotacional, e quais condições são necessárias para restaurar o equilíbrio em uma balança.
- IX. O objetivo do 8º encontro é similar ao anterior, contudo, usaremos uma balança numérica real para verificar se o estudante participante consegue transpor os conceitos abordados até aqui para uma situação real.

4. SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Pré-teste — Levantamento de subsunçores

Para as perguntas 1 e 2, serão usados dois baldes idênticos, sendo que em um deles terá água até a metade e o outro estará vazio. Com isso espero identificar se o estudante consegue distinguir os conceitos de massa e peso.

1. Estudante, você consegue me dizer qual dos dois baldes têm maior massa? E em relação ao peso, qual deles tem mais?
2. Em qual dos dois você precisa aplicar mais força para levá-lo?

Na pergunta 3 será usado uma bola para identificar os subsunçores relacionados à noção de repouso, movimento, velocidade e aceleração. Inicialmente a bola está em repouso.

3. Qual o estado dessa bola, parada (repouso) ou em movimento? Indique alguma ação que pode mudar essa condição? Realize essa ação e diga se houve mudança na velocidade da bola?
4. Dentro dessa sala você consegue identificar algum objeto que gire (rotações)? Pode fazê-lo girar?
5. Em que ponto da porta você aplica força para abri-la? Você acha que ficaria mais difícil se você aplicasse força próximo da parede (dobradiça)?

Na pergunta 6, a fim de identificar o subsunçor relacionado ao centro de massa e equilíbrio, um cabo de vassoura será utilizado.

6. Tente equilibrar esse cabo de vassoura em um de seus dedos, estudante. Como se chama essa região em que o cabo de vassoura se equilibra? Caso você tente equilibrar o cabo em outra posição, o que acontece? O que ocasiona a queda do cabo?

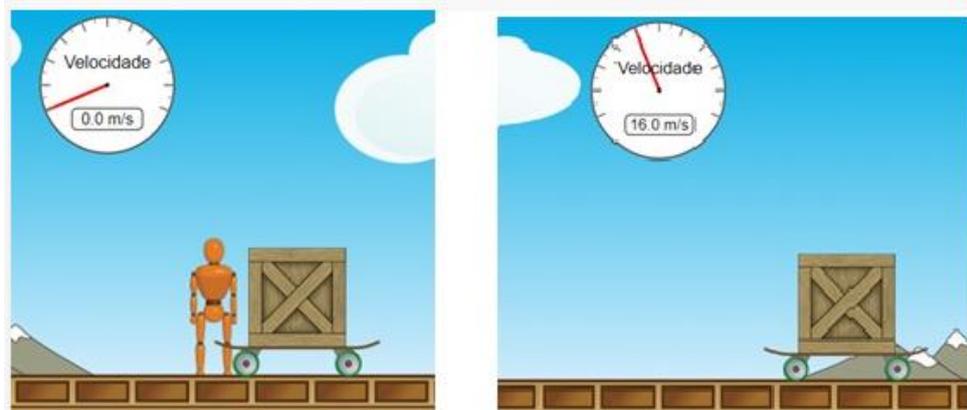
1° Encontro

Objetivos:

- **Reconhecer** quando um objeto está em repouso ou em movimento.
- **Relacionar** a mudança de posição com o conceito de velocidade.

Na questão 1, o monitor à esquerda mostra um objeto em repouso enquanto no monitor da direita, o objeto está em movimento retilíneo uniforme. O estudante deverá identificar o que está acontecendo em cada uma das situações. Já na questão 2, ele deverá formular uma hipótese que diferencia as situações

1. Observando a monitor da esquerda diga se a caixa está em repouso ou em movimento? E a caixa que aparece no monitor da direita?



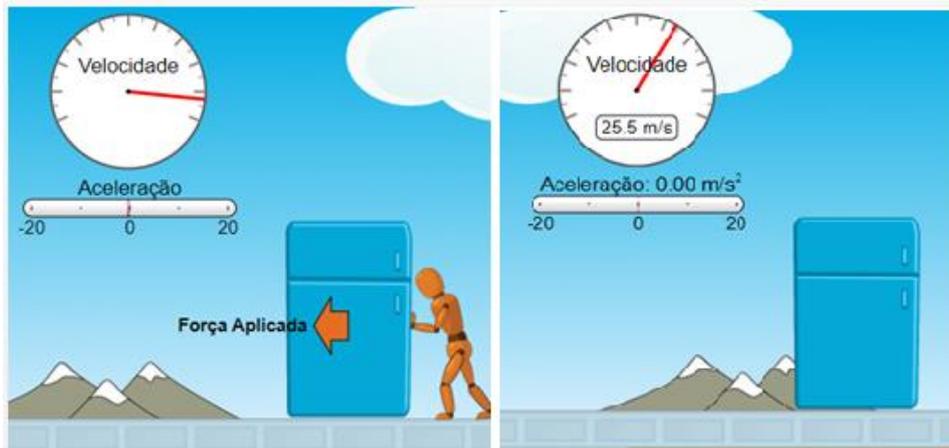
2. Observe a monitor a caixa da esquerda e explique por que você sabe que a caixa da esquerda que está se movendo?
 - Explicação do professor sobre o conceito de velocidade.

3. Agora eu quero que você identifique no monitor da direita qual a velocidade que o objeto se encontra? E a velocidade da caixa no monitor da esquerda? Pode dizer qual das duas é maior?

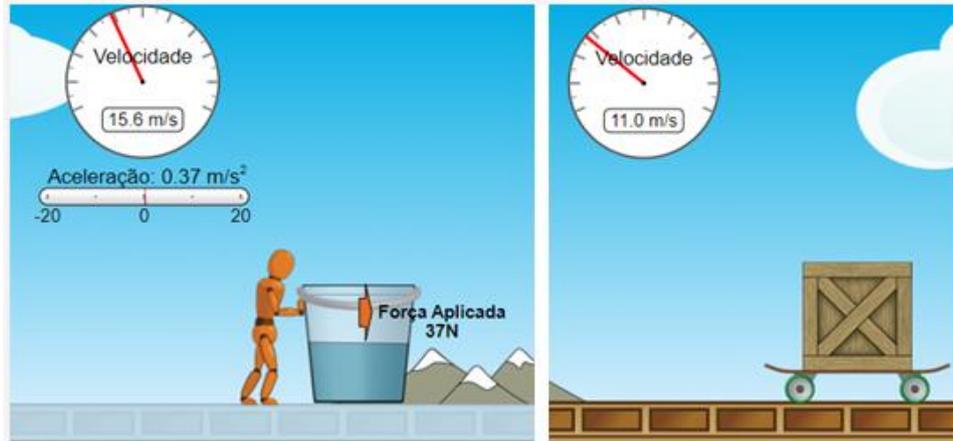
2° Encontro

Objetivo:

- **Identificar** quando um objeto está sofrendo uma aceleração e que força é a grandeza física que a provoca.
1. Olhe para os monitores e diga se a geladeira está movendo. Qual sua velocidade?
 2. Em qual dos dois monitores a velocidade da caixa está sofrendo mudança?



- Explicação do professor sobre aceleração.
3. Agora volte a observar os monitores da esquerda e da direita, que objeto você enxerga em cada uma delas? Comece pela esquerda e depois fale o objeto da direita.
 4. Agora diga qual dos dois objetos estão sendo acelerados, ou seja, a velocidade está sendo alterada? Pode explicar como percebeu isso?

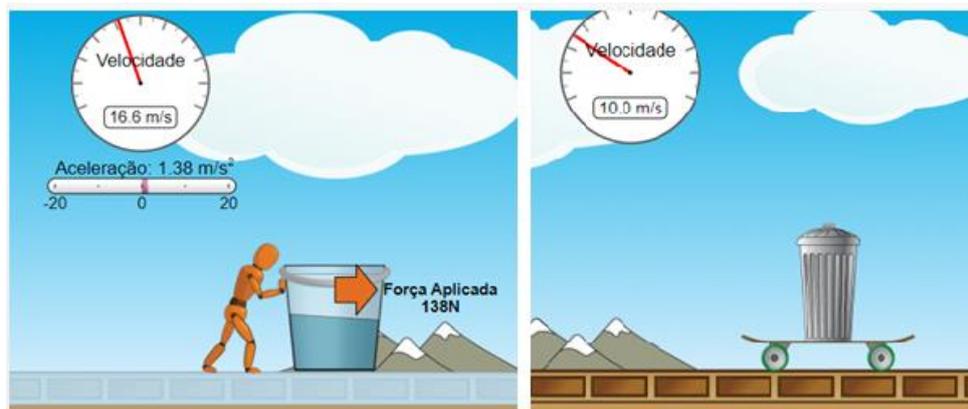


5. Que tipo de ação você faria que fizesse com que a caixa no monitor da direita pare? Tente explicar.
 - Explicação do professor para explicar sobre qual o efeito que uma força.

3º Encontro

Objetivo:

- **Reconhecer** que força é a grandeza que altera a aceleração.
1. Observando os monitores da esquerda e da direita em qual das duas o objeto a velocidade não sofre mudança? E qual a velocidade está mudando?



2. Qual o valor da velocidade do objeto da direita? Descreva uma ação, de qualquer natureza, que você faria para mudar a velocidade do objeto que aparece no monitor da direita?

3. No monitor a esquerda a velocidade está aumentando, diminuindo ou é constante? O que está acontecendo para que esse aumento aconteça?
4. Aplique uma força sobre o cesto. O que aconteceu sobre com a velocidade do cesto?

4° Encontro

Objetivo:

- **Reconhecer** que a força peso é responsável pela queda dos corpos.

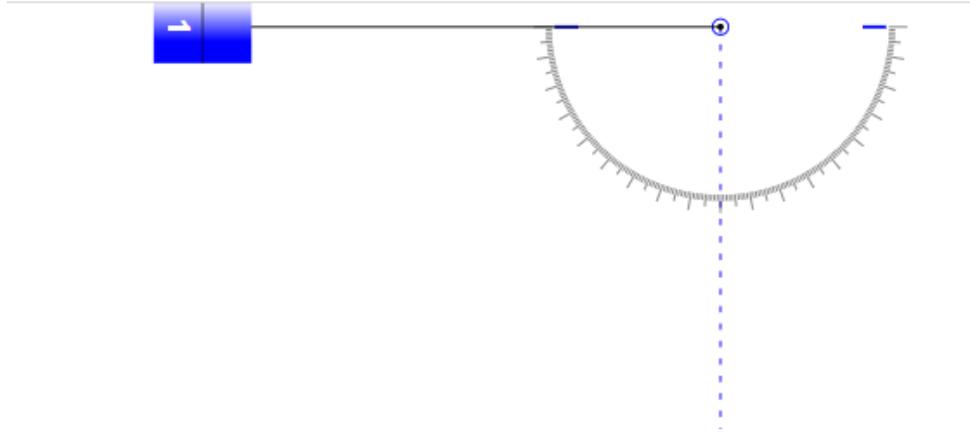
Assista ao vídeo disponível no site: https://www.youtube.com/watch?v=O6mO7yJ0YjU&ab_channel=aulas4you e, em seguida, responda às questões de 1 a 3.

1. Qual a velocidade inicial da bola vermelha?
 2. Depois de solta, essa velocidade muda? Ela passa a ter aceleração?
 3. O que a faz a velocidade de um objeto mudar?
- Explicação do professor sobre força peso. Durante a explicação, serão utilizados objetos para demonstrar como a força peso atua sobre os corpos.

5° Encontro

Objetivo:

- **Identificar** o eixo de rotação e relacionar o movimento do pêndulo a ação da força da gravidade
1. O objeto azul que aparece no monitor está em movimento ou repouso? Então sua velocidade vale quanto? E aceleração?

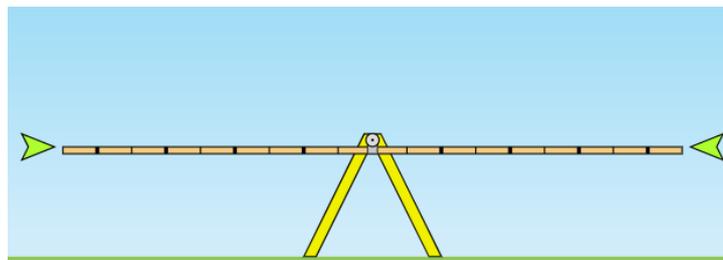


2. Se ele for solto o que acontecerá com sua velocidade? Ele passa a ter aceleração nesse caso? O que foi responsável por essa mudança?
 - Explicação do professor sobre movimento rotacional e eixo de rotação.
3. Observe o ambiente aqui da sala de aula, procure algum objeto que possa ser rotacionado e o faça?
4. O que você precisou fazer para fazê-lo girar?

6º Encontro

Objetivo:

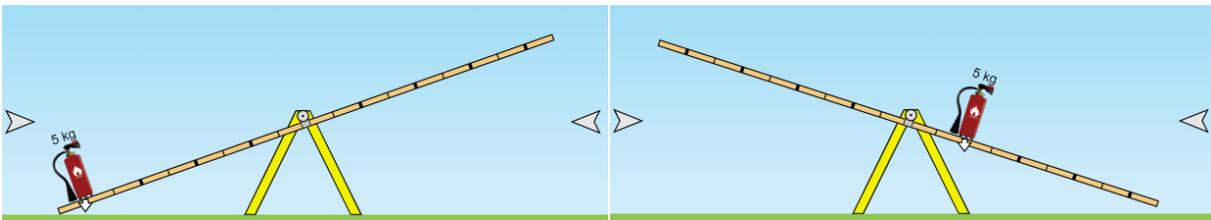
- **Reconhecer** que a distância para o eixo de rotação influencia o movimento rotacional do balanço.
1. Identifique o eixo de rotação no balanço, em seguida diga se ele está em repouso ou em movimento? Qual a sua velocidade?



2. Caso o extintor seja posto no lado direito, o que será observado? Coloque o extintor em um dos lados do balanço e diga se acertou.

3. Nesse caso, houve mudança na velocidade?
4. O que foi responsável por essa mudança na velocidade?
 - Explicação do professor sobre torque.

Para responder às questões 5 a 7, observe o movimento do balanço no monitor da esquerda e depois no monitor da direita.

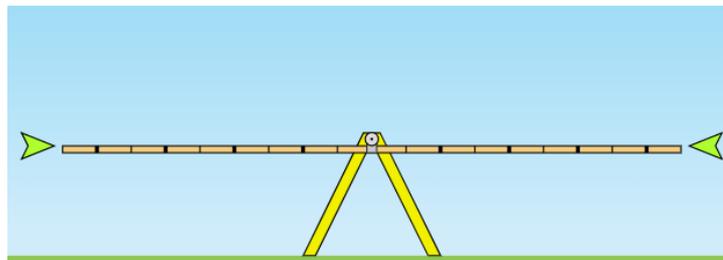


5. Em qual dos monitores o objeto está mais distante do eixo de rotação?
6. Em qual dos monitores a balança chega ao chão primeiro? Consegue explicar o porquê isso acontece?

7º Encontro

Objetivo:

- **Reconhecer** que a distância para o eixo de rotação influencia o movimento rotacional do balanço.
1. Identifique o eixo de rotação no balanço, em seguida diga se ele está em repouso ou em movimento? Qual sua velocidade?



2. Se colocarmos um objeto no lado esquerdo do balanço o que acontecerá no lado esquerdo? E do lado direito?

3. Depois que colocamos o objeto do lado esquerdo houve mudança na velocidade da barra? Se sim, o que foi responsável por essa mudança?
4. Pense em alguma ação para que o balanço volte ter os dois lados na mesma altura.
 - Explicação do professor sobre equilíbrio

8º Encontro

Objetivos:

- **Reconhecer** que a força peso é responsável pela rotação da balança.
 - **Identificar** condições para que uma balança fique em equilíbrio.
1. Identifique o eixo de rotação na balança, em seguida, diga se a balança está em repouso ou em movimento?



2. Coloque uma peça no número 10 do lado direito da balança. O que aconteceu? Qual foi a força responsável por esse fenômeno? Se essa mesma peça for tirada da posição 10 e colocada na posição 5 do mesmo lado a balança, vai ficar mais perto do chão ou mais distante? Faça o teste e veja se acertou.
3. Se uma peça azul for colocada no número 8 do lado direito da balança o que será observado? A balança ficará em equilíbrio? Coloque a peça no número 8 e diga se acertou.
4. Mantenha a peça azul na posição 8 do lado direito da balança. Agora responda se a balança ficará em equilíbrio caso outra peça azul seja posicionada no número 4, do lado esquerdo. Após responder, faça o teste.

5. Retire a peça azul posta do lado esquerdo da balança mantendo a peça na posição 8 do lado direito, em seguida, escolha um lado e uma posição para colocar uma peça azul de forma que a balança fique em equilíbrio.

APENDICE B — Transcrições dos encontros

Aplicação do pré-teste – levantamento dos subsunçores

Questões 1 e 2

Rafael: Vamos lá, Estudante! Você consegue me dizer o que que tem aqui na sua frente?

Estudante: Uma vazia e uma água.

Rafael: O que que é isso que *tá* vazio que que é que tem água? Como é o nome desse objeto aqui?

Estudante: É balde.

Rafael: É um balde. Um deles está vazio e o outro tem água. Qual dos dois tem água, Estudante?

Estudante: Esse.

Rafael: Esse aqui está do seu lado direito ou esquerdo?

Estudante: Direito.

Rafael: E o que está vazio está do seu lado?

Estudante: Esquerdo.

Rafael: Ótimo, Estudante. Agora eu queria que você me dissesse qual dos dois, sem pegar neles por enquanto, *tá* bom? Eu quero que você me diga qual dos dois tem mais massa?

Estudante: Acho que é esse, né?

Rafael: Esse é qual deles? O da direita ou da esquerda?

Estudante: Da direita.

Rafael: Esse aqui tem mais massa?

Estudante: É!

Rafael: Ótimo! E o que tem mais peso, Estudante?

Estudante: Esse aqui é maneiro, né? É maneiro.

Rafael: Qual é esse aí? É o da...?

Estudante: *Disquerda...*

Rafael: Da esquerda. Então o da esquerda é mais maneiro e o da direita você acha que é mais pesado ou mais... Como é que você acha essa relação? É mais pesado o da esquerda o da direita?

Estudante: Acho que é mais pesado.

Rafael: Veja. Eu quero que você me diga qual é o mais pesado. O da direita ou da esquerda?

Estudante: Da esquerda. Da direita.

Rafael: Da direita? Então o da direita é mais pesado.

Estudante: É!

Rafael: Ótimo! É... Continua sem levantá-los. Tá bom? Você consegue me dizer em qual dos dois você faz mais força para levantar?

Estudante: Mais força?

Rafael: É.

Estudante: Esse não faz muito não (ininteligível).

Rafael: Esse aqui qual é? Da esquerda?

Estudante: Da esquerda (ininteligível).

Rafael: Esse aqui qual é?

Estudante: Da direita.

Rafael: Da direita. Ótimo.

Rafael: Tenta aí e me responde se você acha se você tá certo ou não. Levanta os dois e veja se você está certo ou errado.

Estudante: Eu levantei não, né? (ininteligível).

Rafael: E aí? Qual dos dois você está fazendo mais força? O da direita ou da esquerda?

Estudante: Da direita.

Rafael: Muito bom, Estudante. Ótimo!

Questão 3

Rafael: Vamos para outra questão, Estudante. Eu queria que você me dissesse o que está na sua frente agora.

Estudante: Uma bola.

Rafael: Uma bola. Qual cor é essa bola?

Estudante: Verde e escura (ininteligível).

Rafael: Verde e verde escura?

Estudante: E azul... (ininteligível)

Rafael: E azul... Muito bom! E você sabe me dizer se ela *tá* em movimento ou em repouso? (...) Em movimento (...) ou repouso? Parada. Ela *tá* em movimento ou *tá* parada?

Estudante: Ela *tá* parada.

Rafael: Ela *tá* parada.

Estudante: É!

Rafael: Muito bom! E... você consegue me dizer alguma ação que você consiga fazer para alterar essa condição dela de ficar parada, mudar isso?

Estudante: Só se... (ininteligível).

Rafael: Você consegue me dizer o que você consegue fazer para tirar ela desse estado de parada?

Estudante: Ahn... (ininteligível) com o pé com a mão?

Rafael: Você que sabe... eu só quero que você me diga o que que é que você faria. Como você faria para tirar ela dessa condição aqui?

Estudante: (ininteligível) brincar com ela assim... (ininteligível).

Rafael: O que que é isso aí que você está gesticulando com a mão?

Estudante: É jogar (ininteligível) com a mão... com a mão.

Rafael: Jogar ela com a mão? Pode ser com o pé também né? (...) com o pé (...) Com o pé, né... Quando você brinca com o pé, você faz o que com bola?

Estudante: Com o pé? *Baixadinha*. É... é... bate, joga na parede.

Rafael: É.. você chuta a bola?

Estudante: Aham...

Rafael: Ah! Chuta né? Muito bem! E aí, faz o seguinte então: é... chuta ela... chuta ela e me diz se teve mudança na velocidade dela.

Estudante: Hum...

Rafael: Vai lá!

Estudante: Em pé ou sentado?

Rafael: Você é que sabe. Em pé ou sentado.

Estudante: (ininteligível) (barulho de bola sendo jogada).

Rafael: Pronto...! Estudante, quando você chutou, você acha que a velocidade da bola mudou?

Estudante: (ininteligível) ... ela foi ligeirinha.

Rafael: Ela foi ligeirinho?

Estudante: Ela foi ligeiro.

Rafael: Senta aí... Ela foi ligeiro.

Estudante: Foi.

Rafael: Ela antes tinha qual velocidade, você sabe?

Estudante: Zero. Que ela *tava* parada. Ela *tava* no zero.

Rafael: Isso. Aí você chutou, ela foi?

Estudante: Foi mais rápido...

Rafael: Rápida, né? Então mudou a velocidade dela. Legal, Estudante! Muito bom!

Questão 4

Rafael: Bom, Estudante, vamos para a questão número 4 agora, tá bom?

Estudante: Tá bom!

Rafael: É... Você consegue me dizer aqui dentro dessa sala algum objeto que rotacione.

Estudante: (ininteligível)

Rafael: Dentro dessa sala aqui... que gire.

Estudante: (ininteligível).

Rafael: É...

Estudante: Gira... gira o que aqui?

Rafael: É... você consegue olhar uma coisa aqui em volta e me dizer se... alguma coisa aqui gira

Estudante: (ininteligível) gira? Não sei o que gira...? (ininteligível) Gira, ah! A cadeira. A cadeira gira.

Rafael: A cadeira gira?

Estudante: A cadeira gira.

Rafael: Ah... muito bom! A cadeira gira, né? Pode girar a cadeira aí.

Rafael: Exatamente. A cadeira que você está sentado ela gira. Não é isso?

Estudante: Gira.

Rafael: Muito bom!

Questão 5

Rafael: Estudante, como é o nome disso aqui que você está segurando?

Estudante: rodo.

Rafael: Ele tá completo?

Estudante: Não. Tá não.

Rafael: Tá só o cabo do rodo.

Estudante: Só o cabo.

Rafael: Isso... O que que eu quero que você tenha que fazer, Estudante. Eu quero que você tente equilibrar esse cabo em um dos seus dedos (transcorre um tempo). Tá achando fácil ou difícil, Estudante?

Estudante: É difícil (transcorre um tempo) (ininteligível).

Rafael: Conseguiu?

Estudante: Consegui... (ininteligível).

Rafael: Isso... muito bem! Conseguiu mesmo. Estudante, você sabe como se chama essa região onde você está equilibrando o cabo de vassoura... o rodo?

Estudante: Equilíbrio... equilíbrio.

Rafael: *Tá*. Então você acha que o nome dessa região chama-se equilíbrio.

Estudante: É... equilíbrio, né?

Rafael: Aham... Depois a gente vai discutir isso melhor, tá bom? Agora, me responde uma pergunta, se você tentar equilibrar o rodo, em outra... e colocar o cabo em outra posição, o que vai acontecer com ele?

Estudante: Ele cai.

Rafael: Exatamente, Estudante, ele cai.

Estudante: Ele cai.

Rafael: E o que que faz com que ele caia. Você sabe me responder?

Estudante: É que esse (ininteligível) bota assim, no outro, assim oh, aqui, aí cai.

Rafael: Ele não consegue permanecer equilibrado, né?

Estudante: Equilibrado.

Rafael: Mas você consegue me dizer o que está fazendo ele cair?

Estudante: Esse... vai botar ele assim oh! Aqui, aí ele cai. Entendeu?

Rafael: Entendi. Então *tá* bom, Estudante. Pode parar.

Encontro 1

Rafael: Muito bem, Estudante. Boa tarde, tudo bom?

Estudante: Tudo bom.

Rafael: Vamos lá, Estudante.

Rafael: Quantas telas você consegue identificar aqui na sua frente? Tela de computador. Quantas telas são? Você sabe?

Estudante: É... Aqui é quatro.

Rafael: Não. Quantas telas, quantos monitores de computador você tem?

Rafael: Aqui é um monitor e esse aqui vai ser quantos monitores?

Rafael: Quantos você tem?

Estudante: Dois. Dois.

Rafael: Isso, você tem dois monitores aqui na sua frente.

Rafael: Eu queria que você olhasse, Estudante, para a tela da esquerda. Você consegue apontar para mim qual é a tela da esquerda?

Estudante: Essa.

Rafael: Exatamente.

Rafael: E me dissesse, você está vendo um skate com uma caixa, não está?

Estudante: Estou.

Rafael: Eu quero que você me diga agora se ele está parado ou ele está em movimento, Estudante.

Rafael: O da esquerda.

Estudante: Da esquerda, né?

Rafael: É.

Estudante: Ele está parado.

Rafael: O da esquerda está parado, né?

Estudante: É.

Rafael: Agora, olha para a tela da direita.

Estudante: Direita.

Rafael: Ele está parado em repouso ou ele está em movimento, Estudante?

Estudante: Ele está em "em movimento".

Rafael: Ele está em movimento.

Rafael: Ótimo.

Rafael: Agora, eu quero que você, Estudante, me diga, olhando para a tela da direita, tenta me explicar como você sabe que ele está em movimento.

Rafael: Qual é a diferença desse skate com a caixa que está na tela da direita em comparação com o skate que está parado na tela da esquerda?

Rafael: Você consegue me dizer como é que você sabe que ele está se movimentando?

Rafael: O que é que te faz dizer que ele está se mexendo?

Estudante: Está se mexendo? Está não, né?

Rafael: Então, você que me disse que ele estava.

Rafael: Eu preciso que você olhe para ele e me diga assim, por que ele está em movimento?

Rafael: Por que eu consigo identificar isso aqui nele, essa característica?

Rafael: Você consegue me explicar isso?

Estudante: Ele tá... ele tá... ele tá parado.

Rafael: Olha direito, Estudante.

Rafael: E esse aqui?

Estudante: Ah, não. Ele está se mexendo.

Rafael: E o que é que esse aí que está se mexendo? Ele está na direita sua, lembra?

Rafael: Qual a característica que ele tem que te faz acreditar que ele está se mexendo?

Estudante: Que o skate está andando e ele tá se mexendo.

Rafael: O que é que está se mexendo?

Rafael: Como é o nome do disco que está se mexendo que você está olhando aí? É o quê?

Estudante: É o negócio que está virando assim, ó.

Estudante: Vira assim, ó. Andando só com o ar.

Rafael: O nome disso aí é chão, né?

Estudante: É chão.

Rafael: Não é onde você pisa?

Estudante: É.

Rafael: Então, o piso está se movimentando, é isso?

Estudante: É, se está se movimentando.

Rafael: Exatamente.

Rafael: Ok.

Rafael: Então, qual é o que está se movimentando? O skate da direita ou da esquerda?

Estudante: Da direita.

Rafael: Muito bom, Estudante. Excelente.

Rafael: Estudante, o que você me explicou aí agora está associado a um conceito que a gente chama de velocidade.

Estudante: Velocidade.

Rafael: Velocidade.

Rafael: Quando que um objeto tem velocidade?

Rafael: Quando ele muda a posição dele no decorrer do tempo.

Estudante: É...

Rafael: Olha só, você não me falou que o chão está se mexendo?

Estudante: Tá.

Rafael: O chão está se mexendo é porque a posição do skate está mudando.

Estudante: Tá mudando...

Rafael: É, por exemplo assim, quando você veio da sua sala aqui para o laboratório, você não veio mudando o lugar onde você estava?

Estudante: Eu tava.

Rafael: Você estava na sala de aula, você veio caminhando até o laboratório.

Rafael: Então, essa mudança de posição no passar do tempo é o conceito que a gente chama de velocidade.

Estudante: Velocidade...

Rafael: Entendeu essa ideia?

Estudante: Entendi.

Rafael: Então, sempre que as coisas mudarem de posição no tempo, a gente diz que elas têm velocidade.

Rafael: Agora, se você olhar aqui de novo para a tela da esquerda, o chão, a posição do skate em relação ao chão que aqui está mudando, Estudante?

Estudante: Tá não...

Rafael: Ele não está sempre no mesmo lugar?

Estudante: No mesmo lugar. Até o boneco não tá.

Rafael: Isso, até o boneco está parado ali do lado dele.

Estudante: O boneco daqui tá, tá, tá em pé, e ele corre e subiu aqui.

Rafael: É, aí tem o boneco, porque ele ficou para trás.

Estudante: Ele ficou para trás.

Rafael: Ele ficou aqui, está longe, ele não está aparecendo aqui para você, não é, Estudante?

Estudante: É.

Rafael: Ele não está aparecendo aí.

Rafael: Mas, sempre que ele estiver sem mudar a posição dele, a gente diz que ele não tem velocidade. E se ele não tem velocidade, quanto que é a velocidade?

Rafael: Quando você não tem, é quanto?

Estudante: É nada.

Rafael: E nada, qual é o número que representa nada?

Estudante: É zero.

Rafael: Isso, exatamente.

Rafael: Agora, se ele tem velocidade, ele tem um número que representa essa velocidade.

Rafael: Se você olhar para cá, aqui nessa tela da direita, tem um número que indica qual é a velocidade dele.

Estudante: É 15.

Rafael: 15, aí no caso, não é só 15, tem outra coisa associada ali. Que letras são aquelas lá?

Estudante: "M" e "S".

Rafael: Isso, o que é isso aí?

Rafael: 15 metros por segundo.

Estudante: Isso, né? Sim.

Rafael: Exatamente.

Rafael: Mas, não precisa se preocupar com isso agora, não. Tá bom?

Estudante: Tá bom.

Rafael: Vamos agora para uma terceira pergunta, tá bom?

Rafael: Lembra, tem que falar perto do microfone.

Estudante: Ah, é.

Rafael: Eu quero que você diga para mim, só um instante, que eu tenho que mudar aqui.

Rafael: Calma aí, Estudante.

Rafael: Só um minutinho, Estudante.

Rafael: Pronto.

Rafael: Eu quero que você olhe para cá e me diga, para essa região aqui do computador, e me diga qual é a velocidade do skate?

Rafael: Lembra de falar próximo aqui do microfone, tá?

Estudante: Tá...

Estudante: Se.. se... se... sete.

Rafael: Não... começa com...

Estudante: Setenta?

Rafael: Não.

Estudante: É sete né?

Rafael: Dê?

Estudante: Dezessete.

Rafael: Isso, dezessete.

Rafael: Muito bem, Estudante.

Rafael: Dezessete metros por segundo.

Rafael: E qual é a velocidade da caixa da direita, Estudante? Olha para cá e me diga qual é a velocidade da caixa da direita.

Estudante: É zero.

Rafael: Exatamente.

Rafael: Você consegue me dizer qual das duas é maior, Estudante?

Rafael: Qual tem maior velocidade? A caixa, o skate que tem a caixa sobre ele na tela da direita, ou da tela da esquerda?

Rafael: Qual tem a maior velocidade?

Estudante: É da direita.

Rafael: Da direita, porque ela vale dezessete, enquanto que o da esquerda vale quanto?

Estudante: Zero.

Rafael: Vale zero.

Rafael: Ótimo, Estudante.

Rafael: Então, tá bom.

Rafael: Vou interromper essa Aplicação Atividade aqui.

Rafael: Só um minutinho, tá bom?

Aplicação Encontro2

Rafael: Então vamos lá, Estudante.

Rafael: Eu queria que você olhasse aqui para as duas telas, tá bom?

Estudante Tá bom.

Rafael: Você tem duas situações aqui, uma na tela da esquerda e outra na tela da direita.

Rafael: O que eu quero que você olhe para a tela da esquerda e me responda o seguinte.

Rafael: Essa caixa que está aí, ela está parada ou está em movimento?

Rafael: Da esquerda.

Estudante: Da esquerda, está em movimento.

Estudante: Está em movimento.

Rafael: Por que ela está em movimento?

Rafael: Por que ela está em movimento?

Rafael: Pode falar.

Rafael: Por que ela está em movimento?

Rafael: Me diga.

Estudante: É que ela tem um movimento.

Rafael: Como é que você identifica que ela tem movimento?

Estudante: Ele está puxando ela, aí ela está levando a caixa.

Estudante: Ele está levando a caixa, não é?

Estudante: A terra está levando.

Estudante: Como é o nome disso aqui que você falou?

Estudante: É a terra que nós pisa.

Estudante: É o chão, né?

Estudante: É o chão.

Rafael: Isso, é o chão.

Rafael: O chão está mudando, né?

Rafael: Está mudando.

Rafael: Então a posição da caixa está mudando.

Rafael: Está mudando.

Rafael: E se a posição da caixa está mudando, significa dizer que ele tem o quê?

Rafael: Você lembra?

Rafael: Que a gente viu na aula anterior a essa.

Rafael: Qual é o nome que a gente dá para quando ele está mudando a posição no decorrer do tempo?

Estudante: Ele está mudando.

Estudante: É ver?

Estudante: Ver a variedade.

Estudante: Velocidade.

Estudante: Velocidade.

Estudante: Isso, ele tem velocidade.

Rafael: Velocidade.

Rafael: Muito bom.

Rafael: Agora olha para a tela da direita agora.

Rafael: E responde para mim.

Rafael: Que objeto que você está vendo aí, Estudante?

Rafael: Só tem a caixa.

Rafael: Só essa caixa aí para você olhar, exatamente.

Rafael: Esses que estão aqui embaixo não precisa me descrever não, tá bom?

Rafael: Não tem quanto não.

Rafael: Então essa caixa aí, ela tem velocidade, Estudante?

Rafael: Tem não.

Rafael: Tem?

Rafael: Não sei, eu preciso que você me responda.

Rafael: Ou ela tem ou não tem.

Rafael: Eu quero que você me diga se ela tem velocidade.

Estudante: Ela só está andando, mas o chão está levando.

Estudante: O chão está passando, né?

Rafael: É, está passando.

Rafael: Então o que significa isso?

Rafael: Que ela está parada ou está se movimentando?

Estudante: Acho que ela está parada.

Rafael: Por que você acha que ela está parada?

Rafael: Porque...

Rafael: Você agora está parado ou está em movimento

Estudante: Eu?

Rafael: É, você.

Estudante: Eu estou me mexendo aqui.

Rafael: Não, esquece o movimento dos braços aí, aqui no chão.

Rafael: Está parada.

Rafael: Está parado, né?

Rafael: É.

Rafael: E a caixa?

Rafael: Em relação ao chão ali, ela está parada ou está em movimento?

Rafael: Acho que ela está parada, né?

Rafael: A caixa.

Rafael: Olha para a tela e me diz.

Rafael: Não olha para mim não.

Rafael: Você tem que tentar olhar para o computador aí, para a tela do computador.

Rafael: Se concentra, Estudante.

Estudante: Ela está parada.

Rafael: Estudante, essa caixa aí, está vendo que o chão está mudando a posição dele aqui?

Rafael: Estou vendo.

Rafael: Sempre que a caixa está mudando a posição, a gente diz que ela está em movimento.

Estudante: Quando a gente está parado, Estudante, a gente não muda a posição da gente em relação ao chão.

Rafael: Igual você agora.

Rafael: É.

Rafael: Olha de novo para a tela e me responde aí.

Rafael: Você consegue agora perceber isso, que ela tem movimento?

Rafael: É, eu estou em movimento.

Estudante: Por que ela tem movimento?

Estudante: Porque o chão está levando.

Rafael: Isso, a posição.

Rafael: Quando você fala que o chão está levando, significa que ela está mudando a posição dela

Rafael: Está mudando a posição.

Rafael: Então, se ela está mudando a posição, ela tem velocidade, não tem?

Rafael: Tem, velocidade.

Rafael: Qual é a velocidade aí?

Rafael: Está aparecendo 20 metros por segundo.

Rafael: Então, ela tem velocidade.

Rafael: Se ela não tivesse velocidade, se ela estivesse parada, qual seria a velocidade?

Estudante: Era zero.

Rafael: A velocidade era zero?

Rafael: Então, ela tem velocidade, certo?

Estudante: Certo.

Rafael: Agora, eu quero que você olhe para cá, Estudante.

Rafael: Calma aí, só um minutinho, está bom?

Rafael: A gente vai ter uma situação agora diferente, está bom?

Rafael: Para você analisar.

Rafael: Eu quero que você olhe...

Rafael: Calma aí.

Rafael: Só um instante.

Rafael: Calma aí, Estudante.

Rafael: Olha, pronto.

Rafael: Agora, eu quero que você olhe para as duas telas.

Rafael: E me diga em qual das duas, esquerda ou direita, a velocidade está mudando.

Rafael: A velocidade, à medida que o tempo passa, sofre mudança, se altera.

Rafael: Queria que você tentasse identificar isso aí.

Rafael: Primeiro, me diz, as duas caixas têm velocidade, a da caixa da esquerda e a da direita?

Estudante: A da esquerda, tem.

Estudante: E a da direita?

Rafael: Olha para a direita lá.

Rafael: Tem velocidade a caixa da direita?

Estudante: Eu acho que ela...

Rafael: Ela está com 20, não é?

Rafael: Isso, ela tem 20 metros por segundo de velocidade.

Rafael: Então, as duas caixas têm velocidade.

Rafael: Agora, qual delas a velocidade está mudando?

Estudante: Aqui, está zero.

Estudante: Aqui, mudou.

Rafael: Mudou ou não?

Rafael: Mudou.

Rafael: Quanto que está agora?

Estudante: 20...

Estudante: E esse daqui?

Estudante: Esse aqui, o número aqui.

Estudante: Esse aí é zero, não é?

Estudante: É zero.

Rafael: Isso, ele está mudando?

Rafael: O que é mudar, primeiro

Rafael: Você sabe o que significa mudança

Estudante: Mudar é quando vai um número

Rafael: Troca os números, não é

Estudante: Troca os números.

Rafael: Então, agora, olha de novo.

Rafael: Vê qual das duas telas, esses números que representam a velocidade, está mudando, está trocando os números.

Estudante: Acho que é o...

Rafael: Tem que trocar o número.

Rafael: Trocar, não é?

Estudante: Isso.

Estudante: Os dois, é o certo?

Estudante: Os dois

Rafael: Não, não são os dois que estão mudando, não.

Rafael: Você tem que olhar e me dizer qual que está mudando os números.

Estudante: Qual que está mudando os números?

Rafael: Então, olha para cá e me diz, você consegue identificar os números.

Rafael: Esse daqui está mudando.

Estudante: Esse aí qual é?

Estudante: É o lado esquerdo.

Rafael: É o lado esquerdo.

Rafael: Agora, beleza.

Rafael: Sabendo que o da esquerda está mudando, eu queria que você tentasse se identificar agora o que tem de diferente da esquerda para a da direita.

Estudante: O da direita está mudando.

Rafael: Isso, o da direita não está mudando, mas olhando aqui para o da esquerda, o que você acha que está acontecendo aqui que faz com que a velocidade dessa caixa mude?

Rafael: O que tem de diferente nessa imagem aqui da esquerda em relação a essa que a gente pode tentar identificar como sendo causador dessa mudança?

Estudante: Porque está indo, não é?

Estudante: E o número está mudando.

Estudante: Está trocando o número.

Rafael: Está trocando.

Rafael: O que acontece, Estudante

Rafael: Para que tenha mudança em quem?

Rafael: Na velocidade?

Rafael: Na velocidade.

Rafael: Sempre que a velocidade sofrer mudança, significa dizer que uma força está sendo aplicada.

Rafael: Quem é que está aplicando essa força olhando para a imagem?

Rafael: Você consegue identificar quem é que está aplicando essa força

Rafael: Essa força?

Rafael: É.

Estudante: Você está aplicando?

Rafael: Não, não sou eu.

Rafael: Olhando para o computador aqui.

Estudante: Ele está empurrando lá.

Estudante: Quem que está empurrando

Estudante: Ele aqui, o boneco aqui.

Rafael: O boneco está empurrando.

Rafael: Então, empurrar a caixa é a mesma coisa que aplicar uma força sobre ela.

Estudante: Entendi.

Rafael: Aí quando ele aplica uma força, olha lá.

Rafael: Ele não está empurrando a caixa?

Estudante: Está.

Rafael: Olha o que acontece com a velocidade.

Rafael: Ela está igual ou ela está mudando?

Estudante: Ela está mudando.

Estudante: Ela está mudando.

Rafael: Por quê?

Rafael: Uma força está sendo aplicada.

Rafael: Então, sempre que a velocidade mudar, o valor da velocidade sofrer mudança, significa dizer que uma força está sendo aplicada.

Rafael: Por exemplo, se você quiser trazer aquela cadeira, qual é a velocidade daquela cadeira ali agora que está atrás de você?

Rafael: Ela..

Rafael: Qual é a velocidade dela agora?

Estudante: A velocidade dela?

Rafael: Qual é a velocidade dela?

Rafael: Quanto que vale?

Estudante: 50?

Rafael: Não.

Rafael: Ela está parada ou está em movimento?

Estudante: Ela está parada.

Rafael: Se ela está parada, qual é a velocidade?

Rafael: É zero.

Rafael: Isso.

Rafael: Então, se a gente quiser mudar aquela velocidade ali, eu tenho que fazer o quê?

Rafael: Eu tenho que aplicar uma força naquela cadeira.

Rafael: Você consegue mudar aquela velocidade ali, Estudante?

Estudante: Sim.

Rafael: Consegue ou não?

Rafael: Sim.

Rafael: Então, vai lá e muda a velocidade dela para mim.

Rafael: Pronto, agora traz ela para cá, para perto da gente.

Rafael: Senta nessa cadeira agora.

Rafael: Bom, o que você teve que fazer para mudar a velocidade dela, Estudante?

Estudante: Aí eu peguei ela, ela andou e eu sentei.

Rafael :É, você arrastou ela até aqui.

Estudante: Eu arrastei ela até aqui.

Rafael: E isso de arrastar significa dizer que você aplicou uma força.

Estudante: Uma força.

Rafael: Uma força.

Rafael: E aí, quando você aplicou essa força, o que aconteceu com a velocidade da caixa?

Rafael: Ela mudou ou ela permaneceu igual?

Rafael: Ela mudou.

Rafael: Ela mudou, né?

Rafael: A gente não sabe quanto foi porque a gente não estava medindo esse valor, mas você concorda que ela mudou?

Rafael: Mudou.

Rafael: Então, quem é que causou a mudança na velocidade dela?

Rafael: Foi uma?

Estudante: Foi uma novacidade.

Estudante: Não.

Estudante: Novacidade

Rafael: Não.

Rafael: Velocidade foi o que mudou.

Rafael: Que mudou.

Rafael: Quem é que...

Rafael: Qual foi o causador da mudança na velocidade?

Estudante: É...

Estudante: É outro nome.

Estudante: É que eu não estou lembrando.

Estudante: É força.

Estudante: É força.

Estudante: É força.

Rafael: Isso.

Rafael: Agora, o que é interessante, Estudante?

Rafael: Que sempre que a velocidade está mudando, a gente diz que esse corpo, esse objeto que está sofrendo mudança na velocidade, ele tem aceleração.

Rafael: Então, o que é aceleração?

Rafael: É a grandeza que a gente chama...

Rafael: Que a gente denomina...

Rafael: Que a gente usa para descrever o quanto a velocidade muda.

Rafael: Então, sempre que a velocidade estiver mudando, significa o que?

Rafael: Significa dizer que ele tem aceleração.

Rafael: Está bom?

Estudante: Está bom.

Rafael: Então, mudou a velocidade, tem aceleração?

Estudante: Tem.

Rafael: Se a velocidade não mudar, tem aceleração?

Estudante: Tem.

Rafael: Exatamente.

Rafael: Muito bom, Estudante.

Rafael: Agora, vamos lá.

Estudante: Botar lá no mesmo lugar, não é?

Rafael: Pode colocar a cadeira no lugar que estava.

Rafael: Vamos lá.

Rafael: Só um minutinho que eu vou mudar aqui a Aplicação Atividade, está bom?

Rafael: Sim.

Rafael: Muito bem, Estudante.

Rafael: Se aproxima aqui do microfone, Estudante.

Rafael: Vamos lá.

Rafael: Vamos ver as duas telas aí, a da esquerda e a da direita.

Rafael: O que é que eu preciso que você me diga?

Rafael: Qual objeto você enxerga na da esquerda?

Rafael: Só aqui em cima, está bom?

Rafael: Essa parte de baixo aqui, não precisa olhar.

Rafael: Só aqui em cima.

Rafael: Que objeto é esse aí?

Estudante: É a terra, aqui.

Estudante: Não, aqui.

Rafael: É o balde.

Rafael: É o balde.

Rafael: O quê?

Rafael: E da direita?

Rafael: É a caixa.

Rafael: Exatamente.

Rafael: Agora, eu preciso que você me diga o seguinte.

Rafael: Em qual dos dois, qual dos dois objetos, da esquerda ou da direita, existe a aceleração?

Rafael: Lembra?

Rafael: A aceleração é o quê?

Rafael: É quando a velocidade muda.

Estudante: Muda.

Rafael: Qual dos dois tem aceleração?

Rafael: O da esquerda ou o da direita?

Rafael: Primeiro olha para o da direita e me diz, a velocidade está mudando?

Estudante: Tem 16 e 8 ali.

Rafael: Está mudando?

Estudante: Não.

Rafael: Pode falar perto do microfone.

Estudante: Não está mudando.

Rafael: E a velocidade do monitor da esquerda?

Rafael: Está mudando ou não?

Estudante: Da esquerda está mudando.

Rafael: Então, significa dizer que qual dos dois tem aceleração?

Estudante: É o da esquerda que tem aceleração.

Rafael: Isso, muito bem.

Estudante: Como é que você percebeu isso, Estudante?

Rafael: Que o da esquerda tem aceleração?

Estudante: É que ele está certo, a terra está levando e o número está mudando.

Rafael: E esse número representa quem?

Rafael: A A, V?

Estudante: A velocidade.

Estudante: Velocidade.

Rafael: Isso, muito bom, Estudante.

Rafael: Agora, Estudante, olhando para a tela da direita, esse aqui não tem aceleração.

Rafael: Você já me respondeu isso.

Rafael: O que a gente poderia fazer para fazer com que essa caixa aí, que está na tela da direita, parasse?

Rafael: Parasse?

Estudante: É.

Rafael: Consegue pensar em alguma coisa?

Rafael: Se fosse você, se essa caixa estivesse se mexendo perto de você e alguém estivesse pedindo para você pará-la, o que você faria?

Estudante: Acho que eu parara também.

Rafael: Não, a caixa.

Estudante: A caixa.

Rafael: O que você faria para parar a caixa?

Estudante: Para parava a caixa.

Rafael: Como?

Estudante: Apertando no botão aí.

Rafael: Mas e se fosse uma caixa real?

Estudante: Caixa real?

Rafael: É, se ela estivesse aqui, no chão aqui, o que você faria?

Estudante: Eu deixaria ela parada, né?

Rafael: Deixaria ela parada?

Rafael: Mas como é que você a pararia?

Rafael: Por exemplo, agora aqui, olha.

Rafael: Isso aqui é o que eu estou mexendo?

Estudante: É uma pochete.

Rafael: É uma pochete, né?

Estudante: Pochete.

Rafael: Então, eu quero que você pare ela.

Rafael: Como é que você vai parar ela?

Rafael: Pode fazer aí se quiser.

Rafael: Como é que você faria?

Estudante: Aí faz assim, né!?

Estudante: E eu estou empurrando ela.

Rafael: Eu quero que você me diga como você faz para pará-la.

Rafael: Ah, aí segura assim, ó.

Estudante: Aí ela parou.

Rafael: Isso que você fez agora aqui, segurar a pochete, o que significa isso?

Rafael: O que você está fazendo... uma?

Estudante: Paração.

Rafael: Uma paração?

Rafael: É, como é o nome dessa paração que você falou aí?

Estudante: Uma comparação.

Rafael: Não, não.

Rafael: Comparação não.

Rafael: Vamos lá para a palavra que você usou.

Rafael: Você usou paração.

Estudante: Paração.

Rafael: Isso, então você aplicaria essa ação aí de colocar a mão sobre ela.

Rafael: Não foi isso que você fez?

Estudante: Foi.

Rafael: E isso aí é você aplicar uma força.

Estudante: Uma força.

Rafael: Isso

Rafael: E isso é aplicar uma força.

Rafael: Então, quando você aplica uma força, quando você aplicou uma força aqui sobre a caixa, o que que aconteceu com a velocidade da caixa?

Rafael: Ela se manteve constante ou ela diminuiu?

Estudante: Ela ficou constante.

Estudante: Não.

Estudante: Ela diminuiu.

Rafael: Isso, olha aqui, ó.

Rafael: Vai lá, faz de novo, ó.

Rafael: Isso, o que que você fez aí?

Estudante: Eu parei.

Rafael: Você fez com que ela parasse.

Rafael: E para isso você aplicou uma?

Estudante: Uma força.

Rafael: Uma força.

Rafael: Essa força fez com que a velocidade dela?

Estudante: Parasse.

Rafael: Parasse, ela fosse para zero, né?

Rafael: Então, se a velocidade dela mudou, a gente pode dizer que ela tem uma...

Rafael: Qual é o nome da grandeza quando tem mudança na velocidade?

Estudante: Uma comparação?

Rafael: Não.

Rafael: É uma?

Estudante: Volicidade.

Rafael: Não, a velocidade dela mudou.

Estudante: Mudou.

Rafael: É outro nome que eu te falei agora há pouco

Estudante: É parado, que é zero.

Estudante: É aceleração.

Rafael: É aceleração, né?

Rafael: Sempre que mudar a velocidade, ele tem...

Estudante: Aceleração.

Rafael: Isso, ele tem aceleração.

Rafael: E quem é que provocou a aceleração?

Rafael: Foi uma?

Estudante: Foi uma volicidade.

Rafael: Não, não.

Estudante: Foi uma paração.

Estudante: Força.

Estudante: Uma força.

Rafael: Exatamente.

Rafael: Uma força.

Rafael: Então, tá jóia.

Estudante: Uma força.

Rafael: Isso, muito bom, Estudante.

Aplicação Encontro3

Rafael: Estudante, vamos começar agora a Aplicação Atividade 3, tá bom?

Estudante: Tá bom!

Rafael: Lembra de falar aqui próximo do microfone, tá?

Estudante: Tá!

Rafael: Eu quero que você observe a tela da esquerda e da direita.

Rafael: Tá bom?

Estudante: Tá bom!

Rafael: E me diga em qual das duas o objeto aí, a velocidade dele não está mudando.

Rafael: A velocidade é constante.

Estudante: Aquela tá mudando. Aquela ali...

Rafael: Aquela tá mudando ali, é a tela da esquerda.

Estudante: A esquerda tá mudando.

Rafael: Ok, e qual que não está mudando?

Estudante: É a da direita.

Rafael: Ok, então a tela da esquerda está mudando e a da direita não está mudando.

Rafael: Qual é o valor da velocidade do objeto da direita?

Rafael: Da direita.

Estudante: É a "volicidade".

Rafael: Então, qual é a velocidade da direita?

Rafael: Olha para a tela da direita, Estudante.

Estudante: A da direita?

Rafael: Qual é a velocidade dele?

Estudante: É 10.

Rafael: Agora me diga o que você faria, calma. Primeiro que objeto é isso aí, você sabe?

Estudante: Uma geladeira.

Rafael: Isso, é uma geladeira, né?

Estudante: É...

Rafael: O que você faria aí para mudar essa velocidade, Estudante?

Estudante: Para ela parar, né?

Rafael: Você pode fazer com que ela pare, mas para ela parar você tem que aplicar o que sobre ela?

Rafael: O que que muda a velocidade?

Estudante: Ela fica a zero.

Rafael: Isso, ela vai para zero se ela parar, ótimo.

Rafael: Mas me diga o que é que muda a velocidade dela?

Rafael: Como é que a gente pode fazer com que ela muda?

Rafael: O que eu aplico sobre a geladeira para alterar essa velocidade dela para zero?

Rafael: É uma?

Estudante: É uma "volicidade".

Rafael: Não, velocidade é o que ela tem, você já falou que ela tem.

Estudante: Ah!

Rafael: Lembra da cadeira ali, se você quiser tirar a cadeira que estava ali atrás, você falou isso na outra aula.

Rafael: O que você aplica sobre a cadeira?

Rafael: Uma?

Estudante: Uma... Pá... Uma...

Estudante: Uma autorização?

Rafael: Não, autorização não, Estudante.

Rafael: Lembra, você faz o que?

Rafael: Descreve a ação para mim, vamos esquecer o nome então do que é.

Rafael: Como é que você faria para trazer ela para cá?

Estudante: É.. Puxa ela aí uma força.

Estudante: Uma força.

Rafael: Isso, uma força.

Estudante: Uma força.

Rafael: Ótimo, então se a gente quiser parar aquela geladeira ali, você tem que aplicar sobre ela o que?

Estudante: Uma geladeira, uma força.

Rafael: Aí essa força faria com que a velocidade dela fosse para quanto aí?

Estudante: Para "vocolidade". Para "vocolidade".

Rafael: Não, a força ia fazer com que a velocidade, acontecesse o que com a velocidade?

Estudante: Que a "vocolidade" aumenta.

Rafael: Pode ser, aí se a velocidade aumenta, significa dizer que ele está tendo o que agora?

Rafael: A?

Estudante: A força.

Rafael: A força está provocando a mudança na velocidade, mas aí, significa dizer que eu tenho a...?

Estudante: Uma "vocolidade".

Rafael: Uma aceleração.

Estudante: Aceleração.

Rafael: A força provoca mudança na velocidade.

Estudante: A aceleração.

Rafael: Isso, e aí provoca nela também, faz com que ela fique também acelerada.

Estudante: Acelerada.

Rafael: Tá bom, Estudante.

Rafael: É... Agora, Estudante, na tela da esquerda, espera aí, só um minutinho, Estudante.

Rafael: Calma aí, tá bom?

Estudante: Tá bom.

Rafael: Deixa eu só organizar aqui o exercício 3.

Rafael: Pronto, Estudante, eu quero que você olha aqui para a tela da esquerda e me diga se a velocidade do objeto... Que objeto é aquele ali, Estudante?

Estudante: É um boneco puxando, empurrando a água.

Rafael: Que a água está dentro de quê?

Estudante: Dentro de um balde.

Rafael: Isso, dentro de um balde.

Rafael: Então me diga, Estudante, na tela da esquerda, se a velocidade desse balde aí está aumentando, ou se ele está diminuindo, ou se é constante.

Estudante: Ele está diminuindo.

Rafael: Olha com calma, Estudante.

Estudante: Ele tá aumentando.

Rafael: Por que você está me dizendo que está aumentando?

Estudante: Que a "volicidade" é constante.

Rafael: Não, não, Estudante.

Rafael: Olha para cá, olha.

Rafael: O que está acontecendo com o número aqui?

Estudante: Ah, o número tá mudando.

Rafael: Está mudando para mais ou para menos, Estudante?

Estudante: Para mais.

Rafael: Isso, para mais.

Rafael: Quanto que é esse número aqui?

Rafael: Vinte e quanto?

Estudante: Vinte e dois agora.

Rafael: E vai acontecer o quê?

Rafael: Veja que número é agora

Estudante: Vinte e três.

Rafael: E agora, Estudante?

Estudante: Vinte e quatro.

Rafael: E agora?

Estudante: Vinte e cinco.

Rafael: Então o número está?

Estudante: Aumentando.

Rafael: Isso, a velocidade do balde está? Au...

Estudante: A... autorização.

Rafael: Aumentando, Estudante.

Estudante: Tá aumentando.

Estudante: Está aumentando.

Rafael: É isso, está aumentando aí, Estudante.

Rafael: Deixa eu arrumar agora aqui a Aplicação Atividade.

Rafael: O exercício, na verdade, quatro.

Rafael: Tá bom?

Estudante: Tá bom.

Rafael: Só um minutinho, tá bom, Estudante?

Rafael: Só mais um minutinho que está abrindo aqui, tá, Estudante?

Estudante: Tá bom.

Rafael: A internet aqui é um pouco lenta, não é, Estudante?

Estudante: Está lenta.

Rafael: Vamos lá, Estudante?

Rafael: Vamos lá, agora que está organizada a Aplicação Atividade quatro.

Rafael: Me diga o seguinte, Estudante, que objeto que você tem aí na tela da direita?

Rafael: Fala aqui perto do microfone, está bom?!

Rafael: Isso, na tela da direita, Estudante.

Rafael: Que objeto é esse ali?

Estudante: É um skate.

Rafael: Com quem sobre o skate, Estudante?

Rafael: O que tem em cima do skate?

Estudante: É uma lixeira.

Rafael: Isso, muito bem, uma lixeira, não é, Estudante?

Estudante: É

Rafael: Tá...

Rafael: Qual é a velocidade desse skate?

Rafael: Onde que você lê a velocidade, Estudante?

Estudante: É a bolinha.

Estudante: Onde que você lê?

Estudante: Ah, é aqui, 10 e o zero.

Rafael: 10, pronto, 10 metros por segundo ali, não é?

Rafael: Está ótimo

Rafael: Pergunta, Estudante, essa velocidade tá mudando ou ela é constante?

Estudante: Ela... ela.. ela... ela.. ela tá mudando.

Rafael: A velocidade?

Estudante: (inaudível) Aqui, a terra está virando assim, está devagar.

Rafael: Isso, mas isso aí é a posição da lixeira que está sofrendo mudança, não é?

Estudante: Mudança.

Rafael: E se a posição está mudando, significa dizer que ele tem..

Rafael: V.

Estudante: "Volicidade".

Rafael: Isso.

Rafael: Agora a pergunta é, essa velocidade tá mudando ou ela é constante?

Rafael: Olha para cá, tá mudando ou é constante?

Rafael: Olha para a tela.

Estudante: Acho que ela tá...

Estudante: Ela tá... ela tá.. ela tá... ela tá constante.

Rafael: Ela tá constante, exatamente.

Estudante: Ela está constante.

Rafael: Ela está constante, ela não muda.

Rafael: Então agora eu quero que você aplique uma força, Estudante.

Rafael: Como é que você vai aplicar uma força?

Rafael: Você vai pegar o mouse aqui e vai clicar em uma dessas setas aqui.

Rafael: Pode ser uma seta que esteja apontando para a direita ou para a esquerda, você escolhe.

Rafael: Só me diz para que lado você está aplicando, está bom?

Rafael: Para a esquerda ou para a direita aí?

Estudante: É, para a esquerda.

Rafael: Exato.

Rafael: O que está acontecendo agora com a velocidade, Estudante?

Rafael: Olha lá para a velocidade e me diz, ela está constante ou ela está mudando?

Estudante: Ela tá mudando.

Rafael: Ela tá aumentando ou está diminuindo a velocidade?

Estudante: Ela tá mudando.

Rafael: Ela está mudando, mas ela está diminuindo ou ela está aumentando?

Estudante: Ela tá aumentando, mas tá diminuindo.

Rafael: Isso, agora vamos lá.

Rafael: Diminuiu a velocidade, né?

Rafael: Está certo, Estudante.

Rafael: Para você fazer com que essa velocidade diminuísse, né, sofrer essa mudança, o que você precisou fazer sobre essa lixeira?

Rafael: Você lembra?

Rafael: Você aplicou uma?

Estudante: Uma "volicidade".

Rafael: Não, não é velocidade.

Rafael: Para mudar a velocidade, a gente aplica o quê?

Estudante: Quando puxa, né?

Rafael: Você puxa, como é o nome dessa ação?

Estudante: Puxar.

Rafael: Puxar.

Estudante: Puxar é um?

Estudante: É uma?

Rafael: É uma...

Rafael: Uma f...

Estudante: Uma força.

Estudante: Puxar é uma força, é um puxar.

Rafael: Exatamente, você teve que aplicar sobre a lixeira uma?

Estudante: Uma força.

Rafael: Exatamente

Rafael: Essa força provocou uma?

Rafael: A?

Estudante: Aceleração.

Rafael: Exatamente.

Estudante: Aceleração.

Rafael: Exatamente

Rafael: Então, tá bom, Estudante.

Rafael: A gente vai parar por hoje, está bom?

Rafael: Você gostou das Aplicação Atividades?

Estudante: Gostei.

Encontro4

Rafael: Vamos lá Estudante. Me conta que objetos que você tá vendo aí na tela do computador?

Estudante: uma bola.

Rafael: Que cor que é essa bola?

Estudante: vermelha.

Rafael: E o que mais?

Estudante: uma pena.

Rafael: Que cor que é a pena?

Estudante: É branca.

Rafael: Muito bom Estudante. Me diga aí qual é a velocidade da bola vermelha?

Estudante: É...

Rafael: Vou mudar a pergunta. Não vou mudar a pergunta

Estudante: A força.

Rafael: Essa bola ela está parada ou em movimento?

Estudante: Ela tá parada.

Rafael: Quando um objeto está parado qual é a velocidade que ele tem?

Estudante: É um volicidade.

Rafael: Não. Qual é a velocidade de quem tá parado?

Estudante: É zero.

Rafael: Isso. A velocidade é zero. Agora, o que que a gente vai fazer: vamos soltar essa bola vermelha e essa pena aí. O que que vai acontecer Estudante, quando a gente soltá, ela vaiiii?

Silêncio

Estudante: Uma força.

Rafael: Não. Não. Quando você solta alguma coisa o que que acontece com isso que você soltou?

Estudante: Ela cai.

Rafael: Ela cai. Se ela cai, a velocidade dela vai mudar?

Estudante: Vai.

Rafael: Vai mudar. Se velocidade muda significa dizer que ela tem o que? Umaa?

Jose: Uma volicidade.

Rafael: Não. A velocidade ela tem. Ótimo. Agora, se a velocidade muda ela passa a ter uma?

Estudante: Uma força.

Rafael: Não. Ainda não. Num é que ela passa a ter uma força.

Estudante: ahh ...um outro nome é...

Rafael: Isso. Que nome é esse que ela passa a ter?

Estudante: ...puxa...puxa

Rafael: Não é bem esse ainda. Vai lá. Começa com A.

Estudante (Risos) Aceleração.

Rafael: Isso. Ela passa a ter uma: aceleração. Agora, o que é que provoca essa aceleração?

Estudante: Uma força.

Rafael: Exatamente. Aí sim. É uma força, tá?

Estudante: Tá

Rafael: É aí vamos olhar o que que acontece aqui no vídeo? Soltei. Olha o que que começou a acontecer, tá vendo? Que que tá acontecendo ali? Elas estão? Elas estão caindo, né? Olha lá ó, o vídeo. Elas estão caindo, né? Tanto a pena quanto a bola. Tá vendo? Muito bom. Agora que força é essa que faz com que elas caiam, Estudante? É uma força que a gente chama de força peso.

Estudante: Peso. Peso.

Rafael: Essa força peso faz com que os objetos caiam. Então tudo o que você solta vaii? cair. E vai cair pra onde?

Estudante: pra baixo.

Rafael: Que é o que? onde é que é? Como é o nome disso?

Estudante: É o chão. É cair pro chão.

Rafael: Então as coisas caem para o, chão, né? E o nome da força é uma força: peso.

Estudante: Peso, peso.

Rafael: Ela é uma força que atrai todas as coisas que você enxerga atrai elas p'ra onde? Para o?

Estudante: pro chão.

Rafael: Isso. Atraem pro chão, tá? E o nome dessa força, é forçaaa?

Estudante: Peso

Rafael: Então, sempre que alguma coisa cair é porque a força peso está atuando sobre ela. Tá bom?

Estudante: Tá bom.

Rafael: Vamos lá. Vou pegar esse objeto aqui. Que objeto é esse aqui? É uma?

Estudante: É uma.

Rafael: Fala alto, tá bom?

Estudante: Uma tampa, uma tampa.

Rafael: Isso. Isso aqui é uma tampa. Uma tampa de um pincel. Que a gente faz o que com esse pincel?

Estudante: ele escreve no quadro.

Rafael: Exato. É a tampa dum pincel que escreve no quadro. Muito bem. Olhando pra ele aqui agora: eu tô segurando ele, certo?

Estudante: certo.

Rafael: o que que vai acontecer se eu soltar a tampa desse pincel

Estudante: È... vai cair.

Rafael: Ela vai cair. E quem é que vai fazer com que esse pincel caia?

Estudante: É... vai... uma,ua,ua aceleração.

Rafael: Ele passa a ter a aceleração porque,

Estudante: ele passa aceleração.

Rafael: Ele passa a ter aceleração porque a velocidade mudou, num é? Agora a velocidade dele é quanto?

Estudante: ... é zero.

Rafael: É zero. Ele tá parado, então, né? Quando eu soltar ele passa a ter velocidade, num passa?

Estudante: Passa.

Rafael: Então, ele tem uma aceleração como você disse. Mas quem é que provoca aceleração?

Estudante: Uma força.

Rafael: Isso. É uma força. Né? E que força é essa?

Estudante: ...uma ace, uma ace

Rafael: Uma força? É a força? Peso.

Estudante: Peso, peso.

Rafael: É a força peso. Nós falamos dela agora a pouco. É a força peso. Essa força peso faz com que as coisas... caiam e elas caem pra onde?

Estudante: pro chão.

Rafael: Exatamente. Então sempre que alguma coisa tá indo em direção ao chão, tá caindo em direção ao chão, é porque qual força tá agindo? A força?..

Estudante: ... a forçaaa...

Rafael: Peso.

Estudante: peso, peso.

Rafael: Então quando as coisas estão caindo? quem é que faz com que as coisas caiam? a força?

Estudante: Peso

Rafael: Isso. Muito bem, Estudante. Então tá bom. Vou parar aqui, tá bom? Brigado aí pela aula...

Encontro 5

Rafael: Vamos lá Estudante? Para nossa Aplicação Atividade número 5.

Rafael: Então o que é que está vendo ali na tela do computador?

Rafael: Pode falar um pouco mais alto Estudante. Tem uma linha e o que mais?

Rafael: No final da linha tem o quê?

Estudante: Tem isso aqui que vai ser um objeto.

Rafael: Esse objeto é de que cor?

Estudante: Azul.

Rafael: Azul, né? Tal ok Estudante!

Rafael: Agora a minha pergunta para você é o seguinte: qual é a velocidade agora de esse objeto? Primeira coisa, ele está parado ou ele está em movimento?

Estudante: Está parado.

Rafael: Se ele está parado, quanto que vale a velocidade?

Estudante: É zero, zero, zero.

Rafael: Bom, se a velocidade dele é zero ele tem aceleração, Estudante.?

Estudante: Serra.

Rafael: Quando tem a aceleração é quando a velocidade muda, né?

Rafael: A velocidade dele está mudando?

Estudante: Ah não.

Rafael: Se a velocidade dele não está mudando então a aceleração é igual a quanto?

Estudante: é zero, é zero, é zero

Rafael: como a velocidade não muda a aceleração é zero. Agora deixa eu te fazer uma pergunta Estudante. E a força? O que vai acontecer com ele? Se eu soltar esse objeto aqui.

Estudante: Aí vai ter a velocidade.

Rafael: Aí ele passa a velocidade.

Rafael: Então a velocidade dele é zero e ele passa a velocidade.

Rafael: Então se a velocidade dele está mudando, é porque alguma coisa está agindo sobre ele. Como é o nome disso que age e provoca essa mudança na velocidade?

Estudante: A velocidade dele é a força.

Rafael: E que força é essa? Você lembra que força é essa?

Estudante: A força do peso.

Rafael: A força do peso, exatamente. A força peso, ótimo.

Rafael: Vamos olhar aqui o que acontece?

Rafael: Vou soltar, tá bom?

Rafael: E aí, Estudante, você acertou? E aí?

Estudante: Acertei

Estudante: Ele caiu.

Rafael: Acertou, ele caiu.

Rafael: Agora eu queria que você olhasse para esse movimento que esse objeto está realizando. Você sabe que o movimento é esse aí, Estudante?

Estudante: É. O movimento. Vai lá para cá. Vai para lá e para cá.

Rafael: Isso é um movimento pendular que a gente...

Estudante: Pendula, né?

Rafael: É, um movimento pendular.

Rafael: É, mas não precisa se preocupar não, tá bom?!

Rafael: O que é importante, você sabe? Que esse movimento aí está acontecendo, mas existe um ponto aí desse movimento que não muda. Você consegue apontar para mim o qual é a parte desse movimento aí que permanece fixa? Não exatamente desse movimento, mas de todo esse sistema aqui. A parte do sistema todo aqui na tela do computador, que não se altera, que a posição dele não muda hora nenhum.

Rafael: Deixa eu aproximar o computador para ficar mais fácil para você. Qual parte aí é fixa, Estudante? Que não muda a posição.

Estudante: A linha que está mudando, né?

Rafael: O objeto azul também está mudando, mas existe uma parte que não muda. Que não muda, né?

Rafael: Que não muda, permanece fixa. Você consegue olhar e ver essa parte aqui e continua aí o tempo todo. Ele não muda... Não, o que que não mudou?

Tem em coisas aí que estão mudando, né? Por exemplo, o pêndulo ele está indo para lá, para cá, para lá... O pêndulo muda a posição dele, né? Agora existe um ponto aí que permanece fixa.

Estudante: Fície.

Rafael: Isso, o que que permanece fixo? O que que não muda a posição? O que que continua parado?

Estudante: É aqui, né?

Estudante: Aqui fica o parado, né?

Rafael: Coloco o dedo em cima para eu ver.

Rafael: Isso aí no meio, no centro, aí, ótimo.

Rafael: Esse ponto aí, Estudante, que está parado, que está no meio como você bem observou, é o que nós chamamos de eixo de rotação.

Estudante: Eixo de rotação

Rafael: Exatamente. E aí, esse eixo de rotação, Estudante, ele é importante, a gente identificá-lo, porque quando as coisas estão girando, quando as coisas estão rotacionando, girando, elas rotacionam e giram um torno desse eixo de rotação.

Rafael: Calma, apagou aqui a tela do computador!

Rafael: Então sempre que alguma coisa estiver girando, gira em torno de um eixo de rotação, esse ponto aqui é um ponto fixo. Então você vai ter que fazer sempre o que, quando alguma coisa estiver girando, ou tiver a tendência de girar, identificar o que é que no sistema não muda, quando a rotação acontece.

Rafael: Por exemplo: quando eu... Você consegue identificar alguma coisa aqui nessa sala que rotaciona? Só que gira.

Estudante: Aqui está ali, aqui na nossa frente.

Estudante: O que é a máquina?

Estudante: Aquela ali está atrás do vidro ali.

Rafael: Não, aquela ali não. Ele é um climatizador. O climatizador,

Estudante: que ele é um acionador.

Rafael: Olha só que a tela desse computador, você está vendo que ela gira ali? Me diz onde é o eixo de rotação dessa tela do computador.

Estudante: Ai, você que empurre, ela gira.

Rafael: Ela está girando, está vendo aqui? Lembra até o movimento do objeto? Me mostra onde é o eixo de rotação dessa tela. O que é que permanece fixo? Vou colocar de lado aqui. O que permanece fixo quando eu estou girando a tela, Estudante?

Estudante: A gir.

Rafael: O que permanece fixo aí vai nesse movimento? Você consegue identificar? É em torno desse ponto fixo que a tela gira. Então, foi fixo.

Estudante: Ponto fixo.

Rafael: Isso, ponto fixo.

Rafael: Você consegue identificar aí?

Rafael: Não precisa tentar explicar pra mim o que é não, só identifique.

Estudante: Esse.

Rafael: Pode apontar de novo?

Estudante: Esse, esse, esse, esse, né!?

Rafael: Olha o direitinho aí.

Rafael: Exatamente esse ponto aqui na base da tela que você apontou aí, é o que chamamos de eixo de rotação.

Rafael: Agora tem mais coisas nessa sala que giram, nessa sala que giram, que rotacionam, Estudante.

Estudante: Ah, cadeira.

Rafael: A cadeira gira. Agora eu quero que você pega a cadeira dessas que giram, pega um aí. Traz ela aqui pra frente da que você está sentado.

Rafael: Isso. Agora tenta me dizer onde é, não precisa me falar, me explicar o que é não. Quero que você tente apontar pra mim, onde está o eixo de rotação dessa cadeira?

Estudante: É, é que eu não tenho que ficar em vida.

Rafael: Não é não?

Rafael: Gira a cadeira pra você ver uma coisa.

Rafael: Deixa as rodinhas paradas, tá bom? Porque se não fica muito difícil você entender.

Fica com a rodinha parada e só coloca a cadeira pra girar. Só a parte que você se senta. Aqui, não é que você... Isso, faz só essa parte aí e girar.

Rafael: Não, assim, não. Aí você está fazendo outro movimento que chamamos de translação.

Rafael: Não vamos nos preocupar com ele.

Rafael: O que eu estou fazendo aqui, tá vendo?

Rafael: Você agora está conseguindo rotacionar a cadeira.

Rafael: É exatamente isso aí. Agora eu quero que você olhe pra cadeira de novo, quando ela está girando, pode ser a que eu estou girando agora. E me diga onde está o eixo de rotação desse cadeira? Olha pra mim, aqui fica mais fácil. Coloca a mão aí nessa parte, embaixo da cadeira pra mim, ver se você está acertando.

Rafael: Exatamente, aí, desse aí é o eixo de rotação dessa cadeira que a gente usa pra sentar, né? Senta aí de novo. Olha isso, arrume a cadeira, deixa a cadeira organizar.

Rafael: Agora tem mais coisas aqui na sala. Você consegue olhar o eixo de rotação. Agora tem mais coisas aqui na sala. Você consegue olhar pra mais algum coisa que gira em torno de algum ponto.

Estudante: Que é que ele não quer ver, que ele não quer ver.

Rafael: O que? Não, preto, não. Tem mais coisas. Você não consegue observar nada, não? E aquilo ali laranja não gira, não? Ali, como é o nome daquilo ali laranja?

Estudante: Porta.

Rafael: Ela gira? Em torno de algum ponto?

Estudante: É, se faz isso, abre.

Rafael: Exatamente, se você... Ela agora está fechada, né?

Estudante: Fecha.

Rafael: Se você for lá e abrir a porta, ela não vai girar? Agora eu quero que você vá lá e faça isso. E minha aponte de lá, onde é o eixo de rotação dela?

Rafael: E isso, essa parte onde você está apontando, vai ser o eixo de rotação da porta.

Rafael: E qual era a velocidade da porta antes de abrir? Antes de você abrir, ela estava parada, ela estava em movimento.

Estudante: Ah, parada, era zero.

Rafael: Era zero, né?!

Rafael: É. Pra você abrir essa porta, Estudante, você precisou fazer o que, pra tirar ela desse estado de parada.

Estudante: Eu abri.

Rafael: Mas abrir significa aplicar uma?

Estudante: Uma função.

Rafael: Não, não é função, não. Ok.

Rafael: Como é o nome disso que a gente aplica pra mudar o estado de repouso das coisas?

Rafael: É uma?

Estudante: Um sensidade.

Rafael: Não. É uma?

Rafael: É o que? Fo?

Estudante: Uma força.

Rafael: E isso é uma força.

Rafael: Então você aplicou uma força. Então quando existe um eixo fixo, dependendo de onde a gente aplica força, Estudante, a gente vai conseguir fazer com que ela gire. Tá bom? Aqui no caso você está aplicando a força onde? Como é o nome disso aqui?

Rafael: É uma... Maçaneta. Maçaneta da porta. Tá bom?

Rafael: Então, tá bom, Estudante.

Encontro 6

Rafael: Vamos lá, Estudante.

Rafael: É... Olhando aqui para a tela do computador, a gente tem um balanço aí na tela. Certo?

Estudante: Certo?

Rafael: Sim.

Rafael: Toda essa parte aqui é o balanço, tá bom?

Estudante: Tá bom.

Rafael: E aí aqui no canto a gente tem dois extintores.

Rafael: Você sabe para que serve o extintor, Estudante?

Estudante: É para botar fumaça... aí ele saí fumaça, aí, aí, aí...

Rafael: Hum...

Rafael: O que a fumaça faz no extintor?

Estudante: Fumaça...

Rafael: Apaga o fogo.

Estudante: Apaga o fogo.

Rafael: E que objeto é isso aqui?

Estudante: A lixeira.

Rafael: Exatamente.

Rafael: Então nós temos a balança, dois extintores e a lixeira.

Rafael: O que eu quero que você faça aí?

Rafael: Eu quero que você identifique para mim onde está o eixo de rotação desse balanço.

Estudante: É zero.

Rafael: Não.

Rafael: Onde está o eixo de rotação?

Estudante: Rotação...

Rafael: O eixo de rotação ele permanece...

Estudante: (ininteligível)

Rafael: Isso, exatamente.

Estudante: Aí vai mexendo, para o lado para o outro, fica no mesmo lugar.

Estudante: Exatamente.

Rafael: A balança sobe e desce, mas ele permanece no mesmo...

Estudante: Mesmo lugar.

Rafael: Mesmo lugar.

Rafael: Ótimo.

Rafael: O que que eu quero que você me responda agora.

Rafael: Essa balança aí, ela está parada ou ela está se movimentando?

Estudante: Ela tá parada.

Rafael: E quando está parada, qual é a velocidade?

Estudante: É zero.

Rafael: Ótimo.

Rafael: Excelente, Estudante.

Rafael: Agora me responde uma pergunta.

Rafael: Se por acaso eu colocar um extintor do lado direito dessa balança...

Rafael: Você consegue apontar o lado direito aí para mim?

Estudante: O lado direito é esse.

Rafael: Exatamente.

Rafael: Esse daí.

Rafael: Se eu quiser colocar um extintor do lado direito, o que que vai acontecer com o lado direito da balança?

Rafael: O que que a gente vai observar com ele?

Estudante: O lado direito...

Rafael: É, se eu colocar aqui, oh, vou colocar um extintor aqui, o que que vai acontecer com esse lado aqui?

Estudante: Ele vai descer.

Rafael: O lado direito vai descer.

Rafael: Ele vai descer em direção aonde?

Estudante: O chão aqui, ó.

Estudante: O chão.

Rafael: O chão, né?

Rafael: Então vai lá, faz isso aí e me diz se você está certo aí.

Rafael: Pega o extintor, clica com o botão...

Rafael: Isso!

Rafael: Arrasta ele e põe aí do lado direito.

Estudante: Botei...

Rafael: E você acertou?

Estudante: Acertei.

Rafael: Ótimo.

Rafael: Excelente.

Rafael: Acertou.

Rafael: Estudante, quando você colocou o extintor aí sobre a balança do lado direito, a velocidade da balança mudou?

Estudante: Mudou.

Rafael: Mudou?

Estudante: Mudou.

Rafael: Então o que fez essa velocidade mudar?

Rafael: Foi uma...?

Estudante: Foi um... Foi um...

Estudante: A "volicidade".

Rafael: Não, a velocidade mudou.

Estudante: (ininteligível)

Rafael: Mas quem faz a velocidade mudar?

Estudante: É a força.

Rafael: E que força foi que fez a velocidade mudar?

Estudante: A força e o...

Rafael: Como é o nome da força?

Rafael: Ela tem um nome.

Rafael: Começa com "P".

Rafael: Força P...

Estudante: Peso... Força peso.

Rafael: Isso.

Rafael: Força peso.

Rafael: Excelente.

Rafael: Bom, Estudante, você viu que quando você colocou esse objeto aqui na balança, a balança, ela girou?

Rafael: Você viu isso?

Estudante: Vi..

Rafael: Percebeu?

Rafael: E aí você não me disse também que quem fez isso foi a força peso?

Estudante: Foi.

Rafael: Sempre que uma força tem a tendência de girar as coisas, a gente diz que existe um torque atuando.

Rafael: Tá?

Rafael: É.

Rafael: Quando você abriu e fechou a porta agora há pouco ali, a porta não girou também?

Rafael: Girou.

Rafael: Você não aplicou uma força para abrir a porta e para fechar a porta?

Estudante: É...é...

Rafael: Não foi?

Estudante: Foi..

Rafael: Então também existia um torque associado a esse movimento de rotação ali.

Rafael: Tá bom?

Estudante: Tá bom.

Rafael: Então quando as coisas estão girando em torno de um eixo fixo.

Rafael: É... Eu digo que existe um torque atuando para que isso aconteça.

Rafael: Tá bom?

Rafael: Tá bom.

Rafael: Então aqui nesse caso, qual foi a força que atuou para que essa balança girasse?

Rafael: Foi a força? Você falou agora pouco.

Estudante: Peso.

Rafael: Foi a força peso.

Rafael: Isso. Muito bem!

Rafael: Agora eu vou colocar aqui uma situação e aí eu quero que você me ajude a responder, tá bom?

Rafael: Espera um pouquinho para eu poder organizar aqui.

Rafael: Vamos lá, Estudante.

Rafael: Você tem duas telas aí.

Rafael: Você tem a tela da esquerda e a tela da direita.

Rafael: Certo?

Rafael: Quais são os objetos que estão no balanço das duas telas?

Rafael: Que objeto é esse aqui?

Rafael: É um?

Estudante: É um "cistô".

Rafael: Isso.

Rafael: É um extintor.

Rafael: Ótimo.

Rafael: E aqui também é um extintor na tela da direita?

Estudante: É um "cistô".

Rafael: É um quê?

Estudante: É um "cistô".

Rafael: Isso.

Rafael: É um extintor.

Estudante: Extintor...

Rafael: Exato.

Rafael: Muito bom.

Rafael: O que eu quero que você me diga?

Rafael: Qual está mais perto do eixo de rotação?

Rafael: O extintor da esquerda ou da direita?

Estudante: Da esquerda.

Rafael: Da esquerda está mais perto?

Rafael: Olha direito.

Estudante: Ah, o da direita.

Estudante: O da direita está mais perto.

Rafael: Você consegue explicar para mim o porquê?

Rafael: O que é mais perto ali?

Rafael: Onde está o eixo de rotação?

Rafael: Coloca o dedo lá sobre ele.

Estudante: É aqui, oh. É a estação.

Rafael: O eixo de rotação permanece parado lá durante o movimento de rotação.

Estudante: Ele está parado aqui, oh.

Rafael: Isso.

Rafael: Então o que está mais perto desse lugar aqui?

Rafael: Esse extintor aqui da direita ou esse extintor da esquerda?

Rafael: Qual que é a distância que é menor?

Rafael: É daqui para cá, que é o da esquerda, ou daqui para cá, que é o da direita?

Estudante: Menor.

Rafael: Menor, que é mais curta.

Estudante: É o da esquerda.

Estudante: O da esquerda é longe, né?

Rafael: O da esquerda é longe.

Rafael: Oh, se o da esquerda é longe, o da direita é o quê?

Estudante: É... é curto.

Rafael: É curto, pronto.

Rafael: Então o da direita está mais curto, certo?

Rafael: Agora o que a gente vai fazer?

Rafael: Eu vou colocar o extintor de volta aqui no chão, nas duas situações.

Rafael: E aí eu quero que você me diga em qual das duas situações a balança vai chegar mais rápido no chão, tá bom?

Rafael: Então vamos lá.

Rafael: Eu vou começar aqui pelo extintor da direita, tá bom?

Rafael: Olha onde eu estou colocando o extintor aqui.

Rafael: No mesmo lugar que ele estava, né?

Rafael: Tenta observar quanto tempo ele demora, se o movimento é rápido, tá bom?

Rafael: Agora eu vou colocar aqui, Estudante, o extintor na balança da esquerda, tá bom?

Rafael: No mesmo lugar que ela estava antes.

Rafael: Tenta novamente observar o tempo que demora para chegar, tá?

Rafael: Qual dos dois você percebeu que chegou primeiro ao chão, Estudante?

Rafael: O extintor, a balança da esquerda ou a balança da direita?

Rafael: Vou fazer de novo.

Rafael: Quem chega mais rápido no chão?

Estudante: Foi o da esquerda que chegou mais rápido.

Rafael: Foi o da...?

Estudante: Esquerda.

Rafael: Ótimo, Estudante.

Rafael: O da esquerda chegou mais rápido.

Rafael: Estudante!

Estudante: O da direita foi um pouquinho.

Estudante: Foi devagarzinho, né?

Rafael: Isso, foi devagarzinho, né?

Rafael: Muito bom.

Rafael: Estudante, agora você consegue me explicar a diferença de uma situação para a outra?

Rafael: O que você acha que tem de diferente aí?

Estudante: Diferente dos dois, né?

Rafael: É, por que que esse da esquerda chegou mais rápido que o da direita?

Estudante: Porque o da esquerda... é... chegou mais rápido.

Estudante: Porque ele é o "cistô".

Rafael: É, o extintor da esquerda.

Rafael: Mas ambos são extintores ali, todos dois tem a mesma massa, o mesmo peso.

Rafael: O que que mudou de uma situação para outra aí, que você acha?

Estudante: É do peso, né?

Rafael: É, o peso em si é o mesmo, né?

Rafael: Mas é porque tem uma coisa que difere os dois aqui.

Rafael: O que que difere os dois?

Estudante: (ininteligível)

Rafael: Olha pra cá, tá na tela do computador.

Rafael: O que que mudou de um para o outro?

Estudante: Aí quando abre a porta, quando abre a porta e bota a mão lá, ele fica parado.

Rafael: O eixo fixo permanece parado.

Rafael: Mas o que que acontece aqui, Estudante?

Rafael: Tá vendo que o extintor da esquerda aqui tá mais longe do eixo de rotação?

Rafael: Quanto mais longe você tá do eixo de rotação, Estudante, mais fácil é pra força fazer com que esse objeto rotacione, gire.

Rafael: Esse aqui não tá pertinho?

Estudante: Tá.

Rafael: Como ele tá pertinho, é mais difícil pra ele, pra essa força fazer com que a balança rotacione.

Estudante: Entendi...

Rafael: Então, quanto mais longe você tá do eixo que é fixo, do que não muda, lá no sistema. É... mais fácil vai ser pra você movimentá-lo, tá bom?

Estudante: Tá bom.

Rafael: E quanto mais perto você tá, mais difícil é fazer com que ele se movimente.

Rafael: Tá... É por isso que o eixo de rotação lá na porta fica na parede, e o lugar onde você abre fica do outro lado, né?

Estudante: Ficou do outro lado.

Rafael: Fica o mais longe possível do eixo de rotação, tá bom?

Rafael: Porque quanto mais longe tá, mais fácil é pra você abrir.

Rafael: Entendeu isso, Estudante?

Estudante: Entendi.

Rafael: Então tá bom.

Rafael: Vamos encerrar essa Aplicação Atividade aqui, tá?

Estudante: Tá...

Rafael: E aí daqui a pouco, depois do intervalo, a gente volta.

Encontro 7

Rafael: Vamos lá, Estudante.

Rafael: É... Vamos começar aqui a Aplicação Atividade 7.

Rafael: E aí eu queria que você indicasse inicialmente, Estudante, onde é que está o eixo de rotação dessa balança aí?

Estudante: Aí quando eu boto um negócio aqui, aí... aí ela, ela...

Rafael: Pode falar mais alto.

Rafael: Quando você coloca um negócio de um lado...

Estudante: Ela abaixa.

Rafael: E aí o eixo de rotação faz o quê?

Estudante: Ela abaixa ou fica para cima?

Rafael: Isso é a balança.

Estudante: Balança...

Rafael: Mas e o eixo de rotação?

Estudante: Aí o permanente fica reto, fica no mesmo lugar.

Rafael: Fica no mesmo lugar.

Rafael: Isso, ótimo.

Rafael: Fica no mesmo lugar.

Rafael: Muito bem.

Rafael: Aponta ele, por favor, para mim, Estudante.

Estudante: Isso.

Rafael: Qual cor é essa aí? Tu sabe?

Estudante: É branco.

Rafael: Branco, né! É um cinza bem clarinho.

Rafael: Pode ser branco mesmo, né!? Tá bom!

Rafael: É... Agora me responde o seguinte.

Rafael: Essa balança aí, ela está em movimento ou ela tá parada?

Estudante: Ela tá parada.

Rafael: Ela tá parada!

Rafael: Se ela está parada, qual é a velocidade dela, Estudante?

Estudante: É zero.

Rafael: Isso.

Rafael: Agora, e se a gente pegar um extintor, Estudante, e colocar no lado esquerdo da balança?

Rafael: O que vai acontecer com esse lado esquerdo se a gente colocar um extintor do lado esquerdo dele?

Rafael: Ele vai permanecer onde está?

Rafael: Ele vai subir?

Rafael: Ele vai descer?

Rafael: O que vai acontecer com ele?

Estudante: Colocar ele... Vai subir.

Rafael: O lado esquerdo vai fazer o quê?

Estudante: Ele vai descer. O lado esquerdo.

Rafael: O lado esquerdo vai descer.

Rafael: Muito bem.

Rafael: E o lado direito?

Estudante: O lado direito vai subir.

Rafael: Ótimo.

Rafael: Faz aí, para mim, faz esse teste aí e vamos ver se você está certo.

Rafael: Pega um extintor, arrasta ele e coloque no lado esquerdo da balança.

Rafael: Exato.

Rafael: Pode soltar.

Rafael: E aí, acertou?

Estudante: Acertei.

Rafael: O lado esquerdo desceu?

Estudante: Desceu...

Rafael: Caiu, né, o lado esquerdo.

Rafael: E o lado direito?

Estudante: O lado direito subiu...

Rafael: Foi para cima, né?

Estudante: Sim...

Rafael: Exato.

Rafael: Agora, é.... Estudante, depois que a gente colocou o extintor aqui, depois que você colocou o extintor aqui do lado esquerdo, houve mudança na velocidade?

Rafael: Estava parado, que você me falou, certo?

Rafael: Quando você colocou, mudou a velocidade?

Estudante: Mudou. Mudou...

Rafael: Quem fez a velocidade mudar?

Rafael: Foi uma...

Estudante: Foi um peso.

Rafael: Isso.

Rafael: Foi a força...

Estudante: Foi a força peso.

Rafael: Exatamente.

Rafael: Foi a força peso que fez com que ela mudasse.

Rafael: Isso.

Rafael: Fala perto do telefone aí mesmo, do microfone do telefone.

Rafael: Muito bom.

Rafael: E, Estudante, você consegue pensar em alguma ação necessária para que a balança ficasse reta outra vez?

Estudante: É...

Rafael: O que você vai fazer?

Rafael: Me diz o que você está fazendo, tá bom?

Estudante: Eu vou botar esse aqui, oh.

Rafael: O que é isso aí? É um...

Estudante: É um "cistrô".

Rafael: Extintor.

Estudante: Extintor.

Rafael: Exatamente.

Rafael: É um extintor.

Rafael: Pode fazer isso.

Rafael: Você vai colocar ele aonde?

Estudante: Aqui.

Rafael: De que lado você está colocando ele?

Estudante: Vou botar ele aqui, do lado direito.

Rafael: Lado direito.

Rafael: Coloque e veja se ela vai ficar reta de novo.

Rafael: Você tem que colocar ela aonde aí?

Estudante: Aqui ela está devagar, né?

Estudante: Tem que botar ela mais aqui assim.

Rafael: Exatamente.

Rafael: Aí mesmo.

Rafael: E aí, ela ficou reta outra vez?

Estudante: Ficou reta.

Rafael: Ficou?

Estudante: Ficou.

Rafael: Muito bom, Estudante.

Rafael: Agora, Estudante, o que que acontece?

Rafael: Nesse caso aí, onde você tem uma balança, quando você colocou o extintor aqui no lado esquerdo, ela não girou?

Estudante: Ela girou, mexeu assim.

Rafael: Ela mexeu, né?

Rafael: O lado esquerdo foi para baixo, o lado direito da balança foi para cima.

Rafael: Subiu, né?

Estudante: Foi.

Rafael: Então, uma força atuou sobre a balança. Não foi? Fazendo com que ela girasse?

Estudante: Foi.

Rafael: Então, existiu um torque aí.

Rafael: A gente até falou disso na última aula.

Rafael: Então, sempre que você tem um sistema em que ele rotaciona como essa balança aqui, que ele gira, né?

Rafael: Ela não gira, a balança?

Estudante: Gira.

Rafael: Sempre que isso acontece, para que você tenha ela reta, ou seja, que ela fique em equilíbrio ali, como ela está agora, a gente precisa ter a mesma quantidade de força/peso de um lado que do outro.

Rafael: Quando isso acontece, a mesma quantidade de peso que está de um lado está do outro, e eles estão na mesma posição, estamos vendo aqui que a distância desse extintor para o eixo de rotação é a mesma que do extintor da direita para o eixo de rotação.

Rafael: Está vendo que eles estão na mesma distância aqui em relação ao eixo de rotação?

Rafael: Então, essas distâncias sendo iguais e os pesos sendo iguais, a força peso sendo igual, a gente vai ter um sistema de equilíbrio, tá bom?

Rafael: Então, é importante você ter isso em mente.

Rafael: Para que ela fique retinha igual a como ela está agora, é necessário que você tenha a mesma coisa de um lado e a mesma coisa do outro, tá bom?

Rafael: E eles estejam exatamente na mesma distância, para que o torque das duas sejam iguais, tá bom?

Rafael: Vamos fazer um outro exercício aqui?

Rafael: Bom, você tem uma balança aqui, certo?

Rafael: Nessa balança tem um tijolinho aqui, para ver nesse tijolinho você estava com o extintor, né?

Rafael: Agora a gente tem um tijolinho aqui.

Rafael: O que eu quero que você faça, Estudante?

Rafael: Eu quero que você use esses tijolinhos aqui que estão aqui na direita, tá vendo?

Rafael: Têm vários.

Rafael: Você vai me dizer quantos tijolinhos você vai colocar e onde eles devem ser colocados para que a balança fique em equilíbrio, ela fique reta, tá bom?

Rafael: Me diz aí quantos e onde ele tem que ser posto para que ela fique em equilíbrio novamente, ela fique reta, tá?

Estudante: Ela fique reta...

Rafael: Isso, ela fique reta.

Rafael: Vai lá.

Rafael: Me mostra aí.

Estudante: É, pega isso.

Rafael: Não sei, olha o que você tem na balança e olha para o que você está pegando.

Rafael: Vê se var dar certo. Pensa direitinho.

Rafael: Você está pegando quantos tijolinhos?

Estudante: Cinco.

Rafael: É cinco. É o mesmo que tem lá?

Estudante: É.

Rafael: Lá tem 5, né?

Rafael: 5 quilos que tem lá, não é isso?

Rafael: Deu certo?

Estudante: Deu não.

Rafael: O que deu errado aí, Estudante?

Estudante: Eu botei, aí ele subiu e aí ele desceu.

Rafael: Isso, um lado subiu e o outro desceu.

Rafael: Mas o que você pode fazer agora, já que um subiu e o outro desceu, para que eles fiquem retos?

Rafael: Olha direitinho onde que tá o tijolinho do lado direito e onde você colocou o tijolinho do lado esquerdo.

Estudante: É aqui, olha. É isso.

Rafael: Não.

Rafael: Olha para a balança.

Rafael: Não se distrai não.

Estudante: É o cinco [olha para balança]. É o cinco. Né!?

Rafael: O que está diferente aí, Estudante?

Estudante: Aqui, ele subiu. Né?

Rafael: É...

Estudante: E aí ele desceu.

Rafael: Sim, ele subiu e desceu.

Rafael: Mas onde que você colocou o da esquerda e onde que está o da direita?

Rafael: Veja se está no mesmo lugar.

Estudante: O da direita é aqui, olha.

Estudante: É bem aqui o da direita.

Rafael: E o que você colocou?

Rafael: Está em qual?

Estudante: Tá bem aqui, oh, no final.

Rafael: E aí, o que você tem que fazer para que ele fique reto?

Estudante: Eu tenho que botar aqui, nessa direção.

Rafael: E isso aí é ...?

Estudante: Sete.

Rafael: E o da direita está em qual?

Estudante: Em sete.

Rafael: Isso, está no sete.

Rafael: Então faz isso aí para ver se vai dar certo.

Estudante: Ou "coisei" aqui.

Rafael: Calma aí que eu vou arrumar para você.

Rafael: Tá... Vai coloca.

Rafael: E agora, Estudante?

Rafael: Deu certo?

Estudante: Deu.

Rafael: Deu?

Rafael: O que você fez para dar certo?

Estudante: Agora, (ininteligível).

Rafael: Pode falar mais perto aqui do telefone.

Estudante: Agora, [o quê que você fez?] [botei no lugar e ficou reto.

Rafael: Que lugar que você colocou ele aí?

Estudante: No sete.

Rafael: E o da direita, você colocou o quê?

Rafael: Em que lado?

Estudante: Na esquerda.

Rafael: E o tijolinho do lado direito está em que posição?

Estudante: Em posição sete.

Rafael: Você viu que elas estão na mesma posição?

Rafael: Quando você colocou na posição oito, que era uma posição diferente, você viu que ele não ficou em equilíbrio?

Rafael: Isso, ele ficou em desequilibrado.

Rafael: Então tá bom, Estudante.

Rafael: A gente termina a aula por aqui, tá?

Estudante: Tá.

Rafael: E depois a gente marca outra. Tá bom?

Aplicação Encontro 8

Rafael: Vamos lá Estudante, então Estudante, a gente vai fazer essa Aplicação Atividade agora, tá bom? E tenta falar a próximo microfone para poder gravar, tá?

Rafael: O que é que eu preciso que você faça? Tá vendo esse equipamento aqui na sua frente?

Estudante: Tô vendo.

Rafael: Isso é uma balança, certo?

Estudante: Certo.

Rafael: Eu preciso que você inicialmente indique para mim onde que está o eixo de rotação dessa balança? Pode apontar com o dedo, tá bom? Onde é que está o eixo de rotação,

Estudante?

Estudante: O eixo de rotação?

Rafael: É, o eixo de rotação, pode apontar para mim, por favor. Onde é que é o eixo de rotação, hein? Lembra?

Estudante: É esse.

Rafael: Isso, o eixo de rotação é esse aí, tá certo, Estudante. Agora eu preciso que me responda o seguinte, essa balança aí, ela está em repouso ou em movimento?

Estudante: Ela está em repouso.

Rafael: Ela está em repouso, ótimo.

Rafael: Se ela está em repouso, qual é a velocidade dela, Estudante?

Estudante: A velocidade dela é correto.

Rafael: Não, qual é a velocidade?

Rafael: Se ela está em repouso, qual é a velocidade dela agora? É um número.

Estudante: É zero.

Rafael: Exatamente, é zero, ela não tem velocidade agora, né? Então a velocidade dela vai ser igual a zero. Excelente.

Rafael: Agora o que eu quero que você faça? Eu quero que você pegue uma peça azul dessas que estão aí na sua frente e coloque ela no número oito dessa balança. Do lado direito, tá

bom? O que aconteceu, Estudante? O que aconteceu quando você colocou a peça do lado direito? O que aconteceu com o lado direito da balança?

Estudante: Ela caiu, ela desceu.

Rafael: Ela caiu, ela desceu, né? Ótimo, agora quem é responsável por fazer as coisas caírem?

Estudante: É...

Rafael: É uma?

Estudante: É uma correção.

Rafael: Não.

Rafael: É uma?

Estudante: É o que?

Rafael: É uma? Começa com.

Estudante: Ah, ah, é um

Estudante: Que cai no chão é

Rafael: Quem é que faz as coisas caírem no chão?

Estudante: É uh, é u..

Rafael: É uh.

Estudante: É o negocio lá..

Rafael: Não, não pode usar essa palavra negócio lá, não. Começa com 'F' É uma? For?

Estudante: A força que cai..

Rafael: Isso, e agora qual é a força que faz as coisas caírem?

Estudante: A voricidade.

Rafael: Não.

Estudante: É uma.

Rafael: A força começa com o 'p'.

Estudante: A força... que vem.

Rafael: Não.

Estudante: A força que blocalica.

Rafael: Não.

Rafael: A força começa com o 'p', Estudante. Tem que se forçar.

Rafael: Como é o nome dessa força, começa com o pé.

Estudante: Força. Força.

Rafael: Força. P.

Estudante: Força peso.

Rafael: Isso, é a força peso, exatamente, né?

Rafael: Agora, Estudante, eu quero que você pense o seguinte. Pode tirar a peça daí do número cinco. Se a gente colocar uma peça no número sete, o quê que nós vamos observar, Estudante? O quê que vai ser observado se uma peça azul for posicionada no número sete do lado direito? O quê que vai acontecer com o lado direito?

Rafael: Não pega na peça ainda, tá bom?

Estudante: Tá bom.

Rafael: Quero que você pense no quê vai acontecer quando você posicionar a peça no número sete?

Estudante: Ela vai ficar reto.

Rafael: Você vai colocar uma peça no número sete, a balança vai ficar igual ela tá agora, ela vai descer, o quê que vai acontecer com ela?

Estudante: Ou ela vai descer, ou ela vai...

Rafael: Você só pode dar uma resposta.

Estudante: Ela vai ficar alta, um desses dois.

Rafael: Não, você só pode dar uma. Ou ela vai ficar reta ou ela vai descer. Você me diga qual é?

Estudante: Ela vai ficar reta ou ela descer.

Rafael: Você está me dando duas respostas Estudante, só pode dar uma.

Estudante: Ah..é só uma.

Rafael: Colocando a peça no número sete. Você acha que ela vai ficar do jeito que ela tá agora reta, em equilíbrio? Ou você acha que ela vai descer?

Estudante: Vai ficar reto.

Rafael: Você acha que ela vai ficar reta?

Estudante: Isso.

Rafael: Pega uma peça azul agora e coloca pra ver se ela vai ficar reta.

Rafael: E aí você acertou?

Estudante: Não, errei.

Rafael: Você errou né?

Estudante: É que ela ia descer.

Rafael: O certo era ter dito que ela ia?

Estudante: Ela ia descer.

Rafael: Ela ia descer né.

Rafael: Então ela a balança ficou em equilíbrio nessa situação aí?

Rafael: Equilíbrio é quando?

Estudante: Equilíbrio é quando fica reto.

Rafael: Ela tá reta agora?

Estudante: Tá não.

Rafael: Então se ela não está reta. Agora ela está em equilíbrio?

Estudante: Ela está em repouso.

Rafael: Ela está em repouso agora.

Rafael: Realmente ela está em repouso. Mas voltando à pergunta.

Rafael: Ela está em equilíbrio? E ela está reta agora?

Estudante: Tá não.

Rafael: Então sempre que um lado está mais baixo que o outro, significa dizer que ela não está em equilíbrio né?

Estudante: É.

Rafael: Isso. Ok, então a gente viu que quando uma peça é posicionada apenas em um lado a balança não fica em equilíbrio. Correto?

Estudante: Correto.

Rafael: Então tá bom. Agora tire a peça aí no número 7.

Rafael: Ótimo. Agora o quê eu preciso que você faça. Preciso que você coloque uma peça no número 8 do lado direito.

Estudante: Aqui né?!

Rafael: Exatamente. O número 8.

Rafael: E agora eu preciso que você pense em uma situação, onde você vai escolher um número aqui do lado de esquerdo da balança, que vai de número 1 ao número 10. Onde você vai pegar uma outra peça azul e posicionar em um desses números aqui de forma que a balança fique em equilíbrio.

Estudante: Tá.

Rafael: Então você vai pegar uma peça, qualquer uma que você queira, pode escolher. Tem que escolher um número. Você vai antes de colocar, eu preciso que você me diga qual é o número que você está colocando à peça tá bom.

Estudante: É o que número?

Rafael: Não, você que vai me dizer qual é.

Rafael: Qual é a condição? A balança tem que ficar em equilíbrio. E... Quando ela fica em equilíbrio? É isso que você tem que pensar. Tá, ok.

Estudante: É o oito.

Rafael: É em qual número?

Estudante: Oito.

Rafael: Então, bom, coloca a peça azul no número 8, pra gente ver se vai dar certo.

Rafael: E aí, você acertou você?

Estudante: Acertei.

Rafael: Certo, né?! É. Muito bem, Estudante! Ótimo. Então tá bom. Nós encerramos essa Aplicação Atividade aqui. Tá bom? Vou dar uma pausa aqui no áudio.

Estudante: A peça número 8.

Rafael: É isso aí.

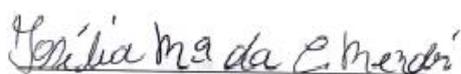
APÊNDICE C — Autorização

Nos documentos apresentados a seguir, constam importantes informações sobre o estudante participante deste estudo. De forma ética, houve um consentimento esclarecido da família e da direção da escola para a aplicação desta pesquisa. O nome do estudante, entretanto, permanece em sigilo para preservação de sua identidade.

Eu, _____, portadora do CPF: _____, autorizo meu filho _____ matriculado no Colégio Estadual Cora Coralina na 2ª série B a participar de pesquisa em nível de mestrado desenvolvida pelo professor e servidor Rafael Costa Campos, portador do CPF nº _____.

Autorizo também fotos e gravações de vídeos da imagem do meu filho sem ônus e restrições. As atividades serão desenvolvidas durante o horário de aula em que ele está matriculado e tem por objetivo aplicar metodologias e estratégias que promovam o melhor desenvolvimento do estudante.

Águas Lindas de Goiás, 18 de março de 2022


Assinatura do responsável

APÊNDICE D – Relatório escolar




NOME: _____
DATA DE NASCIMENTO: _____
SEXO: Masculino
NOME DA MÃE: _____
RESPONSÁVEL: A própria mãe
SÉRIE: 8º ano
RELATÓRIO MÉDICO: Deficiência Mental
TIPO DE PROBLEMA: Tem dificuldade na aprendizagem.

RELATÓRIO DO 1º SEMESTRE DO ANO LETIVO ESCOLAR 2019

Relato do professor da sala comum: O aluno frequenta o 8º ano do Ensino Fundamental, embora esteja em processo de alfabetização. Está em processo de evolução na aprendizagem. Atende às atividades que lhe são propostas, porém sem entender, possui organização pessoal, não consegue estabelecer vínculos sociais produtivos em sala de aula.

A. Intervenção e interação afetiva, social e familiar:
 A família demonstra interesse e preocupação em relação às dificuldades apresentadas pelo filho, na aprendizagem, tem consciência que, não consegue acompanhar o desenvolvimento dos demais alunos da sua faixa etária. Conta muito com ajuda da escola e procuram acompanhar as poucas atividades que realiza. O aluno tem relatório médico e faz uso de medicação controlada.

B. Observação descritiva das diversas situações escolares:
 Apresenta **interesse** na realização das atividades que lhe são apresentadas, consegue concentrar-se por muito tempo em uma só atividade.

Não apresenta dificuldades na disposição para a realização de atividades com jogos e materiais lúdicos, consegue formar algumas palavras com ajuda de quebra-cabeça, domino e no computador, porém sem saber o que se diz, requerendo acompanhamento constante e sistemático.

Percepção visual, preservada, identifica-se com atividades que envolvam a memória visual, como quebra-cabeça, jogo da memória e atividades similares.

Percepção e memória auditiva, aparentemente preservada, no entanto demonstra muito interesse pelas coisas, sons diferenciados ou ruídos externos, fatores externos não lhe chamam atenção.

Percepção de diferenças e semelhanças, preservado, possui boa observação, quando consegue ater-se por minutos às atividades, mas somente as apresentadas de maneira lúdica, nada que envolva registro.

Orientação temporal – Preservada. Orienta-se adequadamente em termos de tempo e espaço.

Habilidades Motoras. - Desenvolvida, pois o aluno realiza as atividades propostas, de forma, organizada e com vontade

Pensamento lógico – Necessita de apoio constante do professor e de recursos lúdicos. Não possui clareza de ideias e fluência em termos de construção do pensamento.

Expressão criativa – Tem interesse. Normalmente constrói e realiza atividades que envolvam a expressão de criação ou expressão artística e possui estrutura organizacional em termos de ideias e de criação.

Linguagem e comunicação oral – Bem calmo raramente estabelece diálogo com alguém, suas atitudes orais, quando falamos com ele.

Linguagem e comunicação escrita - Não registra palavras complexas só simples, há envolvimento com as atividades de rotina do contexto de sala de aula.

Raciocínio lógico-matemático – Necessita de material concreto para realizar as operações de soma e subtração, ainda não construiu o conceito de dezena. Precisa de acompanhamento constante para poder realizar atividades básicas e simples.

As dificuldades apresentadas porção notórias. Acredita-se que ao frequentar a sala de Inclusão

, exista a oportunidade de um atendimento mais focado nas dificuldades específicas do mesmo, contribuindo assim para os avanços na conquista de sua autonomia e aprendizagem. O trabalho com atividades diferenciadas e específicas contribuirão no processo de desenvolvimento de habilidades do aluno, contexto este difícil de ser trabalhado junto aos demais alunos na sala regular.

Atenciosamente,

APÊNDICE F – Relatório médico

 **Mônica**
Centro Clínico, Medicina Diagnóstica
Data de Nascimento: 10/12/1998

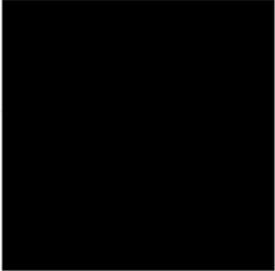
Rua 25, Lote 27, Quadra 13, CEP 72015-135
Jardim Brasília, Águas Lindas de Goiás, GO
Telefone: +55(61)3618-9100
contato@santamonica diagnostico.com.br
www.santamonica diagnostico.com.br

LAUDO MÉDICO PSIQUIÁTRICO

PACIENTE PORTADOR DO QUADRO DIAGNÓSTICO CID 10 F71 , APRESENTANDO DIFICULDADE DE APRENDIZADO, FAZ ACOMPANHAMENTO REGULAR COM USO DE RISPERIDONA 2 MG (1.0.1) + CITALOPRAM 20MG (1.0.0) .

NO MOMENTO APRESENTANDO CONTROLE DOS SINTOMAS COM O TRATAMENTO EM USO, NECESSITA APOIO PEDAGOGICO (MONITORIA) , DEVIDO SUA DEFICIENCIA INTELECTUAL.

08/08/2018



APÊNDICE G — Relatório pedagógico

Relatório pedagógico

Este relatório pedagógico visa apresentar as principais observações e resultados do desempenho acadêmico do estudante que participou da pesquisa, durante os meses de março de 2022 a novembro de 2023.

A seleção do estudante participante desta pesquisa foi feita em conjunto com meu orientador, a partir da análise de laudos de dois estudantes. Ambos estavam matriculados na 2ª série do ensino médio no ano de 2022 no Colégio Estadual Cora Coralina, escola em que estou lotado. Optamos por selecionar aquele que apresentava um quadro de desenvolvimento escolar de maior comprometimento.

Feita essa seleção, e no decorrer da pesquisa tornou-se evidente o interesse do estudante em aprender, seu ímpeto e força de vontade revelaram uma capacidade de superação admiráveis, soma-se ainda uma cordialidade em seu tratamento com todos, o que lhe é próprio. Tais características certamente tornam o processo de aprendizagem mais rico e efetivo, não apenas para o estudante, mas também para mim. Sem dúvida suas virtudes serão sempre um exemplo e inspiração.

Observações pedagógicas

O estudante apresentou um bom desenvolvimento nas operações de soma e subtração, demonstrando habilidade para realizar cálculos envolvendo centenas e ampliando sua capacidade de contar e escrever até 300. Em relação ao conteúdo de estática abordado nesta pesquisa, ele demonstrou habilidade para formular hipóteses, analisar resultados e propor soluções para possíveis erros. Além disso, ele estabeleceu relações entre os conceitos abordados nas aulas e situações do mundo real, sendo capaz de aplicá-los em contextos relacionados ao seu cotidiano.

Vale destacar a importância de se ter oferecido apoio pedagógico adequado, em especial destaque a personalização das estratégias metodológicas, pois a partir dessa perspectiva foi possível explorar as potencialidades do estudante, demonstrando que sua deficiência não é um obstáculo para o seu desenvolvimento.

