

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS

O VETORAMA COMO FERRAMENTA DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE
CONCEITOS DE MECÂNICA
NO ENSINO MÉDIO

Eliane Alves Pereira

RECIFE, AGOSTO DE 2009

Eliane Alves Pereira

**O VETORAMA COMO FERRAMENTA DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE
CONCEITOS DE MECÂNICA NO ENSINO MÉDIO**

**Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Ensino das Ciências (PPGEC), da
Universidade Federal Rural de
Pernambuco, como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Mestre em Ensino das Ciências.**

Mestranda: Eliane Alves Pereira

Orientadora: Helaine Sivini Ferreira, Dra.

Co-Orientadora: Heloísa Flora Brasil Nóbrega Bastos, PhD.

RECIFE, AGOSTO DE 2009

**O VETORAMA COMO FERRAMENTA DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE
CONCEITOS DE MECÂNICA NO ENSINO MÉDIO**

Eliane Alves Pereira

COMISSÃO EXAMINADORA:

Presidente: _____
Profª. Helaine Sivini Ferreira, Drª. (UFRPE)

1º Examinador: _____
Prof. Antônio Carlos da Silva Miranda, Dr. (UNICAP)

2º Examinador: _____
Prof. Alexandre Cardoso Tenório, Dr. (UFRPE)

3º Examinador: _____
Profª. Heloisa Flora Brasil Nóbrega Bastos, PhD. (UFRPE)

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação a todos os cientistas e estudiosos, em particular aos professores educadores que imortalizam o conhecimento através do ensino.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, a inteligência maior, criador de toda existência. O grande vetor de minha vida.

Aos meus pais João e Djanira (in memoriam) e a todos meus ancestrais que me estimularam com suas lembranças tão presentes em minha vida.

Em especial à professora Helaine Sivini Ferreira, que mesmo passando por tantas dificuldades, não me abandonou. Atuando como um vetor: orientando-me, deu sentido e magnitude a esta pesquisa.

A professora Heloisa Flora Brasil Nóbrega Bastos minha sincera gratidão por todas as contribuições dadas na construção desta pesquisa e durante minha formação acadêmica nesta instituição de ensino.

Ao gentil professor Paulo de Lima Figueiredo pela atenciosa contribuição prestada no desenvolvimento do resgate histórico necessário para esta pesquisa.

Às minhas irmãs e meus irmãos que me apoiaram em mais uma etapa da minha vida.

Ao Cordeiro pela compreensão, carinho e apoio. Meu amor, amigo e companheiro.

A minha sobrinha professora Karlla Alves Cavalcanti pelas contribuições dadas, durante o período de seleção para ingresso no Mestrado, à digitação do pré-projeto.

A todos os professores Doutores do mestrado que contribuíram de forma significativa para minha formação, destacando as professoras: Maria

Marly de Oliveira, Josinalva Estacio Menezes, Zélia Maria Soares Jófili e Ernande Barbosa da Costa, por socializarem seus conhecimentos, encorajando-nos durante todo o curso.

Aos amigos Ana Paula Bruno e Abdias por toda colaboração: nas leituras, caronas e por tudo.

À direção, à professora de física da turma (Ana Paula Bruno) e aos alunos do 1º Ano “A” do ensino médio da Escola Estadual Ministro Jarbas Passarinho pela disponibilidade com que me acolheram.

À amiga Ana Paula Bezerra da Silva pelo carinho e incentivo durante todas as jornadas do curso, mesmo à distância.

Ao amigo – irmão Décio da Silva Melo por toda colaboração, compartilhando alegrias, angústias e esperanças.

À amiga Shirley e suas colaboradoras por todo o apoio carinhoso, principalmente nos momentos em que mais precisei.

À professora Eneri Saldanha de Albuquerque Coutinho pela ajuda amiga em fragmentar por partes esta dissertação para envios.

À Noemia Patrícia Ferreira Batista da Silva, pelas contribuições nos conhecimentos de informática úteis à conclusão deste trabalho.

A Jerry, Jane, Vera e Nilva pela atenção, amizade e colaboração.

Aos meus colegas do mestrado, não só aos da minha turma (2007) como a todos que tive a felicidade de conhecer e compartilhar essa jornada, colaborando no exercício de ser cristão.

A todos e todas, obrigada!

**“Educar é saber viver no mundo real, é se comunicar, é
saber do passado e ter como construir o futuro”
Herbert de Souza.**

RESUMO

O principal objetivo desta pesquisa é investigar a contribuição de um jogo didático para o ensino-aprendizagem dos conceitos de vetor e grandezas vetoriais (posição, deslocamento e velocidade média). O jogo em questão é o Vetorama, que é jogado sobre uma folha de papel quadriculado, no qual são desenhadas linhas sinuosas representando uma pista de corrida, e os carros são representados por vetores, possuindo inicialmente mesma intensidade. À proporção que as jogadas se desenrolam, obedecendo a regras específicas, será vencedor o jogador que chegar ao final com menor número de jogadas. A teoria dos Construtos Pessoais foi escolhida para dar suporte teórico-metodológico no desenvolvimento desta pesquisa. Esta foi realizada com 25 alunos do 1º ano do ensino médio de uma escola de Camaragibe – PE. A metodologia foi estruturada considerando as cinco etapas do Ciclo da Experiência. Os resultados indicaram que o Vetorama, enquanto recurso didático, favoreceu a aprendizagem dos conceitos em questão, além de despertar maior interesse dos alunos; permitir uma maior socialização nas relações e possibilitar a identificação das dificuldades durante a realização do jogo. A principal dificuldade encontrada pelos alunos consistiu na transposição de jogadas do tabuleiro para a resolução dos exercícios usando a notação algorítmica.

Palavras-chave: jogo didático, ensino-aprendizagem de conceitos, vetor, grandeza vetorial, Teoria dos Construtos Pessoais.

ABSTRACT

The main purpose of this research is to investigate the contribution of a game for the concepts of vector and vector magnitudes (position, displacement and average speed) learning-teaching. The game in question is called Vetorama. It is played on a sheet of graph paper, in which lines are drawn representing a winding racetrack, and the cars are represented by vectors, having initially the same intensity. As the game start, obeying specific rules, the winner will be the player who reaches the end with the smallest number of moves. The Personal Construct Theory had been chosen as methodological-theoretical basis to this research, witch was done with 25 students from the 1st year of High School of Camaragibe - PE. The methodology was structured considering the Experience Cycle five stages and involves a variety of didactic activities (game, questionnaires, exercise). The results had indicated that the Vetorama while methodological strategy improved the learning of desired concepts; sparking greater interest of students; allow greater socialization relations and allowed the identification of several difficulties in carrying out activities. The main difficulty encountered by students was the transposition of moves from the board to solve the exercises using algorithmic notation.

Key words: game, concepts learning, vector, vector magnitudes, Personal Constructs Theory.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	20
1.1 OBJETIVO GERAL	22
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
1.3 HIPÓTESE	22
CAPÍTULO I	
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
2.1 UMA ABORDAGEM HISTÓRICA DO CONCEITO DE VETOR	25
2.2 CONCEITO FÍSICO DE VETOR	32
2.2.1 OPERAÇÕES BÁSICAS COM VETORES	33
2.2.1.1 NO MÉTODO GEOMÉTRICO	34
2.2.1.2 O MÉTODO ANALÍTICO	35
2.3 COMO O CONCEITO DE VETOR É APRESENTADO EM LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO MÉDIO.	39
2.4 O VETORAMA	48
2.5 TEORIA DOS CONSTRUTOS PESSOAIS – TCP	50
2.5.1 COROLÁRIOS DA EXPERIÊNCIA E DA SOCIABILIDADE.	53
CAPÍTULO II	
3. METODOLOGIA	58
3.1 TIPO DA PESQUISA	58
3.2 DESCRIÇÃO DA ESCOLA	59
3.3 UNIVERSO DA PESQUISA	59
3.4 AMOSTRA DA PESQUISA	59

3.5 INSTRUMENTOS DE PESQUISA	60
3.6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	61
CAPÍTULO III	
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	67
4.1 BLOCO 1 – FASE DA ANTECIPAÇÃO DO CEK.	67
4.2 BLOCO 2 – FASE DO ENCONTRO DO CEK.	76
4.3 BLOCO 3 – FASE DA CONFIRMAÇÃO OU DESCONFIRMAÇÃO DO CEK	98
4.4 BLOCO 4 – FASE DA REVISÃO CONSTRUTIVA DO CEK	122
4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	130
CAPÍTULO	
5. CONCLUSÕES	134
6. REFERÊNCIAS	137
APÊNDICES	140
APÊNDICE A – Questionário I	141
APÊNDICE B – Texto - Vetor e as Grandezas Vetoriais (posição, deslocamento, velocidade média)	142
APÊNDICE C – Questionário II	146
APÊNDICE D – Exercício	147

ANEXOS	148
ANEXO A – Vetorama	149
ANEXO B – Regras do Jogo Vetorama	151
ANEXO C – Tabuleiro do Jogo Vetorama	152
ANEXO D – Exercício de Fixação	153

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Representação gráfica dos números complexos, $Z = a + bi$, Z_1 , Z_2 e a soma de $Z_1 + Z_2$ (diagonal do paralelogramo formado por Z_1 e Z_2).	28
Figura 02: Vetores e operação de multiplicação e adição.	32
Figura 03: Representação de vetores utilizando coordenadas cartesianas e um eixo de coordenadas $x\vec{i}$ e $y\vec{j}$.	33
Figura 04: A soma vetorial $a+b=r$.	34
Figura 05: Propriedade comutativa da soma vetorial, que estabelece $a+b=b+a$.	34
Figura 06: Propriedade associativa da adição, $d+(e+f)=(d+e)+f$.	34
Figura 07: Decomposição de um vetor em duas componentes escalares, em um sistema de referência particular.	35
Figura 08: Decomposição de um vetor em suas componentes vetoriais, em um sistema de coordenadas particular.	36
Figura 09: Partícula que se desloca sobre uma curva arbitrária no espaço com os vetores posição \vec{r}_1 e \vec{r}_2 , em dois instantes t_1 e t_2 , o vetor deslocamento $\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$.	38
Figura 10: Exemplo de segmento de reta e segmento orientado.	41
Figura 11: Representação de um vetor e regra do paralelogramo.	41

Figura 12: Exemplo que representa o tratamento unidimensional e bidimensional dado a operações com vetores, assim como a decomposição de um vetor fazendo uso de versores.	42
Figura 13: Representação geométrica de um vetor deslocamento (13a e 13b)	43
Figura 14: Representação geométrica para o entendimento do conceito de velocidade vetorial média.	43
Figura 15: Representação da Aplicação de vetores	45
Figura 16: Representação geométrica do deslocamento escalar Δs e do deslocamento vetorial $\Delta \vec{r}$.	45
Figura 17: Representação da velocidade média vetorial.	45
Figura 18: Representação do vetor posição e vetor deslocamento, utilizando os vetores unitários \vec{i} e \vec{j} .	47
Figura 19: Representação esquemática do Ciclo da Experiência de Kelly	54
Figura 20: Ilustração do Tabuleiro T1, no qual se têm as jogadas do aluno A22.	78
Figura 21: Ilustração do Tabuleiro T2, no qual se têm as jogadas dos alunos A13 e A15.	81
Figura 22: Ilustração do Tabuleiro T3, no qual se têm as jogadas do aluno A5.	85
Figura 23: Ilustração do Tabuleiro T4, no qual se têm as jogadas das alunas A31, A32, A34.	89
Figura 24: exercício respondido pelo aluno A22.	99

Figura 25: exercício respondido pelo aluno A13.	102
Figura 26: exercício respondido pelo aluno A15.	105
Figura 27: exercício respondido pelo aluno A5.	107
Figura 28: exercício respondido pelo aluno A31.	109
Figura 29: exercício respondido pelo aluno A32.	111
Figura 30: exercício respondido pelo aluno A 34.	113

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01 – Livros didáticos escolhidos e analisados.	40
QUADRO 02 – Instrumentos de pesquisa.	60
QUADRO 03 – Atividades dos alunos e objetivos didáticos.	65
QUADRO 04 – Categorias de respostas sobre a definição de grandeza, etapa de Antecipação.	68
QUADRO 05 – Categorias de respostas sobre a definição de posição, etapa de Antecipação.	69
QUADRO 06 – Categorias de respostas sobre a definição de deslocamento, etapa de Antecipação.	71
QUADRO 07 – Categorias de respostas sobre a definição de velocidade média, etapa de Antecipação.	73
QUADRO 08 – Categorias de respostas sobre a definição de vetor, etapa de Antecipação.	75
QUADRO 09 – Transcrição das respostas do aluno A22 ao Questionário II.	80
QUADRO 10 – Transcrição das respostas do aluno A13 ao Questionário II.	82
QUADRO 11 – Transcrição das respostas do aluno A15 ao Questionário II.	83
QUADRO 12 – Transcrição das respostas do aluno A5 ao Questionário II.	87
QUADRO 13 – Transcrição das respostas do aluno A31 ao Questionário II.	90

QUADRO 14 – Transcrição das respostas do aluno A32 ao Questionário II.	91
QUADRO 15 – Transcrição das respostas do aluno A34 ao Questionário II.	91
QUADRO 16 – Categorização das respostas à pergunta: Qual a estratégia usada por você para ganhar o jogo?	93
QUADRO 17 – Categorização das respostas à pergunta: Por que você fez uso dessa estratégia?	94
QUADRO 18 – Categorização das respostas à pergunta: Que estratégia você acha que é mais adequada para levar à chegada com menos jogadas?	96
QUADRO 19 – Categorização das respostas à solicitação: Dê as coordenadas da posição do seu carrinho após a primeira jogada.	115
QUADRO 20 – Categorização das respostas à solicitação: Determine o deslocamento do seu carrinho obtido na terceira jogada.	116
QUADRO 21 – Categorização das respostas à solicitação: Suponha que os deslocamentos se realizem num intervalo de tempo de 5 segundos. Determine a velocidade média, desenvolvida durante quarta e quinta jogadas.	117
QUADRO 22 – Categorização das respostas à solicitação: Dê as coordenadas do maior e do menor deslocamento que você realizou.	118
QUADRO 23 – Categorização dos usos das unidades de medidas das grandezas do S.I.	120

QUADRO 24 – Categorização das definições de grandeza, etapa de Revisão Construtiva.	122
QUADRO 25 – Categorização das definições de posição, etapa de Revisão Construtiva.	124
QUADRO 26 – Categorização das definições de deslocamento, etapa de Revisão Construtiva.	125
QUADRO 27 – Categorização das definições de velocidade média, etapa de Revisão Construtiva.	126
QUADRO 28 – Categorização das definições de vetor, etapa de Revisão Construtiva.	128
QUADRO 29 – Categorização dos resultados da análise comparativa das definições dos conceitos em estudo.	129

Introdução

INTRODUÇÃO

O estudo dos movimentos no campo da Física é de vital importância para análise e compreensão de fenômenos simples, que fazem parte do nosso dia-a-dia, como também de fenômenos complexos, que dão origem a sofisticadas teorias e dispositivos tecnológicos (CHAVES e SHEVALLAD, 2005). Assim, é importante saber identificá-los, classificá-los e descrevê-los de acordo com comportamentos reais de objetos, reconhecendo, sobretudo, o que lhes dá origem, as interações e transformações. Para tanto, faz-se necessária a compreensão de um conjunto de grandezas vetoriais, tais como: posição, deslocamento e velocidade média, além do próprio conceito de vetor.

A origem histórica do vetor está marcada por inúmeras dificuldades relacionadas ao seu entendimento, representação e aplicação, até chegarmos à nomenclatura atual e, embora hoje ela constitua uma linguagem moderna utilizada em grande parte da Física e da Matemática Aplicada, sua compreensão fora do meio acadêmico ainda ocorre com grandes dificuldades.

No caso específico do ensino médio, parte das dificuldades deve-se à falta de material didático de qualidade. Frequentemente observam-se nos livros didáticos inconsistência conceitual, falta de sequência lógica, abordagens simplistas, utilização de imagens desconectadas do texto, além de um caráter meramente transmissor. Outro aspecto que compromete o aprendizado de vetor e grandezas vetoriais está relacionado à falta de preparo do professor e também à não existência de estratégias metodológicas adequadas para sua abordagem.

Com relação a esse último aspecto, fica evidente a necessidade de se desenvolver estratégias didáticas mais adequadas para o estudo dos vetores e grandezas vetoriais. Dentre as várias estratégias disponíveis nos questionamos sobre a viabilidade de um jogo didático para o ensino-aprendizagem do conceito de vetor e grandezas vetoriais.

Os jogos didáticos em educação vêm se constituindo em um meio formativo a ser usado em sala de aula, como elemento facilitador das relações interativas na construção de uma formação integral.

Com relação ao uso de atividade lúdica na escola e na vida profissional, há um consenso sobre sua importância para a formação do indivíduo que se torna protagonista de sua educação. Dessa forma, o jogo na escola deve cumprir duas funções: a educação através do jogo (quando é utilizado para desenvolver ou construir conceito) e para o jogo (como veículo de aprendizagem e comunicação, ideal para o desenvolvimento da personalidade e da inteligência emocional) (MORENO MURCIA, 2005).

Sob a perspectiva da atual pedagogia que reconhece o potencial do lúdico e tira proveito do mesmo, como metodologia facilitadora de uma formação integral, segundo Paredes Ortiz (2005):

“O jogo proporciona ao ser humano um interesse pelo conhecimento, uma atitude ativa, positiva e crítica, que lhe permite se integrar de maneira gradual na família, na escola e na vida”.

Assim optamos pelo jogo como estratégia metodológica para o estudo dos conceitos em questão. Este jogo é O *Vetorama*, um jogo de estratégias, que pode ser jogado por várias pessoas ao mesmo tempo, como também só por duplas, sobre um tabuleiro de papel quadriculado ou milimetrado. O tabuleiro do jogo consiste no desenho de duas linhas sinuosas descrevendo a mesma trajetória e mantendo um espaço entre elas, simulando uma pista de corrida, com indicações das posições de largada e de chegada (Anexo A). Para jogar cria-se, inicialmente, um vetor sobre a linha de largada do tabuleiro, simbolizando um carro. A partir daí as jogadas são efetuadas seguindo regras específicas de variação máxima e de acordo com um plano de estratégia traçado por cada jogador ou dupla.

Com este trabalho de pesquisa pretende-se investigar a contribuição do jogo *Vetorama* para a aprendizagem dos conceitos de vetor e das grandezas vetoriais:

posição, deslocamento e velocidade média, utilizando para tanto a Teoria dos Construtos Pessoais de George Kelly (1963) como pressuposto teórico metodológico.

1.1 OBJETIVO GERAL

Investigar a contribuição do jogo *Vetorama* para a aprendizagem dos conceitos de vetor e das grandezas vetoriais: posição, deslocamento e velocidade média.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar as concepções prévias dos alunos sobre vetor e as grandezas vetoriais: posição, deslocamento e velocidade média;
- Identificar as principais dificuldades encontradas durante o processo de aprendizagem dos conceitos em questão;
- Analisar a eficácia do jogo *Vetorama*, enquanto estratégia metodológica para o ensino-aprendizagem do conceito de vetor e das grandezas vetoriais: posição, deslocamento e velocidade média;

1.3 HIPÓTESE

O *Vetorama* pode ser utilizado em sala de aula do Ensino Médio como estratégia metodológica para auxiliar a aprendizagem dos conceitos de vetor e das grandezas vetoriais: posição, deslocamento e velocidade média.

Nesse trabalho é apresentada também a fundamentação teórica que serviu de suporte a seu desenvolvimento tais como um resgate sobre a origem do conceito de vetor; o conceito Físico de vetor e das grandezas vetoriais: posição, deslocamento e velocidade média; como este conceito está sendo trabalhado em livros de Física para o ensino médio e uma apresentação da origem do jogo *Vetorama*, além da Teoria dos Construtos Pessoais de George Kelly - TCP(

através dos corolários da experiência-ciclo da experiência e da sociabilidade), que serviram de base teórica metodológica.

Capítulo I

Fundamentação Teórica

CAPÍTULO I - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 UMA ABORDAGEM HISTÓRICA DO CONCEITO DE VETOR

Ao analisar a literatura pertinente à origem histórica de vetor encontram-se três importantes idéias consideradas como precursoras do estudo de vetores: o conceito de paralelogramo de velocidade e força, o conceito de Leibniz de geometria de posição e o conceito de representação geométrica dos números imaginários (CROWE, 1993).

A idéia de paralelogramo de velocidade e força é uma das idéias mais fundamentais da análise vetorial aplicada em física, quanto ao estudo de vetor e adição de vetor. Há indícios que os conceitos de soma e subtração de vetores tenham surgido desde a antiga Grécia, onde foram encontradas sugestões do uso desses conceitos. Como exemplos podemos citar um trabalho de Aristóteles (384-322 A.C.) que foi perdido e um trabalho de Herão de Alexandria (século I – D. C.) sobre mecânica. Uma notável presença da lei de paralelogramo é encontrada no primeiro Corolário do Principia Mathematica de Isaac Newton (1642-1727), no qual ele lidou com a velocidade e a força, entre outras entidades que agora são conhecidas como entidades vetoriais, vetor, pois tal conceito surgiu no século XIX

A segunda idéia considerada foi o conceito de Leibniz de geometria de posição. A busca por representar elementos geométricos através de elementos algébricos remonta à Grécia antiga, particularmente a Euclides. Essa idéia foi deixada de lado tendo em vista as dificuldades em representar através de números inteiros qualquer que fosse o segmento de reta. Deparava-se, às vezes, com um segmento incomensurável, isto é, que recaía num número irracional, o que constituía dificuldade na época, uma vez que não existiam recursos suficientes. Além, deste aspecto, haviam outras questões, tais como, o conceito de congruentes que constituía o verdadeiro problema, pois a idéia de congruência como os gregos concebiam, como segmentos com o mesmo comprimento já não satisfazia. Havia a necessidade de uma Álgebra Geométrica, isto é, uma geometria de posição que aparece nos trabalhos de René Descartes, mas sem

êxito, em virtude do mesmo ter seguido a mesma linha de raciocínio que Euclides. Foi com Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) que surgiu a idéia de uma Álgebra Geométrica, chamada geometria de sítus, ou seja, geometria de posição ou de sítio, que consiste num sistema de método direto para análise espacial. Dessa forma, ele conseguiu alguns avanços nessa direção, esbarrando, no entanto, nas quatro operações (adição, subtração, divisão e multiplicação). Vale ressaltar que Leibniz tornou-se um dos precursores na criação de conceitos nessa área, embora seu sistema não tenha logrado êxito por falhar para a propriedade comutativa da multiplicação, além de gerar o aparecimento de termos simétricos os quais ele desconhecia o potencial significado.

Nessa época, foi oferecido um prêmio a quem dando seqüência a esses estudos desenvolvesse as idéias de Leibniz, cujo grande crédito está em perceber a necessidade de se representar as entidades geométricas simbolicamente, de modo a permitir realizar operações diretas. Podemos ainda dizer que esse método, que discute a possibilidade da criação de um sistema que sirva como método direto de análise espacial, foi o precursor da análise vetorial. Leibniz¹ deixou bem clara a idéia da necessidade de uma geometria de posição, para a qual escreveu um ensaio que foi redescoberto e publicado por volta de 1833, época em que era oferecido um prêmio a quem desenvolvesse as idéias de Leibniz contidas nesse ensaio, coube a um único matemático inscrito: Grassmann que com sucesso chegou a uma álgebra geométrica com as características do conceito que hoje entendemos por vetor e que será discutido mais adiante.

A terceira idéia considerada é o conceito de representação geométrica dos números imaginários. Investigando a origem dos números imaginários, encontramos que desde a Antiguidade (Grécia Antiga), essas entidades matemáticas constituíram problema para Herão de Alexandria e para Diofanto, que se deparam com a necessidade de sua interpretação durante a resolução da raiz quadrada de um número negativo. Indo mais adiante, encontramos que em 1554 foi publicado o livro “Ars Magna” da autoria de Giordano Cardano (1501-

¹ Disponível em: <<http://www.ime.unicamp.br/%7Evaz/algeo.htm>, acessado> Acesso em: 23 abr.2008.

1576) considerado como o primeiro matemático a apresentar os números imaginários em um cálculo, na tentativa de resolver uma equação cúbica. Para tanto, recorreu a uma sugestão de Nicolo Fontana – Tartaglia (1500-1557), chegando a um resultado em que apareceram raízes quadradas de números negativos. Por não compreender tal resultado, rejeitou-o considerando-o inútil (BOYER,1998).

Em 1572, Rafael Bombelli (1526-1572) junto com Antonio Maria Pazzi traduziram um manuscrito de Diofanto, o “Arithmetica”, que serviu de base a seus trabalhos de cinco volumes com títulos “Álgebra”. Graças aos manuscritos, mesmo que incompletos, Bombelli foi o primeiro matemático a descrever as regras modernas para multiplicar e somar números complexos ou imaginários. Baseando seus cálculos na fórmula de Cardano-Tartaglia, ele observou que a fórmula em questão na verdade não era de autoria de nenhum dos dois, a quem é atribuída a solução algébrica para equações cúbicas e quárticas.

A história da Matemática revela que os números complexos ou imaginários surgiram como ferramentas de cálculo. Em princípio, os números complexos eram reconhecidos apenas como símbolos matemáticos, pois não representavam quantidades. Trezentos anos depois, Gauss os tornou aceitos, ao resolver uma equação semelhante à que Bombelli tentou solucionar, chegando a resultados que são números reais, mesmo operando com raízes quadradas de números negativos.

Os números negativos foram os que apresentaram maiores dificuldades em serem aceitos devido às dificuldades em aproximá-los para números positivos. Foi preciso que se fizesse uma demonstração sobre uma reta destacando-se a noção de sentido para que eles se tornassem admissíveis. O resultado tinha como alvo um número real, mas, para se chegar a esse tipo de resultado se fazia necessário introduzir um novo conceito, isto é o conceito de números imaginários.

O número imaginário é o número complexo $(0; 1)$, que recebe o nome de unidade imaginária e indicado por “i”. O conjunto dos números Complexos (C) é formado por pares ordenados de números reais para os quais é definida a igualdade, a

adição e a multiplicação. Podemos dizer que os números reais é um subconjunto do conjunto dos complexos, correspondendo aos pares que possuem o segundo elemento igual a zero (BUTKOV, 1983).

Antes da aceitação dos números complexos, quando se resolvia um problema em que o resultado era uma raiz quadrada negativa, dizia-se não haver solução, só após vários séculos tal resultado foi aceito, graças a Gauss, como já citado.

Os números complexos, além da representação algébrica, possuem uma representação geométrica, esta última forma de representação é alvo de nossa investigação de pesquisa, por se tratar de uma das idéias precursora do conceito de vetor.

O plano cartesiano em que se representam estes números recebe o nome de plano complexo de Argand-Gauss(figura 01).

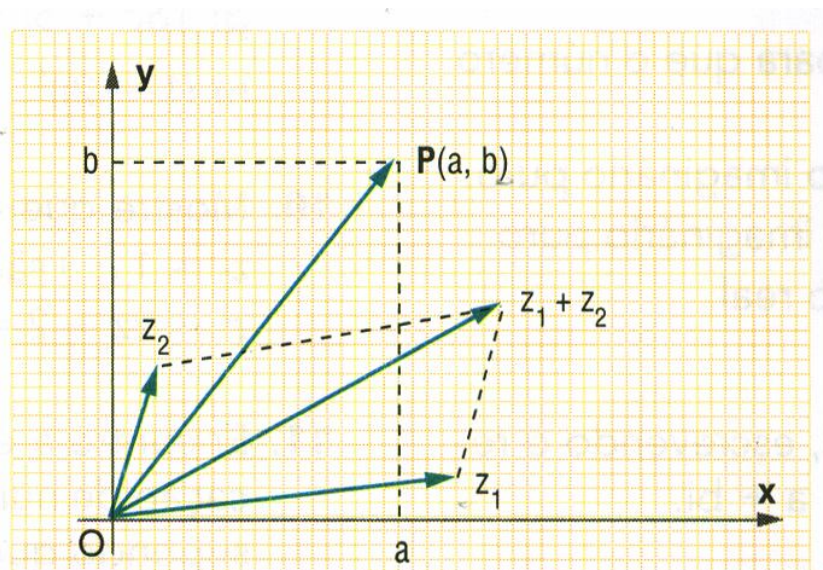


Figura 01- Representação gráfica dos números complexos, $Z = a + bi$, Z_1 , Z_2 e a soma de $Z_1 + Z_2$ (diagonal do paralelogramo formado por Z_1 e Z_2).

Fonte: Dante, 2001, p. 540

Foi a partir daí que surgiu o conceito de vetor. Contudo, seu estudo sistemático e aplicação só teve início no século 19 e início do século 20, como uma maneira de entender os “números imaginários” bidimensionais para três dimensões (BOYER, 1998).

A Física como ciência da natureza, na interpretação dos fenômenos naturais que investiga, cria modelos para descrever suas leis e faz uso dos números complexos, tornando as descrições menos complicadas e mais elegantes, quanto à linguagem matemática. Podemos ainda dizer que os números complexos atuam como medidores perfeitos, servindo também como medidas de distâncias ao longo de direções arbitrárias num plano fixado, como exemplo: temos o estudo de um campo eletromagnético.

Procurando aprofundar ainda mais o estudo sobre a história do conceito de vetor encontramos que, para que tudo isso fosse possível, vários cientistas foram responsáveis pelo conhecimento da linguagem vetorial e suas aplicações, começando no século XVII pelos estudos de John Wallis, sobre a representação geométrica dos números complexos. Dando seqüência, têm-se os trabalhos do Norueguês Caspar Wessel, em 1797, com a publicação “Essai sur la représentation de la direction”. Tanto nessa obra, como na de Jean Robert Argand “Essai sur une manière de représenter les quantités imaginaires dans les constructions géométriques”(1806), os vetores são considerados como linhas dirigidas.

O primeiro ciclo preparatório à história do cálculo vetorial, termina com as publicações das obras: do matemático italiano Giusto Bellavitis, cálculo das equípolências (1832, 1833 e 1835), da Ausdehnungslehre (TEORIA DA EXTENSÃO) de Hermann Günther Grassmann (1844), apresentada como uma nova disciplina matemática, e a partir de 1843 com os trabalhos de Sir William Rowan Hamilton sobre os quatérnios, que tratam sobre o conceito definitivo de número complexo como par ordenado de números reais, idéia já apresentada graficamente por Wessel, Argand e Gauss (CARAÇA, 1960).

Dentre esses, Hamilton foi o primeiro a representá-los como entidades orientadas no plano, passando do número binário ($a + bi$) às triplas ordenadas ($a + bi + cj$). Para a operação aditiva o trabalho com n-úplas não oferecia dificuldade, mas, para multiplicação, com n maior que dois tal operação não era possível.

Em busca de resolver tal dificuldade, Hamilton deteve-se no problema durante dez anos. A solução deste surgiu da inspiração que teve em usar quádruplas ($a + bi + cj + dk$) em vez de triplas ($a + bi + cj$) e abandonar a lei comutativa para a multiplicação, gerando uma teoria detalhada de um sistema não comutativo. Surgia uma nova álgebra, com fórmula fundamental $i^2 = j^2 = k^2 = ijk$, cuja aplicação se faz presente na Geometria, na Geometria Diferencial e na Física.

A obra de Grassmann, *Ausdehnungslehre* (TEORIA DA EXTENSÃO) teve relevância semelhante à de Hamilton sendo largamente difundida através do livro de Hankel e de William K. Clifford na Inglaterra. Porém, a essência dela tornou-se conhecida, pela maior parte dos matemáticos, através dos artigos escritos por ele próprio com a finalidade de publicar as revisões pedidas por Möbius, que achava ser necessário tornar mais clara a terminologia, pois a mesma era pouco conhecida e dificultava seu entendimento.

Nos Estados Unidos estas obras mantiveram-se em desenvolvimento principalmente pelos esforços do físico Josiah Williard Gibbs (1839-1903), com a álgebra mais limitada dos vetores no espaço tridimensional, para a qual não vale a lei comutativa da multiplicação. O "Vector Analysis" de Gibbs teve duas publicações em 1881 e 1884, que conduziram controvérsia quanto às proponentes dos quatérnios em relação aos méritos relativos das duas álgebras (de vetores e dos Complexos); na mesma década ele escreveu também artigos sobre a mesma temática.

Quando se fala do trabalho de Josiah Williard Gibbs sobre vetor seu nome aparece associado ao do físico inglês autodidata Oliver Heaviside (1850-1925). Heaviside teve por influência os trabalhos de James Clerk Maxwell (1831-1879).

Maxwell apesar de ser um proponente do uso dos quatérnios, por acreditar ser esse método transparente para as analogias matemáticas em Física, descobertas por Sir William Thomson (Lorde Kelvin, 1824-1907), que tratava do escoamento de calor e sobre a distribuição de forças eletrostáticas, não deixou de ser crítico em seus artigos. Em “Treatise on Electricity and Magnetism” (1873) apontou a natureza não homogênea do produto de quatérnios para três componentes vetoriais e sugeriu o uso de uma análise puramente vetorial. No período compreendido entre a última década do século XIX e a primeira década do século XX, houve grande discórdia entre os cientistas e matemáticos quanto à preferência a usar o método vetorial ao método dos quatérnios. Essas discórdias levaram alguns a criar seu próprio método, por exemplo, Gibbs e Heaviside criaram seu método vetorial.

Heaviside escreveu seu método em artigos e em livro cujo título é “Electromagnetic Theory” composto por três volumes, nos anos: 1893, 1899, 1912, atacando os quatérnios e defendendo seu próprio método de análise vetorial (CROWE,1993).

Sobre os quatérnios podemos dizer que: em 1895 foi organizada uma Associação Internacional para propagar estudos sobre os quatérnios e outros sistemas relacionados de matemática (vetores e tensores). Por algum tempo os quatérnios ficaram esquecidos, cedendo espaço a outros sistemas, porém hoje possuem lugar reconhecido na álgebra e na teoria dos quanta.

Embora, as principais propriedades dos vetores tenham sido estabelecidas por Hamilton em longas investigações sobre álgebras múltiplas, raramente seu nome aparece ligado aos estudos sobre vetor. Esse fato se deve às anotações de Gibbs, oriundas de Grassmann, que são hoje conhecidas e estruturam este ramo das ciências matemáticas (BOYER,1998).

Ainda hoje se define vetor como um segmento de reta orientado, tomando-o como ente de caráter geométrico, sem destacar seu caráter analítico, tal como concebido pelos iniciadores do Cálculo Vetorial. Mas, se faz necessário que a

partir do conceito geométrico se deduz o caráter analítico, que propriamente representa o objeto de estudo nesse ramo de análise que fizeram dos vetores uma linguagem moderna utilizada em grande parte da Física e da Matemática Aplicada.

2.2 CONCEITO FÍSICO DE VETOR

Nesta seção discutiremos o conceito físico de vetor e das grandezas vetoriais: posição, deslocamento e velocidade média. Iniciaremos nossa discussão com o conceito de vetor.

O conceito de vetor vai mais além da definição dada em alguns textos em que o mesmo é apresentado como sendo uma quantidade caracterizada por grandeza e direção. Encontramos que o conceito de vetor, pela primeira vez, foi introduzido na matemática pelos físicos para representar quantidades com direção tais como: deslocamento, velocidade, força, e outras (BUTKOV, 1983, p.1).

Diante da importância da aplicação dos vetores no estudo da Física é fundamental compreender seu significado, uma vez que a mesma lida com grandezas descritas não só por um único número ou que este esteja acompanhado por um sinal algébrico que a identifica, como, por exemplo, a carga elétrica. As grandezas que necessitam apenas de um número para quantificar (intensidade) e de uma unidade de medida para ser identificadas são classificadas como escalares. Há grandezas que para serem compreendidas convém que se conheça sua intensidade(quanto), sua direção(onde) e seu sentido(de,..., para), essas grandezas podem ser representadas graficamente por uma flecha e sujeitas a duas operações matemáticas básicas (multiplicação por um escalar e adição), figura 02.



Figura 02- vetores e operação de multiplicação e adição

Fonte: BUTKOV, 1983, p. 1.

Há situações envolvendo o uso de vetores que possuem um mesmo ponto como origem que os identifica por suas coordenadas, ou seja, as coordenadas de sua ponta (extremidade da flecha). Os sistemas de coordenadas cartesianas ortogonais, adotado como sistema de referência são mais convenientes, pois as coordenadas $(x\vec{i}$ e $y\vec{j})$ servem como componentes do vetor correspondente, figura 03.

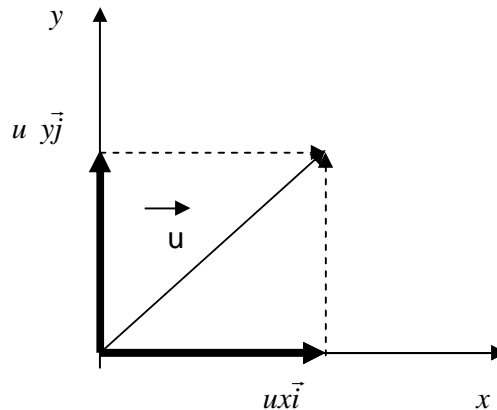


Figura 03 Representação de vetores utilizando coordenadas cartesianas e um eixo de coordenadas $x\vec{i}$ e $y\vec{j}$.

Fonte: Resnick, R. ; Halliday, D.; 1985 .

Outra vantagem de se usar coordenadas cartesianas ortogonais é pelo fato de darem origem a modelos matemáticos mais simples(fórmulas) para grandezas que estejam associadas a vetores (comprimento, projeções de um vetor; etc.).

2.2.1 OPERAÇÕES BÁSICAS COM VETORES.

Retomando a questão das duas operações básicas iniciamos nossa discussão com a adição de vetores. Há dois métodos o geométrico e o analítico para adicionar vetores.

2. 2. 1. 1 NO MÉTODO GEOMÉTRICO.

O método geométrico não é útil para o espaço tridimensional, as propriedades da adição (comutativa e associativa) seguem as mesmas regras da adição de escalares de acordo com a figura 04. O símbolo “+ “ indica um conjunto de operações diferentes, exemplos nas figura 05 e 06.

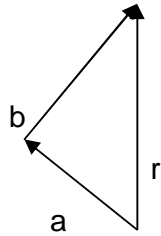


Figura 04- A soma vetorial $a+b=r$.

Fonte: Halliday e Resnick, Física 1, p. 16 e 17.

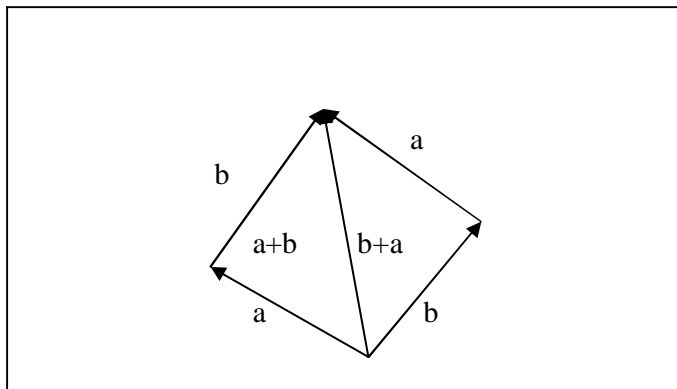


Figura 05 -propriedade comutativa da soma vetorial, que estabelece $a+b=b+a$.

Fonte: Halliday e Resnick, Física 1, p. 16 e 17.

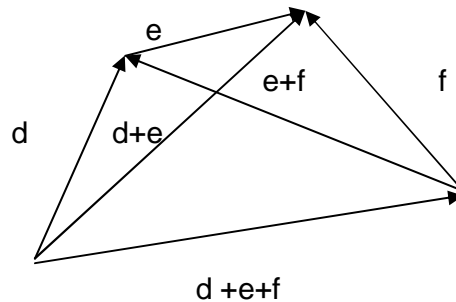


Figura 06- propriedade associativa da adição

$$d+(e+f)=(d+e)+f.$$

Fonte Halliday e Resnick, Física 1, 1985, p.16 e 18.

2.2. 1.2 O método analítico.

O método analítico consiste em decompor os vetores em relação a um sistema de coordenadas. Obtendo-se assim suas projeções sobre os eixos cartesianos ortogonais que são as componentes do vetor, este processo é chamado decomposição do vetor segundo os eixos $0x$ e $0y$ (figura07). Esse processo pode ser estendido para o caso tridimensional.

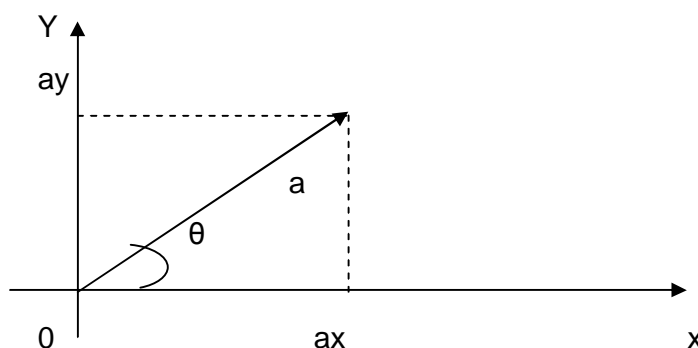


Figura 07- Decomposição de um vetor em duas componentes escalares, em um sistema de referência particular.

Fonte: Halliday e Resnick, Física 1, 1985, p.17.

Para especificar de maneira única os componentes de um vetor é necessário esclarecer sobre o sistema de coordenadas usado. Para decompor o vetor não é necessário traçá-lo com a origem sob a origem do sistema de coordenadas. O vetor pode ser deslocado sem mudar suas componentes desde que sejam mantidos os ângulos que a direção do vetor forma com os eixos coordenados.

Quando se faz a decomposição de um vetor, pode usar os seus componentes para explicar. Para decompor vetor unitário que são representados por \vec{i} e \vec{j} , estes não precisam estarem localizados na origem do sistema de coordenadas, como já citado, podendo ser escritos em termos de componentes e de vetores unitários. Um vetor unitário possui módulo igual a um, sem unidades, tem como único propósito descrever uma direção no espaço, sendo portanto uma notação conveniente quando lidamos com expressões que fazem uso das componentes

de vetores. Num sistema de referência de eixos cartesianos xy , introduz-se um vetor unitário \vec{i} na direção do eixo positivo dos x e um vetor unitário \vec{j} na direção do eixo positivo dos y . Como na figura 08.

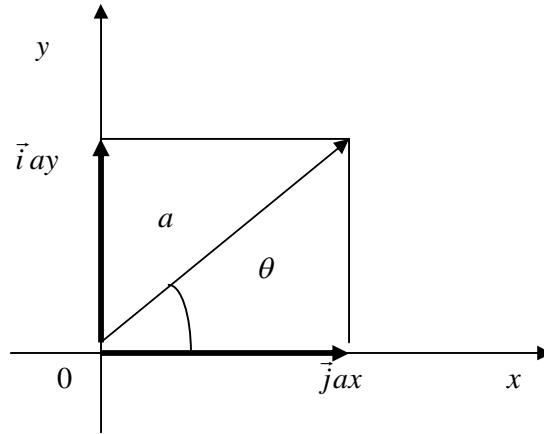


Figura 08- Decomposição de um vetor em suas componentes vetoriais, em um sistema de coordenadas particular.

Fonte: Halliday e Resnick, 1985,p.18.

Para a adição analítica de vetor devemos decompor cada vetor em um sistema dado de coordenadas. O método de decomposição de vetor simplifica os cálculos, por apresentar a vantagem de sempre lidarmos com triângulos retângulos.

Dando continuidade as operações com vetores, passamos a discussão sobre a multiplicação de vetores. Para a multiplicação de vetores de tipos diferentes podem ser multiplicados dando origem a grandezas de dimensões físicas novas. A multiplicação vetorial não segue exatamente as mesmas regras da álgebra dos escalares, é necessário estabelecer novas regras de multiplicação para os vetores. Há três tipos de multiplicação para os vetores:

(1) multiplicação de um vetor por escalar. Como exemplo:

$$\text{seja : } \vec{v}.t = \vec{d} .$$

(2) multiplicação de dois vetores de modo a resultar um escalar. Como exemplo:

$$\vec{F}.\vec{d} . \cos \alpha = \delta$$

(3) multiplicação de dois vetores de modo a resultar um outro vetor. Como exemplo: $\vec{F} = q.\vec{v}.\vec{B}.\text{sen} \theta .$

Vale ressaltar que num produto vetorial a ordem dos vetores é importante, pois, $a.b = -b.a$. a fazendo analogia com os sentidos de giro de um parafuso e aplicação da regra da mão direita.

Os vetores como podemos perceber são de grande utilidade na Física em que as leis físicas não mudam de forma quando os sistemas de referência são girados ou transladados que é assegurada por esta propriedade puramente geométrica dos vetores.

Nesta seção discutiremos, apenas, o movimento de corpos que se comportam como partículas que apresentam somente o movimento de translação. Além do mais os deslocamentos de todos os pontos de um corpo são iguais entre si, isto nos leva a considerar um dos pontos do corpo, considerando-o como uma partícula para descrever o movimento do corpo como um todo.

Assim iniciamos no estudo com o conceito físico de vetor posição. O vetor posição de uma partícula é definida pelo seu vetor deslocamento, tendo a origem em O. Este vetor deslocamento é denominado vetor posição \vec{r} se considerando num ponto (x, y) será dado como $\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j}$.

Considerando os instantes em que a partícula ocupa uma determinada posição, isto é, para um instante t_1 uma posição \vec{P}_1 , que fica localizado pelo vetor posição \vec{r}_1 que possui origem na origem do sistema cartesiano ortogonal tomado como referência, considerando-se os vetores unitários, \vec{i} e \vec{j} , paralelos a um eixo de coordenadas. Num instante posterior t_2 , a partícula está no ponto \vec{P}_2 identificado pelo vetor posição \vec{r}_2 (figura 09) Quando obtemos a variação do vetor posição da partícula, $\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$, estamos determinando seu vetor deslocamento.

Quanto ao conceito de velocidade média chegamos a ele quando calculamos a razão entre o vetor deslocamento e o intervalo de tempo para que se realize esse deslocamento, $\Delta t = t_2 - t_1$, definido pela fórmula: $\vec{V}_m = \Delta\vec{r} / \Delta t$.

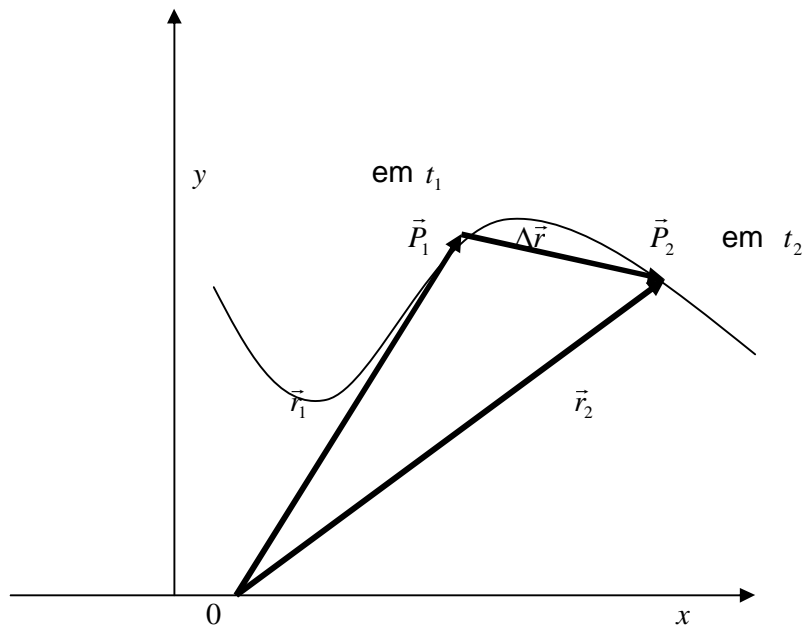


Figura 09 - Partícula que se desloca sobre uma curva arbitrária no espaço com os vetores posição \vec{r}_1 e \vec{r}_2 , em dois instantes t_1 e t_2 . O vetor deslocamento $\Delta\vec{r}$ é a diferença entre os dois vetores

$$\text{posição, } \Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1.$$

Fonte: TIPLER, 1994,V.1, p. 49.

Podemos observar na figura 09 que o módulo do vetor deslocamento não é igual à trajetória percorrida pela partícula, ou seja, à distância realmente percorrida. Distância percorrida só é igual ao deslocamento quando esta se verifica sobre uma trajetória reta, o valor do deslocamento se aproxima da distância real percorrida pela partícula sobre a trajetória.

Assim podemos dizer, que o deslocamento de uma partícula está completamente conhecido se as coordenadas, inicial e final, forem conhecidas (SERWAY, 1996, p.21). O deslocamento independe da trajetória, desde que definidos os pontos inicial e final da trajetória, o módulo do deslocamento é a menor distância entre os dois pontos terminais.

Podemos concluir essa seção sobre as grandezas vetoriais chamando a atenção para a importância de seu estudo nos domínios das ciências físicas e suas aplicações. Um outro conceito físico que merece atenção é o conceito de grandeza, embora este não seja objeto de nossa investigação de pesquisa saber conceituar grandeza e identificar quanto a sua natureza é algo bastante relevante quando se estuda um fenômeno, pois:

“ Qualquer número ou conjunto de números usados para descrever quantitativamente um fenômeno físico é chamado grandeza física. Para definir uma grandeza física, é preciso especificar, seja um procedimento para medi-la, seja um meio de calcular o seu valor a partir de outras grandezas que podem ser medidas”(SEARS-ZEMANSKY-YOUNG,1995, p.3).

Quando se mede uma grandeza sempre se compara com outra tomada por referência padrão, que é chamado de unidade de grandeza. Para que as medidas apresentem precisão é necessário estabelecer definições precisas e reprodutíveis das unidades de medida, uma vez que medir é comparar algo que não se conhece com algo conhecido.

2. 3 COMO O CONCEITO DE VETOR É APRESENTADO EM LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO MÉDIO.

Tendo em vista a pequena retrospectiva histórica apresentada anteriormente, que resgata a origem dos vetores desde as dificuldades relacionadas ao seu entendimento, representação e aplicação até a nomenclatura atual, percebemos que o conceito de vetor não é de fácil compreensão. Assim, embora a notação vetorial seja atualmente bem aceita na comunidade científica, persistem muitas dificuldades com relação a sua transposição para o ensino médio.

Acreditamos que muitas das dificuldades devem-se à forma como esse conceito é apresentado nos livros didáticos. Considerando que nesta pesquisa estamos propondo o estudo do vetor através de um jogo didático, buscando favorecer os processo de ensino-aprendizagem do mesmo, assim como de grandezas vetoriais, são pertinentes algumas considerações sobre sua abordagem nos livros didáticos. Convém mencionar que essa pequena análise não constitui objeto de pesquisa, mas fornece subsídios significativos para a mesma.

Assim, nesta seção apresentamos uma análise sobre a abordagem do conceito de vetor em três livros de Física, destinados ao ensino médio, a fim de identificar os principais problemas no tratamento e apresentação deste conceito.

A escolha dos livros não considerou aqueles de editoras indicadas para a área de Física no PNLD (Plano Nacional do Livro didático), mas aqueles que são usualmente adotados nas escolas do Estado de Pernambuco, sugeridos pelos seus professores. No quadro 1 apresentamos os livros escolhidos.

Quadro 1: Livros didáticos escolhidos e analisados

NOME DO LIVRO	AUTORES	EDITORA
Universo da Física	SAMPAIO, J.L.; CALÇADAS, C.S.	ATUAL
Física: Ciência e Tecnologia	FERRARO, N.G.; PETEADO, P. C.; TORRES, C. N.	MODERNA
Física1: Mecânica	GRAF	EDUSP

Vamos dar início a nossa análise com o livro Universo da Física, dos mesmos autores da coleção Física Clássica. No volume 1, observamos que o capítulo 8 da unidade um é dedicado à cinemática vetorial.

O primeiro aspecto observado no capítulo 8 é que, antes DE apresentar o comportamento vetorial das grandezas físicas, há um resgate de algumas noções da geometria (figura 02) sobre: segmentos de reta, segmento orientado, retas paralelas, além de módulo de um segmento, como medir um segmento e referências ao ponto como um segmento nulo (AB em que A coincide com B).

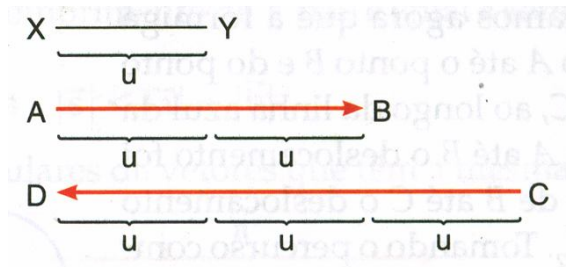


Figura 10 -Exemplo de segmento de reta e segmento orientado.

Fonte: Sampaio e Calçada(2001, p.175).

O capítulo oito traz ainda uma definição de vetor como “um segmento orientado que representa as grandezas vetoriais” (SAMPAIO, 2001, p. 175), e que para representar um vetor pode ser usada uma única letra com uma seta em cima (figura 11). Também chama a atenção quanto “a maneira de lidar com os vetores que não pode ser arbitrária, deve se adequar ao comportamento da grandeza que está sendo estudada”.

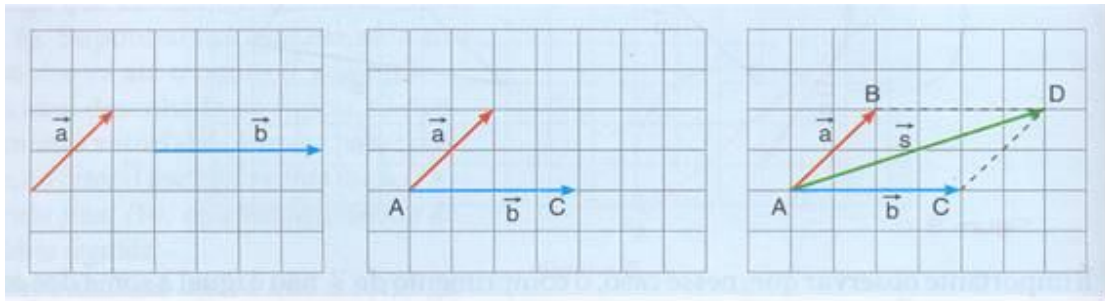


Figura 11-Representação de um vetor e regra do paralelogramo.

Fonte: Sampaio(2001, p. 178)

Também no capítulo oito, ao se tratar sobre a decomposição de um vetor, o exemplo dado (figura 12) faz uso dos vetores unitários (versores) \vec{i} e \vec{j} , cujos coeficientes são as componentes. São propostos dois exercícios (17 e 18, p.187) apresentados de forma tradicional, que fazem uso do cálculo com componentes.

Na figura ao lado, os vetores \vec{i} e \vec{j} são perpendiculares e unitários: $|\vec{i}| = |\vec{j}| = 1$. Represente o vetor \vec{a} em termos de \vec{i} e \vec{j} .

Resolução
Na figura ao lado temos a decomposição de \vec{a} nas direções de \vec{i} e \vec{j} :

$$\vec{a} = \vec{a}_1 + \vec{a}_2$$

Porém:

$$\vec{a}_1 = 2\vec{i} \quad \text{e} \quad \vec{a}_2 = 3\vec{j}.$$

Assim:

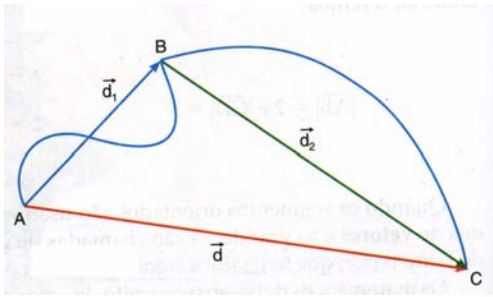
$$\vec{a} = 2\vec{i} + 3\vec{j}$$

Quando se faz a decomposição de um vetor nas direções dos vetores unitários \vec{i} e \vec{j} , os coeficientes podem ser chamados de **componentes** do vetor. Assim, os componentes do vetor \vec{a} nas direções de \vec{i} e \vec{j} são os números 2 e 3.

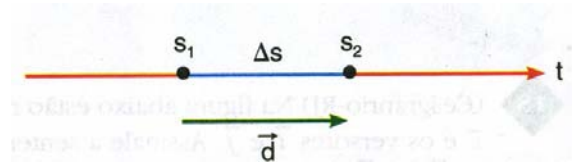
Figura 12 – Exemplo que representa o tratamento unidimensional e bidimensional dado a operações com vetores, assim como a decomposição de um vetor fazendo uso de versores.

Fonte: Sampaio(2001, p. 186)

Ainda analisando o primeiro livro quanto à abordagem das grandezas vetoriais: posição, deslocamento e velocidade média, observamos que no capítulo oito, unidade 2, também há um tratamento da cinemática vetorial, no qual é feita referência à determinação da posição de uma partícula por meio do vetor posição indicado por " \vec{P} ", que possui origem em um ponto escolhido arbitrariamente e extremidade no ponto em que se encontra a partícula (figura 13a e 13b). O deslocamento vetorial ou vetor deslocamento aparece indicado por " \vec{d} ", no intervalo de tempo, indicado por t_1 e t_2 com $t_2 > t_1$ associado às posições da partícula e definido por $\vec{d} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1$, portanto, o deslocamento vetorial (vetor deslocamento) é o vetor representado pelo segmento orientado cuja origem é \vec{P}_1 e extremidade \vec{P}_2 .



(a)



(b)

Figura 13a e 13b – Representação geométrica de um vetor deslocamento
 Fonte: Calçada e Sampaio, p.176 e 188, 2001

Outro aspecto observado refere-se ao tratamento matemático dado ao deslocamento que varia em função da trajetória. Assim, se $|\Delta s| > |d|$, $|\Delta s| = |d|$ ou $\Delta s = 0$ tem-se que a trajetória é retilínea. Quanto à velocidade vetorial média, ela é representada pelo vetor " \bar{v} ", no intervalo de tempo Δt é definido por $\bar{v} = \bar{d} / \Delta t$, \bar{d} e \bar{v} devem ter a mesma direção e o mesmo sentido desde que $d \neq 0$; $\Delta t > 0$; $|\Delta s| \geq |d|$ dividindo, por Δt , tem-se: $|\Delta s| / \Delta t \geq |d| / \Delta t$ logo $|v_m| \geq |\bar{v}_m|$.

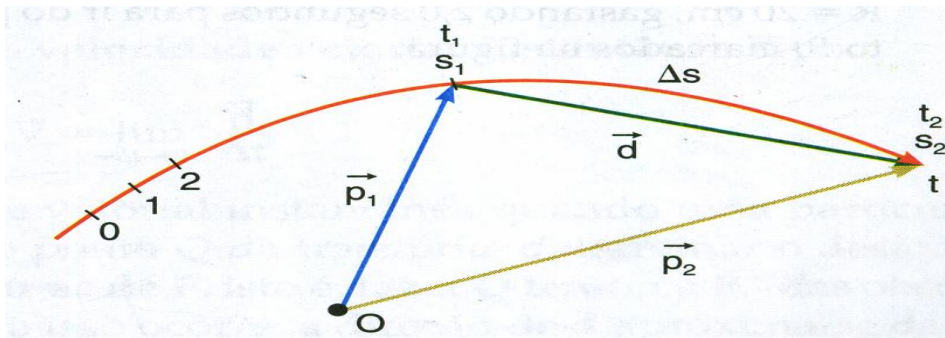


Figura14: Representação geométrica para o entendimento do conceito de velocidade vetorial média

Fonte: Calçada e Sampaio(2001, p.187 e 188)

Considerando os pontos destacados acima podemos dizer que o livro em questão apresenta uma sequência para abordagem dos conteúdos bastante pertinente,

pois, inicialmente, propõe-se um resgate de pré-requisitos necessários ao entendimento do comportamento vetorial. Em seguida, é apresentado, também de forma bastante coerente, por ser compatível com toda a abordagem já apresentada a definição de vetor, bem como maneiras de operacionalizá-los. Na sequência, foca-se a questão da decomposição e as grandezas vetoriais (determinação de posição e deslocamento).

Em linhas gerais podemos dizer que a sequência apresenta clareza matemática e boas ilustrações que complementam e facilitam o entendimento do texto. Não observamos erros conceituais, contudo, os exercícios propostos são descontextualizados e não contribuem de forma significativa, pois a nova proposta para o ensino requer uma abordagem contextualizada que facilite melhorar o entendimento do conteúdo apresentado, permitindo que ele seja aplicado em situações práticas.

Dando sequência à análise proposta, passamos para o segundo livro, Física: Ciência e Tecnologia, tal como indicado no quadro 01. Focamos nossas observações no capítulo 3, que tem início com uma definição de grandeza física vetorial e sua representação. A grandeza física vetorial é definida como aquela que para “ficar plenamente caracterizada é necessário saber não apenas a intensidade ou módulo, mas, também a sua direção e o seu sentido”, enquanto sua representação é proposta através de uma letra com uma setinha em cima. Com relação às figuras que acompanham o texto (figuras 15 e 16) observamos que as mesmas referem-se a aplicações de vetores. Na figura 15 não é possível observar a notação referida na definição, enquanto que na figura 16 tem-se representado o deslocamento, sem que tenha sido feita nenhuma menção anterior a grandezas vetoriais.

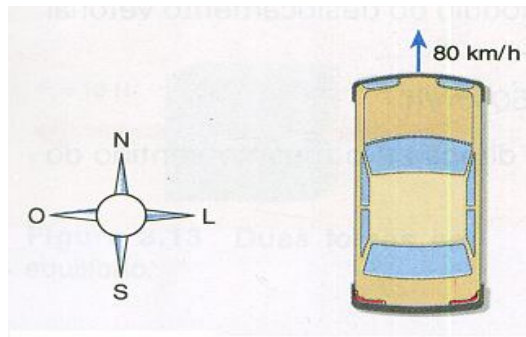


Figura 15: Representação da Aplicação de vetores
Fonte: Torres et al., 2001,p. 37.

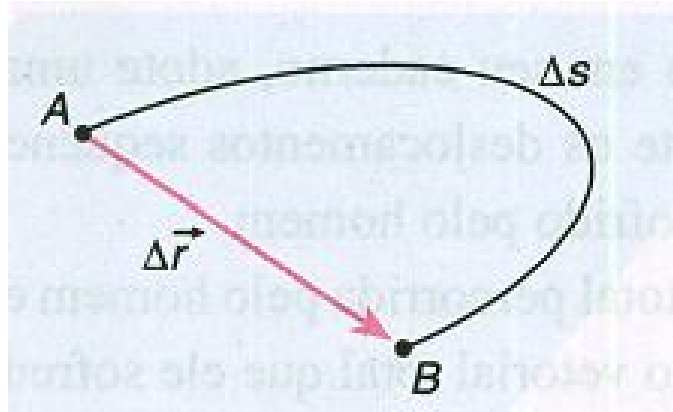


Figura 16: Representação geométrica do deslocamento escalar Δs e do deslocamento vetorial $\Delta \vec{r}$ Fonte: Torres et al.,2001, p. 45.

Outro aspecto observado está relacionado com a utilização de exemplos de aplicação, nos quais se verifica uma preocupação com o contexto em detrimento do tratamento matemático. Tal fato pode ser observado nas figuras 15 e 17. Os autores partem da premissa de que a percepção das grandezas vetoriais é intuitiva.

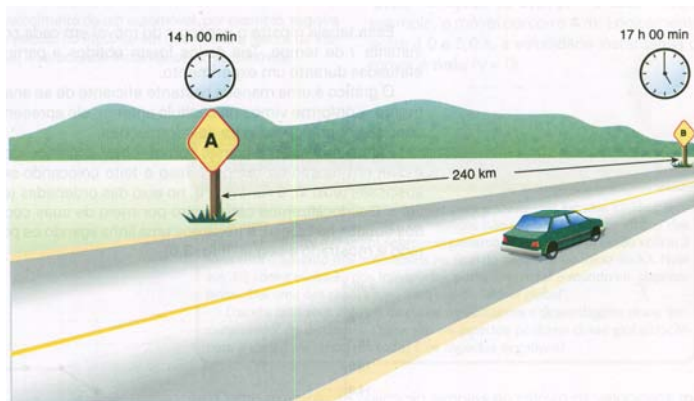


Figura 17: Representação da velocidade média vetorial
Fonte: Torres (et al.), 2001,p.37.

Com relação ao conceito de posição, observamos que ele é apresentado como sendo determinado pelo espaço s , sempre medido em relação a um ponto de referência chamado origem. O deslocamento é definido como uma variação de espaço num intervalo de tempo, e a velocidade média é tratada como “a rapidez com que um móvel sofre uma mudança de posição”. Por fim há a definição de velocidade média como sendo inversamente proporcional ao intervalo de tempo. Os autores ainda dão destaque ao caráter vetorial do deslocamento (como variação de posição) e da velocidade média.

Considerando os pontos destacados acima, observamos que a sequência proposta deixa a desejar, principalmente se tomarmos a sequência proposta no livro 1 para fins de comparação. O tratamento dado ao conceito de vetor como “segmento de reta (indicando a direção da grandeza) dotado de uma seta (indicativa de seu sentido) e trazendo ainda seu valor seguido da unidade de medida (indicação de seu módulo ou intensidade)” é bastante semelhante ao visto no livro 1, entretanto, o tratamento matemático dispensado é sempre muito superficial. Conforme já comentado, tem-se a impressão que os autores acham que a compreensão do comportamento vetorial e das grandezas vetoriais é intuitiva, não precisando ser apresentado, exemplificado, ilustrado com o devido rigor matemático. Apesar desses aspectos negativos, ressaltamos a preocupação dos autores com a utilização de exemplos aplicados, fato que não foi observado no primeiro livro analisado.

Por fim, partimos para a análise do terceiro livro, Física I: Mecânica, no qual a quarta parte intitulada - Descrição Matemática dos Movimentos – é foco do nosso interesse por abordar a Cinemática. Esta é apresentada na última parte do livro, por envolver maior abstração no estudo dos movimentos. Aqui é formalizada a notação das grandezas vetoriais com particularidades das operações com vetores. O estudo dos vetores é contextualizado a partir de situações envolvendo grandezas vetoriais, que são tratadas através da decomposição de vetor, fazendo uso das componentes associadas aos vetores unitários \vec{i} e \vec{j} , com as coordenadas cartesianas x e y como eixos de referência.

Ainda na quarta parte do livro em questão, observamos que a notação vetorial é definida como “expressão matemática mais simples e compacta das grandezas vetoriais, grandezas que são caracterizadas por sua intensidade (módulo ou valor), direção e sentido” (p. 194). Portanto, essa definição busca uma linguagem matemática que facilita a compreensão do conceito de grandezas físicas vetoriais. Usa o termo vetor posição para fazer referência à posição de um local.

Com relação ao deslocamento, observamos que ele é considerado como a variação de posição, estabelecida pela posição inicial e posição final com relação a cada um dos eixos de referência (\vec{i} e \vec{j}), associados ao sistema de coordenadas cartesianas planas. Dessa forma, há possibilidade do deslocamento ser completamente representado pelas suas projeções em cada um dos eixos, fato que é exemplificado por um mapa do guia de uma cidade, no qual, as informações são apresentadas em relação aos dois eixos de referência (figura 18).



Figura 18: Representação do vetor posição e vetor deslocamento, utilizando os vetores unitários \vec{i} e \vec{j} .
Fonte: Gref, p.216, 1999.

O conceito de velocidade também é trabalhado nesta parte do livro. Observamos que são feitas referências, com o intuito de facilitar o entendimento da velocidade como a rapidez com que ocorre certo deslocamento. Observamos também que há a apresentação do conceito de velocidade média, que é definida como: “a razão

entre o deslocamento efetuado e o intervalo de tempo necessário para realizá-lo” (p.196). Os autores ainda destacam a necessidade de considerar a direção e o sentido em que ocorre este deslocamento, chamando a atenção quanto à natureza vetorial da velocidade média, deixando a idéia de rapidez, como sendo talvez, mais adequada à idéia de velocidade instantânea, que pode ser definida a partir do conceito de velocidade média. Esse livro enfatiza o caráter vetorial das grandezas físicas: posição, deslocamento e velocidade média.

Observamos que os exercícios resolvidos e os questionamentos sobre as atividades experimentais propostas não só estimulam a curiosidade e a imaginação, como também propõem uma reflexão direcionada sobre os conteúdos trabalhados. Assim, em nossa análise, ainda que muito sucinta, podemos dizer que este livro, em relação aos outros analisados, é o que apresenta o melhor tratamento do conceito de vetor e das grandezas vetoriais (posição, deslocamento e velocidade média). Trata-se de uma proposta inovadora, contextualizada, que preza pelo rigor conceitual, mas ainda restrita do ponto de vista da aprendizagem, por ter um caráter ainda muito de transmissão do conhecimento.

Diante do exposto, verificamos através da nossa pequena amostra de análise, que existem muitos problemas quanto a abordagem dos vetores e grandezas vetoriais nos livros didáticos, o que sem dúvida é um aspecto que contribui para as dificuldades de aprendizagem desses conteúdos. Os problemas são os mais variados: a inconsistência conceitual, a falta de sequência lógica, as abordagens simplistas, a utilização de imagens desconectadas do texto, o caráter meramente transmissor. Assim, fica evidente a necessidade de se desenvolver estratégias didáticas mais adequadas para o seu estudo, sendo esta justamente a proposta desta pesquisa.

2.4 O VETORAMA

O *Vetorama* é um jogo de estratégia, como já foi mencionado anteriormente, que é jogado sobre uma folha de papel milimetrado ou quadriculado. Sobre este papel

é desenhada uma linha sinuosa representando uma pista de corrida, com indicação da largada e da chegada, (Anexo A); os carros são representados por vetores, e inicialmente possuem o mesmo tamanho (intensidade), que irá variando conforme as jogadas, obedecendo às regras do jogo (Anexo B). Será vencedor o jogador que chegar ao final (chegada) com menor número de jogadas.

Esse jogo foi trazido para o Departamento de Educação da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, pela Doutora Heloisa Flora Brasil Nóbrega Bastos, que por reconhecer nele um potencial para ensino de vetores, já vinha utilizando-o em várias situações didáticas. No jogo em questão há ainda a possibilidade de, com algumas adaptações, trabalhar também grandezas da mecânica vetorial, devido às facilidades que o mesmo oferece para manipular com as componentes. Segundo Kazunori Watari:

“Num estudo avançado, a definição geométrica de vetor como uma quantidade com magnitude, direção e sentido não é suficiente, pois, se encontram grandezas tais como: constante elástica, índice de refração, condutividade elétrica, etc. em cristais anisotrópicos que têm magnitude, direção e sentido, mas, não são vetores (são tensores). Por esta razão torna-se necessária uma nova definição de vetor. Uma das maneiras é defini-lo algebricamente por meio de componentes em relação a um sistema de referência” (2003, p.100).

No espaço bidimensional como é o do sistema de referência do tabuleiro do jogo *Vetorama*, mesmo mudando o referencial, como a origem ou a jogada anterior, não há alteração no módulo, na direção e no sentido do vetor deslocamento por se trabalhar com as componentes. Assim, fica evidente a importância da compreensão dos vetores a partir do uso das componentes e a pertinência do jogo em questão para tal. “O *Vetorama* por ser confeccionado em papel graduado possibilita o trabalho com as componentes vetoriais inteiras” (BASTOS, 2007)².

Investigando-se a origem do jogo *Vetorama*, encontramos similaridades entre este e um brinquedo infanto-juvenil, chamado “Autorama” em que os carros são guiados por controle remoto. Também no livro, “Jogos Inteligentes: a Construção

² Entrevista concedida a pesquisadora em 09/05/2007 no Departamento de Educação da UFRPE.

do Raciocínio na Escola Natural” de Rizzo (2001) encontramos dois jogos chamados Corrida de Automóveis I e o II que apresentam similaridades com o Vetorama, quanto a ser uma pista de corrida e por implicar na utilização de atividade lúdica e regras definidas em situação de ensino- aprendizagem.

Dando continuidade aos estudos exploratórios sobre as raízes do *Vetorama*, foi encontrado no livro *Mecânica 2*, elaborado pelo Ministério da Educação e Cultura, em parceria com a Fundação de Assistência ao Estudante (Projeto de Ensino da Física - PEF,1984) um jogo de nome “Grande Prêmio”, cujas regras se assemelham às do Vetorama. Na proposta do livro, a representação através do uso de vetores é implícita, uma vez que há apenas uma sugestão, posterior ao uso do jogo, para a realização de analogias usando vetor e grandezas vetoriais.

Entretanto, a versão apresentada pela Professora Dr^a Heloisa Bastos (Anexos A e B) difere da versão do PEF por associar as coordenadas cartesianas ortogonais x e y às margens da folha de papel destinada ao jogo, os vetores unitários \vec{i} e \vec{j} , constituindo um valioso diferencial, quanto ao ensino-aprendizagem da mecânica vetorial seja no ensino superior ou ensino médio.

2.5 TEORIA DOS CONSTRUTOS PESSOAIS – TCP

A Teoria dos Construtos Pessoais (TCP) foi utilizada nesta pesquisa, como embasamento teórico e metodológico, possibilitando condições de descrever as interpretações e as estratégias para a aprendizagem dos alunos, bem como, auxiliar na estruturação da intervenção pedagógica. Essa teoria psicológica é baseada numa visão ativa do conhecimento, considerando que as pessoas aprendem, ou constroem conhecimentos, a partir de interações com a realidade (BASTOS, 1998).

Essa teoria psicológica pertence à linha cognitivista, que permanece relativamente isolada de outras teorias, por focar a personalidade individual e não a situação, enfatiza os pensamentos das pessoas buscando uma formação holística da cognição com outros processos emocionais e motivacionais, as

pessoas constroem seu próprio destino pelo modo como interpretam os acontecimentos e fazem previsões, que podem ser confirmados ou não. (KELLY in CLONINGER,2003, P. 425).

Ao contrário da teoria de Piaget, que parti do princípio que uma pessoa, ao nascer, traz consigo algumas estruturas cognitivas, e essas são responsáveis por suas coordenações, organizações e direcionamentos nos processos psicológicos, sendo então, condição básica para iniciar o processo de construção do conhecimento (COLL SALVADOR, 2000).

A teoria de Kelly busca ajudar as pessoas propondo uma revisão de seus sistemas de construtos e fazendo com que se tornem mais adaptadas a realidade que elas mesmas constroem. No desenvolvimento de sua teoria, fundamentou-a em algumas suposições, que segundo Hall et al. (2000) se apresentam como:

- Alternativismo construtivo – o homem compreende e lida com o mundo de várias maneiras. O ser humano é livre para escolher como quer ver o mundo e suas ações são determinadas por suas escolhas.
- Homem-Cientista – o ser humano desenvolve hipóteses sobre seu comportamento e as avalia, construindo durante sua vida suas próprias experiências.
- Foco no Construtor – Kelly enfatiza em sua teoria o ser como um indivíduo que constrói, interpreta ou compreende o mundo.
- Motivação – Para Kelly a motivação é algo desnecessário e redundante, pois os modelos motivacionais são utilizados para explicar porque as pessoas são ativas ao invés de inertes, além de explicar porque as pessoas agem de uma maneira ou de outra. Para ele, as pessoas são ativas, pois estão vivas e agem como agem, pois estão interpretando o mundo que percebem.

A teoria proposta por Kelly (1963) é fundamentada em um postulado “Os processos de uma pessoa são psicologicamente canalizados pelas formas com que ela antecipa eventos“(p. 46) e 11 corolários (KELLY,1963, p.103-104, tradução livre) apresentados a seguir:

- “ 1.*Corolário da Construção*: Uma pessoa antecipa eventos construindo réplicas destes;
- 2 .*Corolário da Individualidade*: As pessoas diferem umas das outras por suas construções de eventos;
- 3.*Corolário da Organização*: Cada pessoa desenvolve caracteristicamente, e de forma conveniente à sua antecipação de eventos, um sistema de construção envolvendo relações ordinais entre os construtos;
- 4.*Corolário da Dicotomia*: O sistema de construção de uma pessoa é composto de um número finito de construtos dicotômicos;
- 5.*Corolário da Escolha*: Uma pessoa escolhe a alternativa, em um construto dicotomizado, através da qual ela antecipa a maior possibilidade de extensão e definição de seu sistema;
- 6.*Corolário da Faixa (ou do Intervalo)*: Um construto é conveniente para a antecipação de um intervalo finito de eventos apenas;
- 7.*Corolário da Experiência*: O sistema de construção de uma pessoa varia conforme ela constrói sucessivamente as réplicas dos eventos;
- 8.*Corolário da Modulação*: A variação do sistema de construção de uma pessoa é limitada pela permeabilidade dos construtos em cujos intervalos de conveniência localizam-se as variantes;
- 9.*Corolário da Fragmentação*: Uma pessoa pode empregar sucessivamente vários subsistemas de construção que são inferencialmente incompatíveis entre si;
- 10.*Corolário da Comunalidade*: À medida que uma pessoa emprega uma construção de experiência semelhante àquela empregada por outra pessoa, seus processos psicológicos são semelhantes aos processos da outra pessoa;
- 11.*Corolário da Sociabilidade*: À medida que uma pessoa interpreta os processos de construção de outra, ela pode desempenhar um papel num processo social envolvendo a outra pessoa.”

Não serão discutidos especificamente neste trabalho todos os corolários acima, apenas dois deles, que serão mais relevantes na análise do ensino e

aprendizagem do conceito de vetor e grandezas vetoriais (posição, deslocamento e velocidade média): os corolários da experiência e da sociabilidade.

2.5.1 Corolários da Experiência e da Sociabilidade

Através do corolário da experiência é possível compreender que o sistema de construção de uma pessoa varia conforme a réplica do evento, isto é, varia de acordo com as novas situações que ela se depara. Kelly considera que os seres humanos, ao se depararem com diversas situações ou eventos, tendem a selecionar certas características, que ele chama de construtos. Assim, cada pessoa constrói cada situação de uma maneira própria, alternativa.

Através desse corolário, Kelly expõe sua idéia sobre a aprendizagem, não como algo que acontece a uma pessoa em certas ocasiões, pois a aprendizagem não é considerada como algo especial, mas como um sinônimo para qualquer processo psicológico. Portanto, representa o resultado das tentativas da pessoa de lidar com eventos, com suas experiências (BASTOS, 1998).

Entretanto, segundo Bastos (1998) para ocorrer a aprendizagem, é necessário que a pessoa esteja verdadeiramente engajada nesse processo complexo. Ou seja, os professores não devem esperar que seus alunos “mudem suas idéias” porque tiveram “contato com um evento”, numa determinada perspectiva didática. Se eles não estiverem preparados para este evento, se eles não tiverem investido na sua antecipação e se eles não considerarem o que aconteceu de uma forma crítica, nenhuma mudança será observada.

O corolário da experiência é apresentado nos seguintes termos: “O sistema de construção de uma pessoa varia à medida que ela sucessivamente constrói réplicas dos eventos” (KELLY, 1963. p. 72, tradução livre). Dessa forma, pode-se dizer que uma pessoa experimenta algo quando consegue construir uma réplica desse evento e que por meio do corolário da experiência pode-se alcançar uma mudança conceitual, ou seja, mudanças de construtos ou mudança nos sistemas de construção. Segundo Bastos (1998), a maneira pela qual a pessoa muda seus

sistemas de construtos, é, então, relatado pelo corolário da experiência, no qual as construções pessoais são hipóteses de trabalho, que se confrontam com as experiências, estando sujeitas à revisão e recolocação.

É importante mencionar que essa experiência para Kelly não representa apenas um simples encontro com um evento, mas um ciclo contendo cinco fases: antecipação, investigação, encontro, confirmação ou desconfirmação e revisão construtiva (KELLY, 1963, p. 15, tradução livre).

A seguir apresenta-se sucintamente cada uma das etapas que compõem o Ciclo da Experiência, ilustrado na Figura 19.

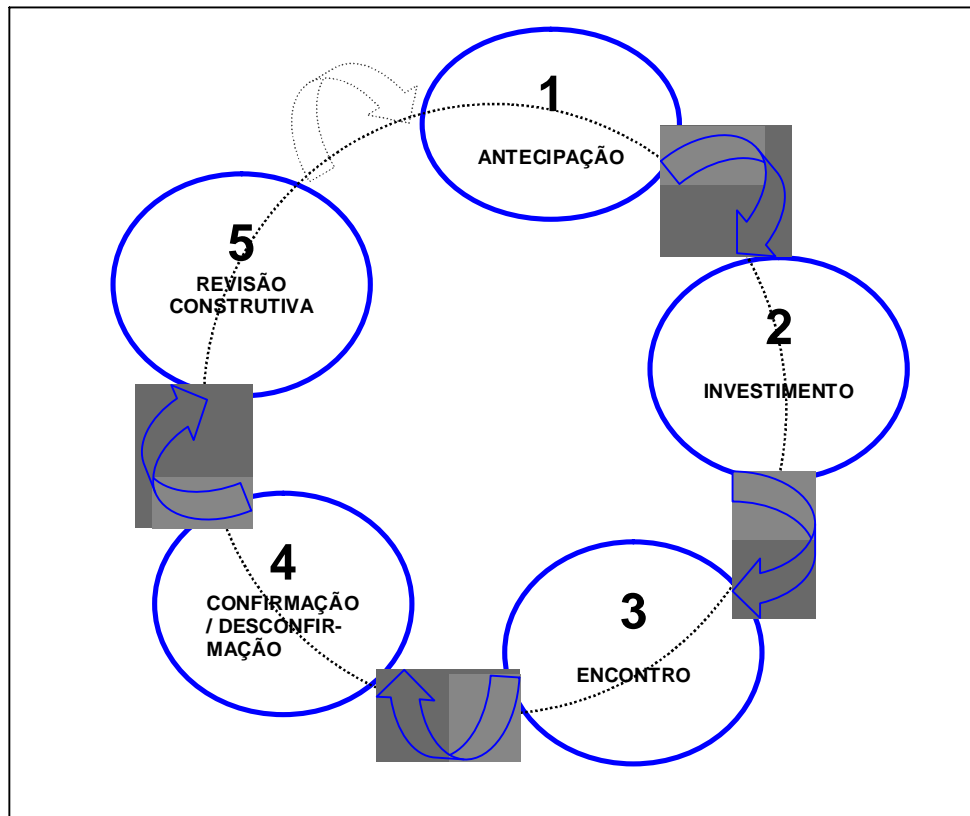


Figura 19 – Representação esquemática do Ciclo da Experiência de Kelly, a partir do qual a intervenção didática desta pesquisa foi estruturada (NEVES, 2006, p. 55.)³.

³ Figura extraída da dissertação de Mestrado de Ensino das Ciências, vê referências.

- Antecipação: essa etapa inicia-se quando a pessoa tenta antecipar, isto é, fazer previsão de um evento do que poderá encontrar, para isso utiliza os construtos que possui no seu sistema de construção;
- Investimento: quando a pessoa realiza a fase anterior, dependendo de sua capacidade de construir a réplica do evento, ela acaba por se engajar na fase de investimento, buscando subsídios que favoreçam a sua atuação ao se deparar com o evento marcado. Isto é, quando se prepara para encontrar-se com o evento;
- Encontro: é o momento em que a pessoa checa suas teorias pessoais; previsões construídas para as quais se investiu.
- Confirmação ou desconfirmação: a checagem dessas teorias conduz à confirmação ou desconfirmação das mesmas;
- Revisão construtiva: após a confirmação ou desconfirmação da teoria, surge uma revisão dos pontos que geraram problemas. Essa revisão poderá levar à formação de novas construções dessa relação.

Este modo peculiar de perceber a experimentação traz profundas implicações para a aprendizagem. Primeiro, porque ela deixa de ser vista como um fim e passa a ser vista como algo que define o sujeito; segundo, porque esta perspectiva prioriza os processos de construção e não os resultados finais.

Com relação ao corolário da sociabilidade, compreende-se que a interação social se baseia nas construções pessoais dos indivíduos, em contínua interação com as mesmas e na construção das construções das outras pessoas. Assim, à medida que uma pessoa constrói o processo de construção de outra, ela pode desempenhar um papel num processo social envolvendo a outra pessoa.

Sendo assim, através do corolário apresentado pode-se perceber que as teorias pessoais dos indivíduos podem ser construídas a partir do grupo familiar ao qual pertencem ou com relação a outros contextos como os culturais ou o escolar, e podem ser alteradas. Isso pode ser percebido em sala de aula, quando se utilizam situações diferentes que envolvem um mesmo conceito. Comumente o indivíduo pode sair de um sistema para outro, interpretando-o de modo diferente, devido ao fato de que às vezes os alunos costumam separar as situações que se sucedem, não percebendo relação entre elas. Por conta dessa dificuldade de estabelecer relações entre uma situação e outra, os alunos recorrem a outras idéias incompatíveis com o que acontece, distanciando-se das expectativas do professor (MELO, 2005).

Dessa forma, faremos uso dos Corolários da Experiência e da Sociabilidade. O Corolário da Experiência será utilizado com o intuito de acompanhar os processos de construção dos indivíduos ao longo da intervenção proposta; e também para auxiliar a estruturação do conjunto de atividades a serem realizadas nesta pesquisa. Com relação ao Corolário da Sociabilidade, ele possibilitará ponderações sobre as relações inter-pessoais e suas implicações nos processos de ensino-aprendizagem do conceito de vetor e das grandezas vetoriais (posição, deslocamento e velocidade média) durante a realização do jogo *Vetorama*; bem como terá fundamental importância no delineamento das atividades propostas.

Capítulo II

Metodología

CAPÍTULO II - METODOLOGIA

3. METODOLOGIA

Neste capítulo pretendemos descrever a metodologia utilizada para o desenvolvimento desta pesquisa sobre o jogo *Vetorama*, com alunos do 1º ano do ensino médio. Levando-se em consideração os objetivos que se pretende alcançar, optamos por uma abordagem de investigação do tipo qualitativa. Segundo Oliveira (2005, p. 41) esta abordagem pode ser conceituada como: “Um processo de reflexão e análise da realidade através da utilização de métodos e técnicas para compreensão detalhada do objeto de estudo em seu contexto histórico e/ou segundo sua estruturação”.

A Teoria dos Construtos Pessoais de George Kelly (1963) foi escolhida para estruturar a metodologia, particularmente os corolários: da experiência e da sociabilidade. O corolário da experiência permitiu a estruturação de toda a intervenção, como será apresentado mais adiante, enquanto que o corolário da sociabilidade foi utilizado para enfatizar e analisar as relações a serem estabelecidas durante o processo de aprendizagem. Apresentamos além do já relatado acima, todo o procedimento envolvido na intervenção para a concreção deste trabalho.

3.1 Tipo da Pesquisa

A pesquisa é de caráter exploratório e segue o procedimento aplicado ao método de estudo de caso alicerçada pela análise de dados do tipo qualitativo. A escolha por este método deve-se à flexibilidade em permitir sua utilização como estratégia e como prática pedagógica (OLIVEIRA, 2005). Buscou-se fazer uso associado à TCP de George Kelly através de dois corolários (experiência e sociabilidade), para a realização dos propósitos da pesquisa.

3.2 Descrição da Escola

A pesquisa foi desenvolvida na escola Ministro Jarbas Passarinho que faz parte da rede estadual de educação no Município de Camaragibe, região metropolitana do grande Recife. A escola é classificada como escola de referência, possui o Ensino Fundamental e Médio. Sua clientela, na maioria, é de classe social economicamente carente e reside nas proximidades da mesma,.

3.3 Universo da Pesquisa

A escolha da turma foi feita mediante indicação da professora de Física da Escola. Assim, a opção foi por uma turma do 1º ano, da manhã (turma "A"). Consideramos: um menor número de alunos (50) em relação às demais, a faixa etária (14 - 16 anos), a frequência e seu maior comprometimento com as atividades. A turma é composta por alunos de ambos os sexos, sendo: 26 do sexo feminino e 23 do sexo masculino.

Apesar do cuidado na escolha da turma, com o intuito de otimizar os trabalhos de pesquisa a professora de Física da turma explicitou, de antemão, as dificuldades dos alunos em relação à compreensão dos conceitos de vetor e das grandezas vetoriais: posição, deslocamento e velocidade média, que são aprofundados nessa série e cujas premissas básicas já deveriam ter sido compreendidas em série anterior (9º ano do ensino fundamental, antiga 8ª série).

3.4 Amostra da Pesquisa

Tendo em vista a extensão, a intervenção e as múltiplas atividades envolvidas, só puderam ser considerados como amostra de pesquisa aqueles alunos que efetivamente participaram de todas as etapas de intervenção. Assim, demos início às atividades com cerca de 50 alunos e ao final tínhamos apenas 25.

Os alunos foram nomeados por A_n , onde "n" corresponde ao número do aluno na ata de frequência passada na primeira etapa da pesquisa. Com relação aos grupos, a nomenclatura utilizada foi G_n , onde "n" serve não só para quantificar o

número de grupos como para identificá-los. A escolha dos componentes dos grupos foi deixada a critério dos alunos. Dessa forma, todos os grupos foram considerados, mas nem todos os componentes que os compunham, uma vez que conforme já explicitado, somente aqueles que participaram de todas as etapas da intervenção foram analisados.

3.5 Instrumento de Pesquisa

No quadro a seguir apresentamos os instrumentos de pesquisa utilizados, bem como seus objetivos.

Quadro 2 – Utilização dos Instrumentos de Pesquisa no CEK.

INSTRUMENTO	OBJETIVOS	APLICAÇÃO
Questionário I	Obter as concepções prévias e verificar eventuais alterações na rede de construtos.	Etapas de Antecipação e de Revisão Construtiva.
Tabuleiro do <i>Vetorama</i>	Ensinar os alunos a manipular o jogo fazendo uso de suas regras.	1ª Etapa do Encontro
Questionário II	Obter informações sobre as estratégias utilizadas pelo aluno para ganhar o jogo.	2ª Etapa de Encontro
Exercício	Obter dados sobre as contribuições do jogo <i>Vetorama</i> para aprendizagem dos conceitos pesquisados já citados anteriormente.	Etapa da Confirmação ou Desconfirmação.
Transparências.	Analisar com os alunos as jogadas mais significativas efetuadas por eles e suas contribuições para aprendizagem das regras do <i>Vetorama</i> , e identificações dos conceitos em estudo (já citados).	Etapa da Revisão Construtiva.

O primeiro instrumento de pesquisa utilizado foi o questionário I (Apêndice A). Este questionário foi estruturado contendo apenas questões abertas visando dar maior liberdade de expressão ao aluno e facilitar sua resposta, quanto aos conceitos em estudo, já citados anteriormente.

O segundo instrumento de pesquisa utilizado foi o tabuleiro do *Vetorama* (Anexo C). Este tabuleiro já foi descrito na apresentação do jogo, que consta na fundamentação teórica.

O terceiro instrumento de pesquisa utilizado foi o Questionário II (Apêndice C), Este questionário também foi estruturado contendo questões abertas visando dar maior liberdade de expressão ao aluno para descrever suas estratégias e objetivos ao jogar.

O quarto instrumento de pesquisa utilizado foi o Exercício (Apêndice D). Este exercício foi estruturado contendo quatro questões de enunciados diretos que solicitam aplicação dos conceitos estudados associados à jogadas do tabuleiro de jogo do aluno, melhores detalhes deste exercício encontramos no bloco 3.

O quinto instrumento de pesquisa utilizado são as transparências (Figuras: 20, 21, 22, 23), por apresentarem jogadas mais acertadas (Figura 20) e jogadas com erros mais expressivos(Figuras 21, 22, 23) para o nosso objetivo de análise.

3.6 Procedimentos Metodológicos

A seguir apresentamos de forma detalhada as atividades que foram realizadas em cada uma das etapas que compõem a intervenção. É importante salientarmos que essas etapas correspondem às cinco etapas (Antecipação, Investimento, Encontro, Confirmação ou Desconfirmação, Revisão Construtiva) do Ciclo da Experiência Kellyano. Outro ponto importante é que em algumas etapas há momentos distintos. Tal fato ocorre em função das atividades demandarem um maior tempo para sua execução. Esses momentos têm duração de 50 minutos cada e também estão explicitados a seguir.

Antecipação

A primeira etapa compreendeu duas atividades: a apresentação da proposta do trabalho e a aplicação do questionário I (Apêndice A) para colher as idéias prévias dos alunos sobre grandeza, um conceito que servirá de norte para a compreensão dos conceitos de vetor e das grandezas vetoriais (posição, deslocamento e velocidade média). O objetivo a ser alcançado com a aplicação do questionário I foi conhecer as dificuldades dos alunos, a fim de propor estratégias para minimizá-las.

Investimento

A segunda etapa foi dividida em três momentos. No primeiro, foi distribuído um texto (Apêndice A) sobre os conceitos a serem trabalhados, para ser lido e discutido. No segundo momento, a professora de Física da turma passou um exercício do livro texto adotado na escola (Anexo D), abordando questões relativas ao tema de vetores e das grandezas vetoriais: posição e deslocamento. Por fim, no terceiro momento do investimento foram distribuídos, para leitura e discussão, dois textos, apresentando cada um, respectivamente: o jogo *Vetorama* e uma síntese das regras do mesmo, como também foi distribuída uma folha de papel contendo o tabuleiro com esse jogo (Anexos A, B e C, respectivamente).

Ao final dessa etapa, foi solicitada, pela professora aos alunos, a organização da turma em grupos de três, para dar seqüência à intervenção. O objetivo foi: fornecer subsídios para os alunos, de forma que durante o jogo os mesmos pudessem identificar os conteúdos em questão; perceber a capacidade de interpretação e integração dos alunos e facilitar a compreensão do jogo e sua realização de forma adequada.

Encontro

Nesta etapa, a professora fez uma retomada do texto entregue na etapa anterior, com o intuito de verificar se os alunos estavam cientes das regras do jogo, antes de passar para sua execução. Contudo, durante sua aplicação verificou-se que as

deficiências dos alunos, já relatadas pela professora, impediam o desdobramento da atividade. Assim, esse primeiro momento serviu como piloto para traçarmos novas estratégias de ação, no sentido de dar as condições mínimas aos alunos de poderem jogar, visando cumprimento dessa etapa da pesquisa.

Dessa forma, retomamos a etapa de Investimento e incluímos um novo momento no qual foram revisados conceitos relativos a coordenadas cartesianas e uso das componentes de um vetor, além de operações de soma algébrica de números inteiros relativos. Para facilitar, essa revisão foi feita com base no jogo proposto. A professora fez algumas jogadas no quadro e ditou outras, conforme as regras do jogo, para que eles repetissem na folha de papel quadriculado. Retomando a etapa de encontro, foi solicitada uma nova formação de grupos para jogarem. Ao término do jogo foram recolhidos os tabuleiros para análise e diagnóstico quanto ao entendimento do mesmo.

No final do jogo também foi entregue aos alunos o Questionário II (Apêndice C), que tratava das estratégias utilizadas para jogar e ganhar o jogo. Este foi também recolhido para análise (Bloco 2). O objetivo da pesquisadora nessa etapa foi avaliar as respostas dadas, a esse Questionário II. Após ter sido fornecido aos alunos subsídios para que durante o jogo, tivessem condições de aplicarem as regras, efetivamente cumprindo-as, relatassem suas estratégias possibilitando serem identificadas, pela pesquisadora, no tabuleiro do jogo. Assim evidenciando a compatibilidade ou não entre as jogadas e respostas contidas no Questionário II, favorecendo uma análise mais eficaz.

Confirmação ou desconfirmação

Nesta etapa, já de posse dos resultados dos jogos, foram as duplas retomadas e convidadas a identificar e calcular através de um exercício (Apêndice B) as grandezas vetoriais, posição, deslocamento e velocidade média, após ser atribuído um intervalo de tempo para os deslocamentos. O objetivo da pesquisadora nesta etapa foi: auxiliar a percepção do conteúdo em questão, através do exercício (Apêndice D) resolvido pelos alunos em sala de aula. Logo

após entregarem os exercícios foi feita uma discussão em sala com os alunos para analisar as jogadas dos tabuleiros (Figuras 20, 21, 22, 23).

Revisão Construtiva

Esta etapa foi dividida em três momentos. No primeiro, a pesquisadora e a professora pontuaram as principais dificuldades encontradas pela turma ao jogar o *Vetorama*. Para tanto, foram feitas cópias em transparências (Figuras 20, 21, 22, 23) de alguns jogos pré-selecionados, que apresentavam boas jogadas e também jogadas que não atendiam às regras. No segundo momento, fez-se a correção e análise do exercício aplicado na etapa anterior. Por fim, no terceiro momento, foi solicitado aos alunos que respondessem novamente ao Questionário I, com o intuito de verificar possíveis alterações na rede de construtos dos mesmos, em função da vivência do conjunto de atividades explicitadas acima e estruturadas conforme o ciclo da experiência - CEK. O objetivo da pesquisadora nesta etapa foi: auxiliar o aluno com relação às dificuldades surgidas durante a realização do exercício, favorecendo a consolidação da aprendizagem.

Com intuito de resumir as atividades realizadas pelos alunos, bem como seus objetivos didáticos, apresentamos a seguir o quadro 3.

Quadro 3 – Atividades dos alunos e objetivos didáticos

Etapa do Ciclo	Atividade para o aluno	Objetivo didático para o aluno
Antecipação	Explicitar seus conhecimentos prévios através do Questionário I (Apêndice A)	Conhecer suas deficiências e lacunas com relação aos conceitos em questão.
Investimento	Fazer a leitura do texto “Vetor e as Grandezas Vetoriais”. Escolher os parceiros de jogo e tomar conhecimento das regras do mesmo. Jogar juntamente com os parceiros e professor um jogo modelo	Familiarizar-se com os conceitos abordados anteriormente no pré-teste. Familiarizar-se com as regras do jogo
Encontro	Jogar com os parceiros de forma independente. Responder o Questionário II, ainda em sala de aula.	Praticar as regras e estabelecer estratégias para vencer. Explicitar as estratégias desenvolvidas para ganhar o jogo.
Confirmação ou Desconfirmação	Acompanhar as explicações do professor. Fazer um exercício sobre as grandezas vetoriais.	Perceber e refletir sobre os conteúdos formais implícitos na atividade lúdica. Identificar os conteúdos envolvidos no jogo e formalizar seu tratamento matemático.
Revisão Construtiva	Acompanhar a correção do exercício e analisar alguns tabuleiros do <i>Vetorama</i> com jogadas mais significativas para a aprendizagem dos alunos quanto às regras do jogo. Explicitar os conhecimentos adquiridos através da reaplicação do Questionário I.	Tirar eventuais dúvidas consolidando a aprendizagem dos conceitos. Reconhecer se ocorreu mudança em sua rede de construtos

CAPÍTULO III
RESULTADOS E DISCUSSÕES

CAPÍTULO III – RESULTADOS E DISCUSSÃO

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, apresentamos os resultados das atividades realizadas na pesquisa, divididos em quatro blocos distintos. Dessa forma, no primeiro bloco apresentamos os dados coletados durante a etapa de Antecipação (CEK) na qual foi feita a aplicação do Questionário I (Apêndice A), a fim de identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conceitos de grandeza, vetor e das grandezas vetoriais (posição, deslocamento, velocidade média).

No segundo bloco, apresentamos os dados colhidos durante a etapa do Encontro, que corresponde aos jogos realizados pelos alunos e as respostas ao Questionário II (Apêndice C) sobre as estratégias utilizadas para jogar o *Vetorama*.

No terceiro bloco apresentamos os dados coletados durante a etapa de Confirmação ou Desconfirmação, que correspondem a um exercício sobre os conteúdos específicos trabalhados durante a intervenção.

No quarto e último bloco, etapa de Revisão Construtiva, apresentamos os dados relativos a uma nova aplicação do Questionário I, já aplicado na etapa de Antecipação, visando a um confronto entre as respostas dos alunos, a fim de verificar possíveis alterações no seu sistema de construtos.

Iniciamos nossas discussões com o bloco 1.

4.1 BLOCO 1-Fase da Antecipação do CEK.

Conforme já mencionado, a intervenção teve início com a aplicação do Questionário I (apêndice A), com o intuito de verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre grandeza, vetor e as grandezas vetoriais: posição, deslocamento e velocidade média. Aqui nossa intenção é apresentar uma

categorização das respostas obtidas nessa etapa para cada uma das cinco questões (Quadros 4, 5, 6, 7, 8) que compõem o Questionário I.

Iniciamos nossa discussão sobre a análise das categorias de respostas apresentadas no quadro 4.

Quadro 4–Categorias de respostas sobre a definição de grandeza, etapa de antecipação.

CATEGORIA	ALUNOS	FREQÜÊNCIA (%)
Não respondeu	A13; A21; A15; A24; A26; A27; A34; A38	32
Medidas	A4; A16; A30; A32.	16
Massa	A35; A36.	8
Parte da Física, conceito da Física.	A10; A11.	8
Ordem de Grandeza	A22; A41.	8
Altura	A7; A8	8
Deslocamento	A31; A39.	8
Valor específico	A5	4
Algo grande	A25	4
Posição	A33	4

No quadro 4 estão explicitadas as categorias de resposta dos alunos, bem como o percentual deles que nelas se enquadram quando responderam à primeira questão que versa sobre a definição de grandeza. Mediante sua análise podemos observar que a categoria com maior percentual, 32%, foi de alunos que não responderam à questão. Tal fato já era esperado, uma vez que o histórico dos mesmos mostrava grandes deficiências com relação à temática abordada. Outro percentual relevante, 16% foi daqueles que associaram a definição de grandeza a medidas. Como o conceito de grandeza compreende tudo que pode ser medido, os alunos que responderam dessa forma demonstraram possuir conhecimento do que seja grandeza.

Observamos ainda, que ocorrem cinco freqüências percentuais de valor igual a 8 %, perfazendo um total de 40% de respostas de alunos que associaram grandeza a: parte da Física, ordem de grandeza, altura, deslocamento e massa. Há outras 3

freqüências de valor igual a 4%, perfazendo um total de 12% referentes a respostas nas quais, grandeza é definida como: valor específico, algo grande e posição.

Podemos, em linhas gerais, observar que as respostas apresentadas, são coerentes com conteúdos estudados em Física. No entanto, não podemos deixar de comentar a resposta do aluno que se refere à grandeza como algo grande, tal definição descarta todas as possibilidades de classificar como grandezas dimensões microscópicas e menores que estas. Dando seqüência às observações das respostas apresentadas há uma que se referiu a grandeza como valor específico. Esta resposta deixa registrado um pensamento vago que requer o conhecimento de outros conceitos que possibilite dar clareza à definição apresentada pelo aluno A5 como resposta. No entanto, para se ter uma idéia de que algo é grande foi necessário ter havido uma comparação com algo tomado como parâmetro. Dessa forma, implicitamente, se está efetuando uma medição, essa resposta demonstra que o aluno possui noção sobre o que pode ser, mas não sabe definir.

Dando seqüência à discussão sobre a análise das categorias de respostas, apresentamos o quadro 5.

Quadro 5 – Categorias de respostas sobre a definição de posição etapa de antecipação.

DEFINIÇÃO	ALUNOS	FREQÜÊNCIA (%)
É onde o corpo está em determinado momento.	A5; A8; A10; A22; A24; A25; A31; A32; A33; A39; A41.	44
Para falarmos em posição temos que ter um referencial.	A4; A7; A11; A13; A16; A26; A30; A34; A35; A36.	40
Não respondeu	A15; A27	8
Existem duas posições: a horizontal e a vertical.	A21	4
Mudança de movimento.	A38	4

No quadro 5 estão explicitadas as categorias de respostas, bem como o percentual de alunos que nelas se enquadram, ao responderem à segunda questão que versa sobre a definição de posição. Após sua análise podemos observar que a categoria com maior percentual, 44% , foi de alunos que explicitaram uma associação entre posição e local onde o corpo se encontra, demonstrando já possuírem um conhecimento sobre tal conceito. Outro percentual relevante, 40% corresponde às respostas que demonstram a importância em associar a um referencial para se falar em posição. Essas respostas demonstram que os alunos possuem um conhecimento sobre o conceito, embora ainda precário. Outros 8% não responderam, evidenciando as deficiências já observadas. 4% associaram posição à direção, horizontal e vertical, o que explica implicitamente o conhecimento quanto à necessidade de um sistema de referência. E outros 4% associaram a definição de posição como mudança de movimento. Essa última resposta demonstra que o aluno associa posição a movimento, revelando uma confusão conceitual, pois para saber onde um corpo se encontra ou se está se movendo é necessário conhecer suas coordenadas com relação a um sistema de referências em determinados instantes.

É importante ressaltar que o tempo, apresentado como o instante em que é feita a determinação da posição do corpo, é um fator relevante para a classificação do conceito em questão pelo observador.

Dessa forma observamos que um percentual significativo de alunos possui conhecimento do conceito físico de posição, embora ainda de forma insatisfatória. Mesmo assim, tal fato constituiu uma surpresa para a pesquisadora e a professora deles devido ao histórico da turma, já comentado anteriormente.

Continuando a discussão sobre a análise das categorias de respostas, apresentamos o quadro 6.

Quadro 6 – Categorias de respostas sobre a definição de deslocamento etapa de antecipação.

CATEGORIAS	ALUNOS	FREQÜÊNCIA (%)
É quando saímos de um ponto A para um ponto B. Assim tenho um deslocamento, pois quando nós deslocamos saímos da posição anterior.	A4; A5; A8; A10; A11; A13; A15; A16; A21; A22; A24; A25; A26; A27; A31; A32; A34; A35; A36; A38; A41.	88
É representado por Δs é todo o percurso realizado pelo corpo tanto ele sendo com movimento uniforme variado.	A30	4
É o deslocamento de um objeto, representada pelo ΔS , diferente da trajetória, o deslocamento não se preocupa em mostrar de que modo aconteceu o percurso. E sim em saber a “quantidade do percurso”	A33	4
É a força que usa para se deslocar e a velocidade inicial que o móvel usa para se mover.	A39	4

No quadro 6 são apresentadas as categorias de respostas, bem como o percentual de alunos que nelas se enquadram para a terceira questão que versa sobre a definição de deslocamento. A análise possibilitou observar que a categoria com maior percentual, 88%, associa deslocamento à saída de um lugar para outro, isto é, a mudança de posição. Tal resposta demonstra que os alunos possuem conhecimento do conceito em questão, embora não tenham associado a uma grandeza nem terem feito uso de uma representação por desenho de um segmento orientado que caracterizará a distância retilínea e a direção entre dois pontos distintos do espaço.

Pode-se observar que 4% dos alunos definiram deslocamento associado a movimento variado. Embora o conceito de movimento variado vá além do de deslocamento, tal resposta apresenta certa coerência, pois para que haja movimento é necessário ocorrer uma mudança de posição, é o que caracteriza

um deslocamento, sem esquecermos da importância de um referencial. Como também para o movimento variado é relevante considerarmos o intervalo de tempo em que ele ocorre, o que não vem ao caso para o entendimento do conceito em questão, por estar subentendido.

Outros 4% definiram deslocamento como independente da trajetória. Essa resposta apresenta compatibilidade com o conceito de deslocamento, uma vez que para se determinar o deslocamento de um corpo só é necessário conhecer suas posições, inicial e final, isto é, onde se estava e para onde se foi, não importa o caminho percorrido. Porém, não devemos esquecer a importância de um sistema de referência.

Por fim, os 4% restantes associaram deslocamento a força, velocidade inicial e movimento. Esse aluno demonstrou com sua resposta saber quando pode ocorrer um deslocamento, mas não o que seja um deslocamento. Tal associação é admissível, uma vez que estes são conceitos estudados em física e envolve mudança de posição algumas vezes, como o caso de força.

No geral podemos observar que as respostas apresentadas pelos alunos são compatíveis a conceitos estudados em Física.

Continuando a discussão da análise das categorias de respostas, apresentamos o quadro 7.

Quadro 7 – Categorias de respostas sobre a definição de velocidade média etapa de antecipação.

CATEGORIA	ALUNOS	FREQÜÊNCIA (%)
A média em que um carro faz de uma cidade a outra.	A4; A16; A30.	12
Velocidade de um objeto.	A7; A10; A34.	12
É a velocidade de um ponto inicial ao ponto final.	A39; A35; A38.	12
Não responderam	A15; A22; A27	12
Serve para aprender a calcular outros tipos de velocidade, cálculo e parte teórica.	A5; A33.	8
É quando a velocidade permanece a mesma.	A13; A32.	8
Velocidade dando limites de velocidade	A21; A24	8
Velocidade é a rapidez com a qual um móvel se desloca, média do espaço percorrido pelo tempo.	A11; A26	8
Corpo em movimento	A8	4
V_m = fórmula para alguns movimentos.	A25	4
Aceleração devagar.	A31	4
É a velocidade que um corpo cai.	A36	4
É a velocidade que um corpo atinge ao ser lançado.	A41	4

No quadro 7 estão explicitadas as categorias de respostas, bem como o percentual de alunos que nelas se enquadram para a quarta questão, que versa sobre a definição de velocidade média. A análise apresentada possibilita observar que a categoria com maior percentual, 12%, associa velocidade média com a média que um carro faz de uma cidade a outra. A resposta dada pelos alunos tem coerência com o conceito de velocidade média para um movimento uniformemente variado (MRUV), pois nesse tipo de movimento a velocidade média é obtida pela média aritmética de suas velocidades em dois determinados instantes de um deslocamento. Por exemplo: para um instante t_1 temos a

velocidade v_1 , para um instante t_2 temos a velocidade v_2 , assim a velocidade média no MRUV é matematicamente definida pela equação: $V_m = v_2 + v_1 / 2$.

Outros 12% associam sua resposta á velocidade de um objeto. Tal resposta demonstra que o aluno possui conhecimento sobre o conceito, mas ainda precário. Há ainda um percentual de 12% que não responderam. É importante observar que percentuais iguais da amostra representam categorias bem distintas nas respostas, caracterizando o desnível intelectual na turma.

Pode-se observar ainda, que há quatro percentuais de 8%, que perfazem um total de 32% de respostas de alunos que associaram velocidade média a: cálculo, velocidade que permanece a mesma, limite de velocidade e rapidez. As respostas apresentadas que constituem o total desse percentual são bem diversificadas, por isso optamos por uma análise individualizada das mesmas. As respostas em que a velocidade média é entendida como cálculo, são coerentes, pois para se determinar o valor quantitativo, isto é, o módulo, é necessário executar algumas operações matemáticas, de acordo com o movimento em questão, uma vez que o estudo da cinemática está sempre presente no estudo da mecânica de forma implícita ou explícita.

As respostas nas quais a velocidade média é entendida como a que permanece a mesma, também são pertinentes, pois associa a velocidade ao movimento uniforme, no qual a velocidade é constante. Os que se referiram a um limite de velocidade não deixaram claro sua idéia sobre o que seria esse limite, impossibilitando uma análise mais condizente com a questão. Os que associaram velocidade média a rapidez apresentaram uma resposta compatível com o senso comum. Observa-se também que há cinco percentuais de 4%, correspondendo aos alunos que definiram velocidade média como movimento. Isso evidencia que, embora nenhum aluno tenha apresentado uma definição formal, eles já possuem uma idéia do que trata a questão, pois para que haja velocidade é necessário que : ocorra um deslocamento, que se caracterizará numa mudança de posição e que descreverá uma trajetória, possibilitando a identificação e classificação do tipo de movimento, considerando-se o intervalo de tempo em que ele ocorreu e o sistema

de referência. Tal evento é definido cinematicamente pela razão em que ocorre esse deslocamento e o intervalo de tempo considerado. Podemos observar que 88% dos alunos que constituem a amostra responderam à questão apresentando alguma compatibilidade, embora ainda que precária.

Por fim apresentamos à discussão da análise das categorias de respostas no quadro 8.

Quadro 8 – Categorias de respostas sobre a definição de vetor etapa de antecipação.

CATEGORIA	ALUNOS	FREQÜÊNCIA (%)
Não responderam	A7; A8; A11; A15; A22; A24; A25; A26; A27; A30; A31; A32; A33; A34; A39 ;A41	64
Não sei o que é vetor.	A4; A13; A21	12
Medidor de velocidade	A35; A36	8
Um espelho na área da física.	A5	4
Grandezas vetoriais que não se pode medir.	A10	4
Velocidade de um móvel.	A16	4
Variação de um móvel.	A38	4

No quadro 8 são apresentadas de forma explícita as categorias de resposta, bem como o percentual de alunos que nelas se enquadram para a quinta questão que versa sobre a definição de vetor. Com a análise é possível observar que a categoria com maior percentual 64%, foi de alunos que não responderam à questão. Esse resultado já era esperado, devido às dificuldades conceituais apresentadas pelos alunos ao serem abordados sobre os conteúdos pertinentes ao objeto de estudo. Outros percentuais sem maior relevância são: 12% que responderam não saber e 8% que associaram a definição de vetor como medidor de velocidade. Os que responderam não saber deram uma resposta vaga, enquanto que os que conceituaram o vetor como: um medidor de velocidade, esses alunos deram um significado ao reconhecer no vetor sua característica possuidora de um módulo que quantifica sua intensidade.

Outras quatro categorias com 4%, que somadas totalizam 16%, correspondem aos alunos que associaram vetor a: variação, espelho na área da Física e grandeza vetorial e velocidade de móvel. Essas respostas possuem certa coerência, pois o vetor como ente matemático, se caracteriza por ser um segmento orientado, que apresenta intensidade, direção, sentido e uma unidade de grandeza que a identifica. Seu uso no estudo da Física é de grande valor para análise de um fenômeno e determinação de uma grandeza. Portanto, o vetor é utilizado para: medir variação, para analisar o comportamento de raios luminosos, destacando a direção e o sentido no estudo dos espelhos em óptica, e em outros fenômenos estudados pela Ciência Física.

Da análise dos últimos percentuais percebe-se que os alunos reconhecem quando é utilizado o vetor, porém não apresentaram uma definição formal sobre o mesmo. Porém, dentre estas definições a que chamou mais a atenção foi a que *associa vetor a grandezas que não se pode medir*, essa definição condiz com o despreparo da turma, uma vez que contradiz o próprio conceito de grandeza, também questionado.

Em linhas gerais, os alunos em sua maioria, 76% não responderam ou não apresentaram uma definição para vetor. Tal fato reforça o diagnóstico sobre suas deficiências e que servirão para orientar as estratégias a serem traçadas no desenvolvimento da intervenção. Dando seqüência passamos ao bloco seguinte.

4.2 BLOCO 2 – Fase do Encontro do CEK.

Neste segundo bloco a intenção é apresentar os resultados colhidos durante a etapa do encontro. Conforme já mencionado, esta etapa é composta por duas atividades. Assim, temos dois conjuntos distintos de dados coletados: os tabuleiros de jogo, nos quais se pretende analisar algumas jogadas, desde as mais acertadas até aquelas que demonstram a não compreensão das regras e dos conceitos por trás das mesmas; e as respostas dos alunos ao Questionário II (Apêndice C) que trata sobre as estratégias usadas pelos mesmos durante o jogo.

Antes de iniciarmos a discussão dos tabuleiros de jogo é importante explicitar que: o lápis grafite foi utilizado pelos alunos, a caneta de tinta vermelha foi utilizada pela pesquisadora na análise das jogadas, as linhas curvas fechadas simples nas formas: cheia, tracejada e pontilhada foram utilizadas pela pesquisadora para destacar os participantes selecionados e suas jogadas mais significativas quanto aos erros de manipulação das regras.

Também é importante explicitar que não será feita análise de todos os tabuleiros. Foram selecionados apenas quatro, nos quais temos representações de diversos tipos de jogadas, indicando as dificuldades e acertos dos alunos.

Os quatro tabuleiros são respectivamente dos grupos G1, G3, G9 e G10.

Iniciaremos nossa análise considerando o Tabuleiro T1 (figura 20) no qual se tem todas as jogadas realizadas pelo grupo G1.

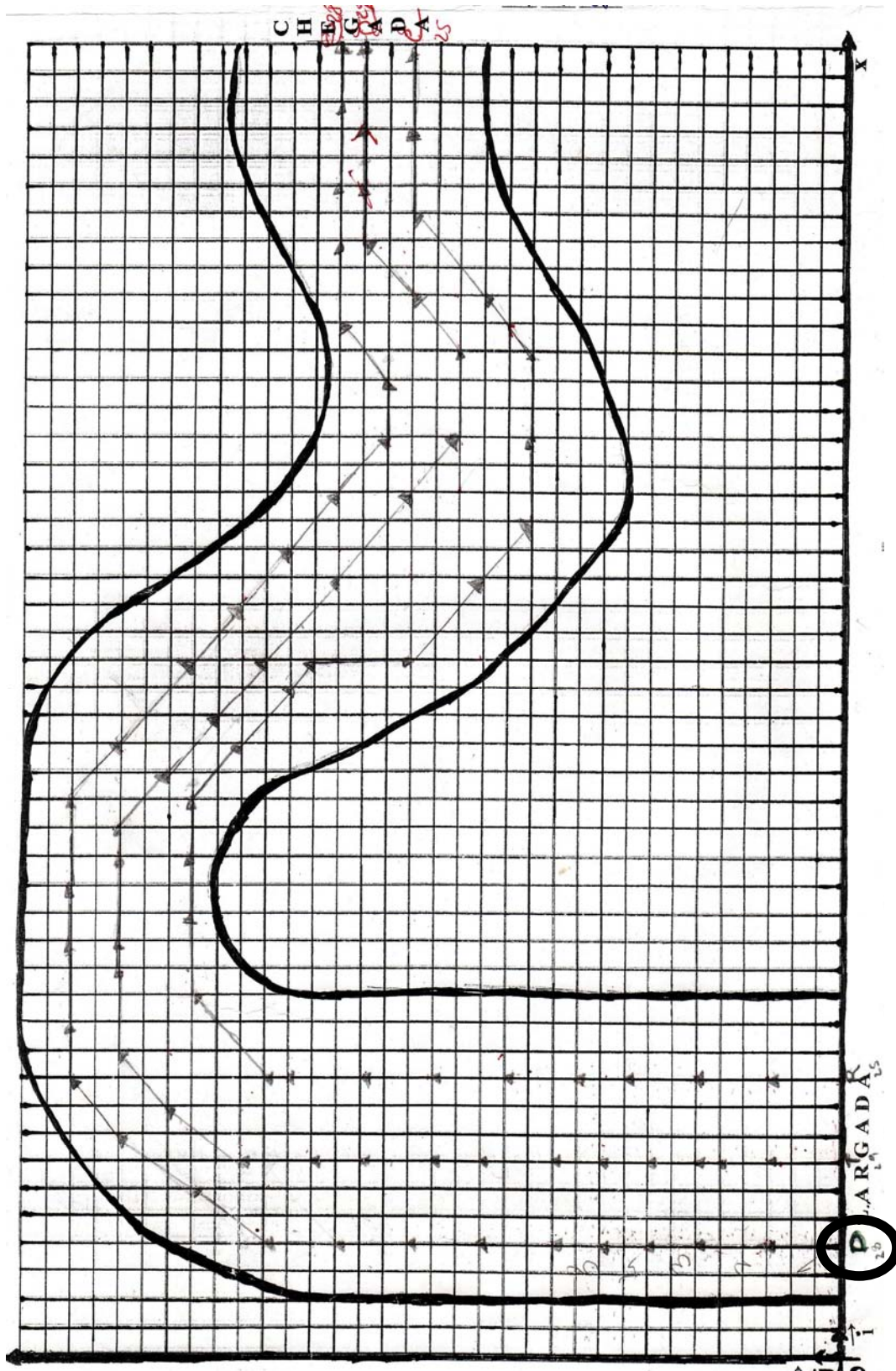


Figura 20—Ilustração do Tabuleiro T1, no qual se têm as jogadas do aluno A22, identificado pela Linha curva fechada simples cheia.

É importante mencionar que apesar de termos três participantes; iremos analisar apenas as jogadas do aluno A22 (destacadas na figura por uma linha curva fechada simplescheia), uma vez que apenas o mesmo participou de todas as etapas da intervenção. As jogadas dos demais serão desconsideradas.

Podemos observar que o aluno A22 não apenas compreendeu as regras do jogo como também desenvolveu boas estratégias de jogo. Mediante a observação das jogadas do mesmo podemos verificar que respeitou as trajetórias dos demais jogadores, visto que em nenhum momento estas foram interrompidas. Também observamos que suas jogadas não extrapolaram os limites da pista e nem o limite de estabelecido pela regra com relação às componentes. Este aluno chegou em 2º lugar e teve um total de 28 jogadas.

Ainda com relação a este aluno observamos que o mesmo executou suas jogadas respeitando as regras (Anexo B) de forma correta e embora não tenha sido o vencedor de seu grupo, como já citado, demonstrou habilidade em interpretar e fazer uso correto das regras do jogo. O fato do aluno A22 não ter sido o vencedor de seu grupo, embora tendo participado de todas as etapas da pesquisa, chama atenção pelo desempenho dos demais componentes do seu grupo por: apresentarem jogadas corretas e ser outro o vencedor, não o A22. Isso nos leva a crer com base no corolário da sociabilidade, que o mesmo atuou como um orientador dos companheiros adversários, articulando o papel de socializador das regras do jogo, o qual pode ser observado na figura 20, de forma satisfatória.

Com intuito de melhor analisar a questão das estratégias, apresentamos no quadro 9 suas respostas ao questionário II.

Quadro 9 – Transcrição das Respostas do aluno A22 ao Questionário II

PERGUNTA	RESPOSTA
Qual a estratégia usada por você para ganhar o jogo?	Minha estratégia foi usando +3 ou menos. “Não queria ganhar”
Por que você fez uso dessa estratégia?	Usando essa estratégia eu não poderia me atrapalhar.
Que estratégia você acha que é mais adequada para levar à chegada com menos jogadas?	Usando +3

Podemos concluir confrontando as respostas e as jogadas do tabuleiro, que o aluno A22 fez uso adequado das regras do jogo. Embora suas respostas não tenham deixado clara sua habilidade satisfatoriamente desempenhada, revelam-se compatíveis com sua participação, pois: foi o segundo a chegar com menos jogadas, não cometeu erro no uso das regras e nenhuma de suas jogadas ultrapassou a variação de 3 unidades considerando sempre as componentes, como já mencionado acima.

Dando seqüência a nossa discussão, apresentamos o Tabuleiro T2 (figura 21) no qual se tem todas as jogadas realizadas pelo grupo G3.

É importante mencionar que neste caso serão apenas consideradas as jogadas dos alunos A13 e A15 (destacadas na figura pelas linhas curvas fechadas simples: tracejada e a cheia, respectivamente).

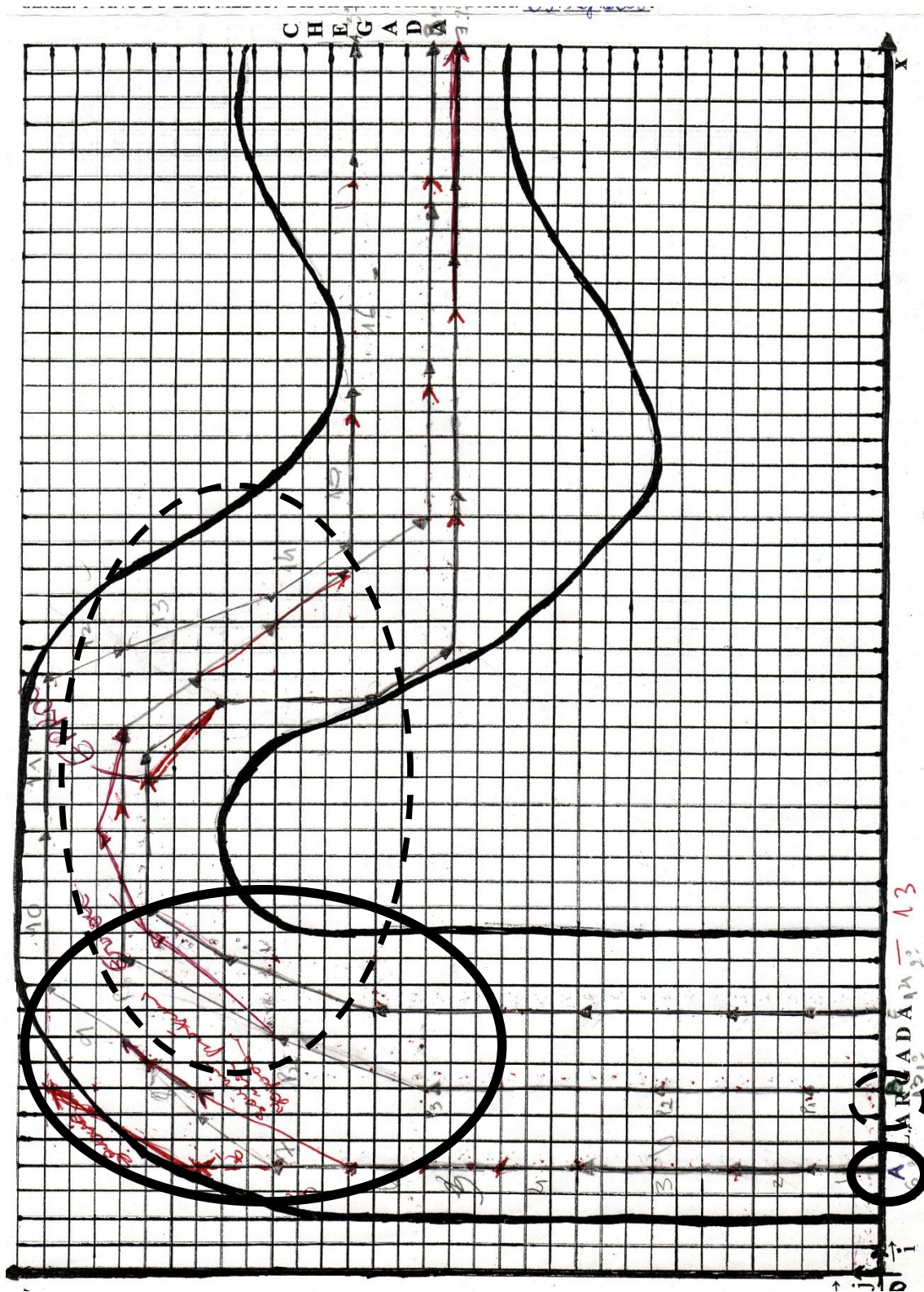


Figura 21 – Ilustração do Tabuleiro T2, no qual se têm as jogadas dos alunos A13 e A15, identificados pelas linhas curvas fechadas simples tracejada e cheia, respectivamente.

Quando consideramos as jogadas do aluno A13, verificamos que na parte inicial da pista (trecho retilíneo) o mesmo não apresentou nenhuma dificuldade. Estas surgem nas proximidades da 1ª curva, em sua 6ª jogada. A variação máxima permitia que o mesmo diminuísse de 3 unidades a componente vertical em relação a sua jogada anterior.

O aluno A13 possuindo um vetor com dimensões $6\vec{j}$, direção da componente vertical (\vec{j}), passa a representar sua jogada apenas com movimento na direção da componente horizontal (\vec{i}), implicando desta forma em uma diminuição de 6 unidades da componente vertical, fugindo à regra de variação máxima (Anexo B). Em virtude desse erro, todas as demais jogadas foram comprometidas. Quando consideramos o aluno A15 este cometeu seu primeiro erro ainda em jogadas do segmento reto da pista. Em sua 5ª jogada, que deveria ter no mínimo seis unidades na componente vertical (\vec{j}), o aluno a representou com 3 unidades, tendo a sua jogada anterior, 9 unidades nesta direção. Nesse caso, observou-se um erro de variação em 6 unidades. Esse erro foi cometido nas proximidades da primeira curva e comprometeu o desenvolvimento das demais jogadas até a linha de chegada.

Com intuito de melhor analisar a questão das estratégias, apresentamos no quadro 10 as respostas do aluno A13 ao Questionário II.

Quadro10– Transcrição das Respostas do aluno A13 ao Questionário II

PERGUNTAS	RESPOSTAS
Qual a estratégia usada por você para ganhar o jogo?	A minha estratégia não é ser a primeira, é sim prestar muita atenção ao jogo e usar menos vetores.
Por que você fez uso dessa estratégia?	Porque essa estratégia é a mais adequada para o jogo, jogar com menos vetores.
Que estratégia você acha que é mais adequada para levar à chegada com menos jogadas?	Prestar atenção aos eixos x e y e de acordo com o jogo você aumenta ou diminui com cuidado nos vetores.

Ao analisarmos as respostas do aluno A13 ao Questionário II e confrontando com o seu desempenho ao jogar, podemos observar que o mesmo apesar de ter chegado à linha de chegada com menos jogadas, isto é, fazendo uso de menos vetores, é o vencedor de seu grupo. Embora tenha o aluno revelado interesse de não ser o vencedor, mas em prestar atenção nas jogadas e usar adequadamente as componentes ao responder a terceira questão. O uso de menor número de vetores para completar a corrida é o objetivo do jogo para ser o vencedor de acordo com a sua regra (Anexo B).

No quadro 11 temos as respostas do aluno A15 ao Questionário II.

Quadro 11 – Transcrição das Respostas do aluno A15 ao Questionário II

PERGUNTAS	RESPOSTAS
Qual a estratégia usada por você para ganhar o jogo?	Fazer a reta com mais quadrado pra poder ficar com menos pontos.
Por que você fez uso dessa estratégia?	Porque fica mais fácil, é mais rápido.
Que estratégia você acha que é mais adequada para levar à chegada com menos jogadas?	Meter o eixo x e y.

Analisando as respostas de A15 observamos que elas diferem significativamente das respostas dos alunos A22 e A13. Neste caso a estratégia do aluno não é o uso de pequenas jogadas, mas a utilização de jogadas que privilegiam ora um eixo cartesiano ora outro, no que ele denomina de jogadas com mais quadrados. Observamos nas jogadas do mesmo que, o aluno A15 foi quem completou o jogo com maior número de jogadas. A estratégia que o mesmo usou, optando em jogadas, a partir de sua segunda, no segmento reto da pista na direção vertical, acrescentando a variação de +3 unidades só nesta componente, fez com que cometesse erro nas proximidades da primeira curva, o que comprometeu seu desempenho no jogo. Acompanhando suas jogadas, observamos que nas proximidades da segunda curva superior, num movimento descendente, o aluno

A15 fez uso correto, segundo as regras, das componentes associadas aos eixos x e y. Se não fossem considerados os erros mencionados, poderíamos dizer que seu desempenho foi bom. Diante dos resultados podemos concluir que a sua estratégia não atendeu aos seus propósitos.

Os alunos continuaram cometendo erros até o final do jogo, uma vez que tendo cometido erro no início das jogadas essas comprometeram todas as demais. Porém, não se observou nenhuma violação nas regras de ultrapassagem nem nos limites da pista. Em linhas gerais, observamos no tabuleiro T2 que as jogadas dos três componentes são bem semelhantes. Acreditamos que tal relação deve-se ao papel socializador do jogo, que permitiu aos seus componentes atuar nesse papel, socializando inferências sobre as suas estratégias (KELLY, 1970, p.22 -27).

Dando seqüência a nossa discussão, apresentamos o Tabuleiro T3 (figura 22) no qual se tem todas as jogadas realizadas pelo grupo G9.

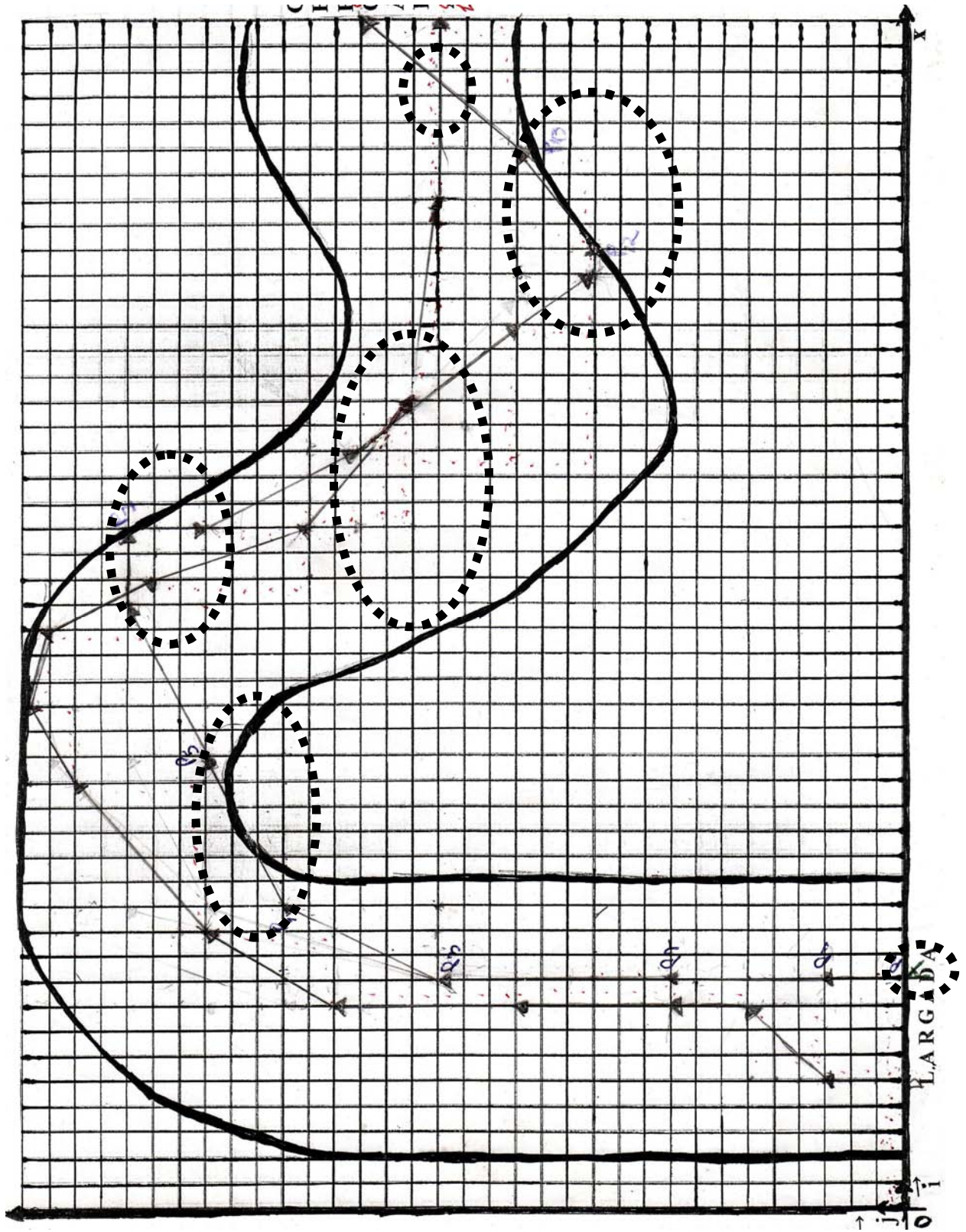


Figura 22 – Ilustração do Tabuleiro T3, no qual se têm as jogadas do aluno A5, identificadas pelas linhas curvas fechadas na forma de pontilhada.

É importante mencionar que neste caso, serão consideradas apenas as jogadas do aluno A5 (destacadas na figura). Contudo, é preciso pontuar sobre o bom desempenho do aluno A45, embora o mesmo não tenha participado de todas as etapas da intervenção. Acreditamos que tal fato, também observado em outros tabuleiros, deva-se a socialização de informações, estratégias e regras do jogo, pelos parceiros adversários. Este é um aspecto extremamente relevante, pois explicita o caráter social do jogo *Vetorama* nas interações entre os atores.

Fazendo uso do corolário da Sociabilidade da TCP – KELLY (CLONINGER, 2003, p. 435-436), podemos identificar a importância do papel do aluno A5, como parceiro do aluno A45 no empreendimento do jogo. Ao socializar suas estratégias e interpretações das regras possibilitou a seu parceiro participar de forma efetiva nesse evento.

Mediante a observação das jogadas do aluno A5, podemos verificar que o mesmo respeitou a trajetória do outro jogador, visto que em nenhum momento as trajetórias foram interrompidas, o mesmo ocorrendo com o seu parceiro. Observamos também que as jogadas: sétima; décima e décima quarta do aluno A5, foram interceptadas pelas jogadas, décima, décima segunda e décima quarta de seu adversário. Embora tenha ocorrido uma interseção, na última jogada de ambos os jogadores (figura 22), isto é, ocorre na décima quarta jogada, interpretamos que esta não poderia ter ocorrido simultaneamente, uma vez que os vetores variam de intensidade conforme as jogadas de seus jogadores, que obedece a sequência de jogada de acordo com as regras do jogo, uma vez que observamos que a última jogada do aluno em destaque poderia ter variado de menos uma unidade na componente vertical, isso daria condições do mesmo chegar com o mesmo número de jogadas que antes porém sem interceptar seu parceiro.

Com relação aos limites da pista, observamos que: em alguns momentos as jogadas não apenas se aproximam desses limites, mas em alguns casos estão posicionadas sobre a linha de limite, possibilitando uma ampliação nas regras do jogo.

Contudo, o jogador não saiu e voltou ao interior da pista, demonstrando grande habilidade em usar a regra de variação máxima para as jogadas, chegando ao final da pista em 14 jogadas, como seu parceiro. O aluno A5 demonstrou muita habilidade em usar as regras do jogo, suas jogadas possibilitaram o enriquecimento das discussões sobre o que poderia ser considerado válido, além da regra apresentada, como por exemplo: nas jogadas destacadas (deslocamento entre as posições: P_4 e P_5 , sobre a curva e a P_7 também sobre a curva), ou ainda as posições P_{12} e P_{13} .

Com intuito de melhor analisar a questão das estratégias apresentamos no quadro 12, suas respostas dadas por A5 ao Questionário II.

Quadro 12 – Transcrição das Respostas do aluno A5 ao Questionário II

PERGUNTAS	RESPOSTAS
Qual a estratégia usada por você para ganhar o jogo?	Variar no início a máxima de ± 3 unidades, antes de uma curva.
Por que você fez uso dessa estratégia?	Para que eu pudesse ganhar o jogo.
Que estratégia você acha que é mais adequada para levar à chegada com menos jogadas?	A do uso que eu fiz variar o máximo que puder de ± 3 unidades.

Podemos observar que as suas respostas em termos de estratégias são compatíveis com as suas jogadas apresentadas e discutidas anteriormente. É interessante observamos que sobre a primeira curva, quinta jogada, o aluno não reduziu a variação da componente horizontal, pelo contrário acrescentou a esta +3, já na direção vertical o aluno fez a redução necessária para efetuar a curva e não comprometer sua próxima jogada, e nem conseqüentemente as demais. Demonstrando em suas jogadas de modo bem consciente, sua estratégia traçada de modo a não infringir as regras do jogo.

Outro ponto relevante é o bom desempenho do aluno A45, embora o mesmo não tenha participado das etapas anteriores da intervenção. Acreditamos que o seu

desempenho deva-se à colaboração do A5, seu parceiro “adversário” ao socializar com ele estratégias e regras. Este é um aspecto extremamente relevante, pois explicita o caráter social do jogo *Vetorama* nas interações entre os atores. Novamente ressaltamos a importância, na análise, do corolário da sociabilidade para evidenciar os fatores que contribuíram para o desfecho desta etapa da pesquisa.

Dando seqüência a nossa discussão, apresentamos o Tabuleiro T4 (figura 15) no qual se tem todas as jogadas realizadas pelo grupo G10. É importante mencionar que neste caso serão consideradas as jogadas de todos os alunos do grupo A31, A32 e A34 (destacadas na figura).

Analisando as jogadas do aluno A31, observamos que no segmento reto da pista não foi verificada nenhuma violação nas regras. Nas proximidades da primeira curva, após a oitava jogada, a aluna cometeu seu primeiro erro. A variação na vertical deveria ser de uma unidade e na horizontal de 3 unidades para direita com referência a anterior, contudo, o observado foi uma variação de 6 unidades na horizontal e nenhuma variação na vertical. Tal erro comprometeu todas as suas demais jogadas.

Dando seqüência a nossa discussão partimos para as jogadas do aluno A32 observamos que o mesmo logo após a largada inclinou seu vetor, buscando se aproximar da margem direita da curva. Não cometendo erro de variação máxima até completar sua sétima jogada. A partir daí comete seu primeiro erro, quanto à variação máxima para o deslocamento na horizontal de sua oitava jogada, aumentando em duas unidades a mais. Daí por diante comprometeu as demais jogadas que se seguiram até a linha de chegada, a aluna não desrespeitou os limites da pista nem as jogadas dos demais companheiros de jogo.

Por fim temos as jogadas do aluno A34. Observamos que no segmento reto da pista o mesmo não cometeu nenhum erro quanto às regras do jogo. Após sua oitava jogada cometeu erro em sua variação máxima na horizontal de mais uma unidade, cometendo sucessivos erros de variação máxima até a linha de chegada.

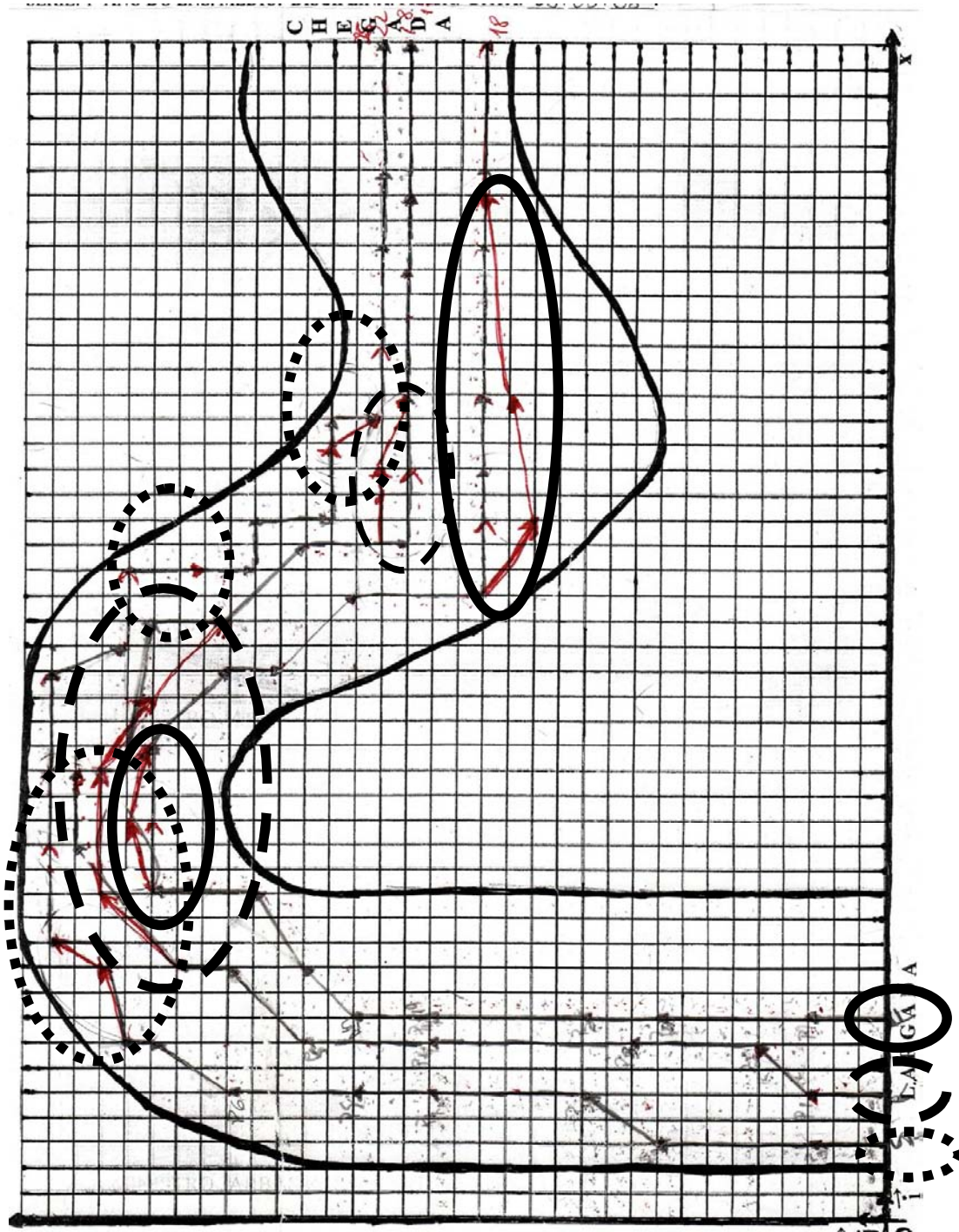


Figura 23 – Ilustração do Tabuleiro T4, no qual se têm as jogadas das alunas A31, A32, A34.

Identificadas pelas linhas curvas fechadas: cheia, tracejada e pontilhada, respectivamente.

Com intuito de melhor analisar a questão das estratégias apresentamos em quadros as respostas das alunas deste grupo de acordo com a ordem de identificação na pesquisa.

Apresentamos no quadro 13 as respostas ao Questionário II, dadas por A31.

Quadro 13 – Transcrição das Respostas do aluno A31 ao Questionário II.

PERGUNTAS	RESPOSTAS
Qual a estratégia usada por você para ganhar o jogo?	Usando estratégias que facilitam a minha jogada, inclinado o vetor.
Por que você fez uso dessa estratégia?	Porque é mais rápido e eficiente, tornando uma brincadeira divertida.
Que estratégia você acha que é mais adequada para levar à chegada com menos jogadas?	Inclinando o vetor.

Analisando as estratégias explicitadas e confrontando com suas jogadas no tabuleiro, observamos que o aluno A31 optou por inclinar o vetor o máximo possível nas proximidades da primeira curva. Após sua oitava jogada, cometeu erro na variação máxima da componente horizontal e da componente vertical, como pode ser observado. Isso demonstra que a mesma não fez uso adequado nas jogadas, quanto à inclinação dos vetores. A evidência desses erros contradiz suas respostas acima. O aluno A31 concluiu o jogo com 18 jogadas.

Com intuito de melhor analisar a questão das estratégias apresentamos no quadro 14 as respostas ao Questionário II, dadas por A32.

Quadro 14 – Transcrição das Respostas do aluno A32 ao Questionário II.

PERGUNTAS	RESPOSTAS
Qual a estratégia usada por você para ganhar o jogo?	Usando jogadas de longa distância e também inclinando o vetor.
Por que você fez uso dessa estratégia?	Porque essas são mais rápidas no jogo fazendo que ele fique mais interessante.
Que estratégia você acha que é mais adequada para levar à chegada com menos jogadas?	Inclinando o vetor.

Podemos observar que todas as estratégias do aluno A32 não são compatíveis com as suas jogadas. Verificamos que após sua décima quarta jogada o aluno fez uso só da componente horizontal até a linha de chegada, concluindo o jogo com 18 jogadas, tal qual o aluno A31.

Com intuito de melhor analisar a questão das estratégias apresentamos no quadro 15 as respostas ao Questionário II, dadas por A34.

Quadro 15 – Transcrição das Respostas do aluno A34 ao Questionário II

PERGUNTAS	RESPOSTAS
Qual a estratégia usada por você para ganhar o jogo?	Fazendo jogadas grandes.
Por que você fez uso dessa estratégia?	Porque finaliza o jogo mais rápido.
Que estratégia você acha que é mais adequada para levar à chegada com menos jogadas?	Inclinando o vetor.

Podemos observar que as jogadas do aluno estão incompatíveis com as estratégias descritas pelo mesmo. Apenas duas de suas primeiras jogadas, no

segmento reto da pista, são jogadas longas ou grandes, isto é, sua segunda e quarta jogada. Observamos poucas jogadas em que foi feita a inclinação do vetor, isto é, o uso das componentes considerando as direções horizontal e vertical nas jogadas. Por fim, questionamos a eficiência de sua estratégia para ganhar, quanto a terminar o jogo com menos vetores, uma vez que seus parceiros concluíram o jogo com menor número de vetores, portanto, menor número de jogadas.

Mediante análise do tabuleiro, podemos observar que todos os componentes do grupo cometeram o mesmo erro quanto à variação máxima das jogadas para realizar as curvas. Apesar de todos os alunos terem participado de todas as etapas da pesquisa, esse resultado não foi o esperado para esse grupo. Os erros cometidos são similares, o que nos leva a crer que houve uma socialização das estratégias que colaboraram para esse resultado. No grupo não houve um vencedor, pois há dois que chegaram com o mesmo número de jogadas (18) e as jogadas do último aluno, indicam que ele chegou com maior número de jogadas (22).

Em linhas gerais, podemos concluir que dos tabuleiros analisados(figuras 20; 21; 22; 23) não houve uma boa assimilação pelos alunos das regras de variação máxima. Muitos jogadores cometeram erros quanto ao uso das componentes dos vetores nas jogadas, evidenciadas nas localizações próximas às curvas da pista do jogo. Os erros apreciados servem para enfatizar a necessidade de melhorar a abordagem quanto ao uso de outros conteúdos disciplinares, tais como: soma algébrica de números inteiros relativos e intervalos (estabelecidos nos limites de variação máxima para as componentes do vetor) por serem utilizados nas regras do jogo (Anexo C). Ainda podemos pontuar como fator que dificultou o desempenho de alguns alunos, o livro texto utilizado na escola, pois o mesmo não enfatiza o uso de componentes para descrever as grandezas vetoriais num sistema de referência ortogonal. Esse fator comprometeu a manipulação, pelos alunos, das componentes no espaço bidimensional, assim como quanto ao uso das regras de variação máxima.

Buscamos apresentar uma análise, que forneça uma visão ampla das respostas dos alunos ao Questionário II (Apêndice C), demos continuidade.

Expomos nossa intenção ao fazermos uma categorização das respostas obtidas nessa etapa do encontro (CEK), para cada uma das três questões que compõem este Questionário II (Apêndice C), que foi respondido logo após o término do jogo, os mesmos se encontram nos quadros correspondentes: 16, 17 e 18, respectivamente.

Quadro 16 – Categorização das respostas sobre: Qual a estratégia usada por você para ganhar o jogo?

CATEGORIAS DE RESPOSTAS	ALUNOS	FREQÜÊNCIA (%)
Chegar com menos jogadas	A4; A13; A15; A24; A25; A26; A27; A33; A34; A36; A38; A39; A41	52
Jogadas com +3 somada à jogada anterior e -3 para fazer a curva.	A5; A7; A8;	12
Observar a jogada anterior, e ficar ligado no vetor ao lado (Adversário).	A11; A16; A35	12
Pelos limites	A12; A10	8
Usando estratégias que facilitam a minha jogada incluindo o vetor.	A31; A32	8
Usar a variação máxima de +3 ou -3	A30; A22	8

No quadro 16 estão explicitadas as categorias de respostas dadas pelos alunos, assim como o percentual de alunos que nelas se enquadram para a primeira questão que versa sobre: *Qual a estratégia usada por você para ganhar o jogo?* Mediante sua análise podemos observar que a categoria com maior percentual, 52%, foi de alunos que responderam “chegar com menos jogadas”. Essa resposta já era esperada, uma vez que é proposta do jogo para se vencer. 12% dos alunos

destacaram a importância da curva nas jogadas. Esse fato merece observação, pois nas curvas é que acontece o maior número de erros quanto à variação máxima permitida das componentes. Outros 12% demonstraram preocupação com as jogadas do adversário. Esse é outro fator que merece destaque por evidenciar o cuidado nas interações entre os jogadores através das jogadas. Tal fato é relevante por ser o jogo um agente socializador. Outros 8% se preocuparam com os limites da pista. Essa preocupação é pertinente por ser uma proposta das regras do jogo respeitar as margens de contorno da mesma. Outros 8% se preocuparam com o uso dos vetores nas jogadas. Essa preocupação é algo que merece comentário por ter ocorrido o fato de alguns alunos não terem feito uso adequado da notação vetorial e os 8% restantes se preocuparam com a variação máxima ± 3 . Esse fato é importante, pois destaca características do jogo *Vetorama* que foram captadas pelos alunos.

Concluimos que as respostas no quadro 16, apresentadas como estratégias dos alunos são todas coerentes com as regras para jogar o *Vetorama*, o que implica ter havido uma boa assimilação das mesmas.

Quadro 17- Categorização das respostas sobre: Por que você fez uso dessa estratégia?

CATEGORIAS DE RESPOSTAS	ALUNOS	FREQÜÊNCIA (%)
Porque fica mais fácil é mais rápido	A4; A5; A7; A8; A10; A11; A13; A15; A16; A21; A27; A30; A31; A32; A34; A38; A39; A41	72
Porque é uma regra e tem que seguir o jogo de acordo com as regras	A24; A26; A25; A33	16
Para ser uma boa jogada	A36; A35	8
Usando essa estratégia eu não poderia me atrapalhar.	A22	4

No quadro 17 estão explicitadas as categorias de respostas dadas pelos alunos, assim como o percentual de alunos que nelas se enquadram para a segunda questão que versa sobre: *Por que você fez uso dessa estratégia?* Podemos observar que a categoria com maior percentual é 72% correspondente aos alunos que se preocuparam em serem mais rápidos sendo compatível ao maior percentual de respostas apresentado na questão anterior, que se refere a chegar com menos jogadas. 16% dos alunos se preocuparam com as regras do jogo. É natural termos essa resposta, pois as regras fazem parte do jogo para realizarem suas jogadas, ainda que não tenham feito uso correto destas.

Porém um fato importante é que 16% do total de alunos da amostra pesquisada fizeram uso correto das regras do jogo *Vetorama*. Isto não significa que foram exatamente os mesmos alunos que responderam quanto a fazer uso das regras de variação do jogo. Vale destacar que destes 16% do total (A5, A7, A10, A11), 8% se preocuparam em usar os limites e espaços deixados pelos adversários (A10, A11).

Do quadro acima, ainda observamos que 8% dos alunos se preocuparam em fazer uma boa jogada. Ao se expressarem dessa maneira, não deixaram clara a sua conceitualização como resposta. Os 4% restantes se preocuparam em não se atrapalhar. Também esses alunos não deixaram claro seu pensamento com tal resposta.

Em linhas gerais, tais percentuais revelam o compromisso dos alunos em jogar o *Vetorama*, obedecendo à proposta de participarem da pesquisa.

Quadro 18 – Categorização das respostas sobre: Que estratégia você acha que é mais adequada para levar à chegada com menos jogadas?

RESPOSTAS	ALUNOS	FREQUÊNCIA (%)
Ir de acordo com o eixo x e o eixo y, a horizontal e a vertical.	A13; A15; A24; A26; A27; A30; A35; A36	32
Fazer jogadas grandes para que com isso eu tenha menos jogadas.	A16; A25; A39; A41	16
Procurar na curva fazer pequenas jogadas para depois aumentá-las e fazer jogadas maiores no final a ponto de ter menos vetores e ganhar a corrida.	A4; A7; A8;	12
Pelo meio.	A10; A11; A21	12
Inclinando o vetor.	A31; A32; A34	12
Seguir a regra do jogo dando mais ou menos três.	A5; A38	8
Usando +3.	A22	4
Sendo o primeiro e não deixando ser imprensado.	A33	4

No quadro 18 estão explicitadas as categorias das respostas dadas pelos alunos, a discriminação dos alunos, bem como os percentuais dos mesmos que nelas se enquadram para a terceira questão que versa sobre: *Que estratégia você acha que é mais adequada para levar à chegada com menos jogadas?* Mediante análise podemos observar que a categoria que se apresenta com maior percentual é 32% que se refere ao uso (dos vetores) de acordo com o eixo x e o eixo y. Embora esteja implícita na regra, pela máxima variação permitida para os deslocamentos nas direções: horizontal e vertical, a resposta demonstra que há uma preocupação em usar as componentes do vetor em relação aos eixos do

sistema de referência, plano cartesiano impresso nas margens do tabuleiro do jogo, ainda que seja incipiente.

Observamos também no quadro que há outros percentuais significativos, que podemos analisar seguindo a seqüência pós - maior percentual. Assim temos: 12% dos alunos (A4, A7, A8) demonstraram preocupação com as jogadas em proximidades à curva. Vale destacar que esses alunos formaram o grupo G4, tendo desenvolvido suas jogadas fielmente com seu discurso. Outro percentual significativo foi 16% dos alunos que se referiram ao uso de menor número de jogadas. Esta estratégia está na regra como condição para ganhar o jogo. Apesar de citarem como resposta essa estratégia, não foi este grupo quem computou menor número de jogadas. 12% dos alunos fizeram referência a usar da inclinação do vetor. Esses alunos são os componentes do grupo G10, já analisado com mais detalhes anteriormente.

Dando continuidade à análise dos percentuais menores do quadro, observamos que 8% declararam ter feito uso das regras do jogo. Essa resposta não acrescenta nada de novo como estratégia criada pelo aluno, só reforça sua interpretação sobre as regras do mesmo. Outros 12% se preocuparam em usar os espaços da pista do jogo. Quanto ao uso dos espaços, há um dos itens das regras que faz referência a isso, logo não foi apresentada nenhuma particularidade. Um menor percentual de alunos, 4%, preocupou-se em não ser imprensado pelas jogadas do adversário. Esta preocupação deveria ser expressa em não imprensar também, justificando o caráter ético em respeitar o outro. Outros 4% (aluno A22) restantes se referiram como estratégia desenvolvida fazer uso de +3. Essa resposta apresentada como estratégia não seria viável, uma vez que ela não é suficiente para atender a todas as jogadas do percurso do jogo. É importante que se faça uma ressalva quanto ao aluno que deu essa resposta, pois suas respostas já foram analisadas anteriormente, e o mesmo fez uso correto de todas as regras do jogo.

Com essa análise pode-se observar a preocupação dos jogadores em desenvolver estratégias para ganhar o jogo e procurar compatibilizar com as regras estabelecidas para jogar o mesmo.

4.3 BLOCO 3 – Fase da Confirmação ou Desconfirmação do CEK.

Conforme já mencionamos, no terceiro bloco apresentamos os dados colhidos durante a etapa da Confirmação ou Desconfirmação, que corresponde a um exercício (apêndice D) sobre os conteúdos específicos trabalhados na fase de encontro.

A análise está focada nos exercícios respondidos pelos alunos (A22, A13, A15, A5, A31, A32, A34), exercícios esses que também foram priorizados na etapa anterior; bem como numa categorização das respostas desses e dos demais participantes, sobre as quatro questões que compõem o exercício e quanto ao uso das unidades do Sistema Internacional de Unidades (SI).

Esclarecemos que, nas figuras que contêm os exercícios individuais respondidos pelos alunos, observa-se uma correção avaliativa que destacamos através de linhas curvas fechadas simples com o objetivo de facilitar a análise.

Iniciamos nossa discussão com a atividade do aluno A22 (Figura 24)

ESCOLA MINISTRO JARDAS PASSARINI.
 ALUNO (A) Paiona Allana da Silva Amorim IDADE: 15.
 SÉRIE: 1º ANO DO ENS. MÉDIO. DISCIPLINA: FÍSICA. DATA: 10/09/08.

EXERCÍCIO

Responda o que se pede:

a) Dê as coordenadas da posição do seu carrinho após a primeira jogada.

minha posição foi (A)

$$P_1 = 4\vec{i} + 3\vec{j}$$



b) Determine o deslocamento do seu carrinho obtido na terceira jogada.

$$P_3 = 4\vec{i} + 10\vec{j} \quad P_2 = 4\vec{i} + 6\vec{j}$$

$$\vec{d} = (4\vec{i} + 10\vec{j}) - (4\vec{i} + 6\vec{j}) \quad \left| \quad d = 0\vec{i} + 4\vec{j} \right.$$

$$\vec{d} = (4\vec{i} - 4\vec{i}) + (10\vec{j} - 6\vec{j})$$

$$\vec{d} = (4 - 4)\vec{i} + (10 - 6)\vec{j}$$

c) Suponha que os deslocamentos se realizem num intervalo de tempo de 5 segundos. Determine a velocidade média, desenvolvida durante quarta e quinta jogadas.

$$P_5 = 4\vec{i} + 12\vec{j} \quad P_4 = 4\vec{i} + 10\vec{j}$$

$$\vec{d} = (4\vec{i} + 12\vec{j}) - (4\vec{i} + 10\vec{j}) \quad d = 0\vec{i} + 2\vec{j}$$

$$\vec{d} = (4\vec{i} - 4\vec{i}) + (12\vec{j} - 10\vec{j})$$

$$\vec{d} = (4 - 4)\vec{i} + (12 - 10)\vec{j}$$

$$v_m = \frac{\vec{d}}{\Delta t} \quad v_m = \frac{0\vec{i} + 2\vec{j}}{5} \frac{m}{s}$$

d) Dê as coordenadas do maior e do menor deslocamento que você realizou.
 Não esqueça de por nas respostas as unidades de medida das grandezas (S.I.).

o maior é
 o menor é

$$D_1 = D_2 = 0\vec{i} + 3\vec{j} \rightarrow \text{maior} \quad \uparrow$$

$$D_3 = D_4 = D_5 = 0\vec{i} + 2\vec{j} \rightarrow \text{menor} \quad \downarrow$$

Figura 24 – exercício respondido pelo aluno A22, sobre grandezas vetoriais e o uso das unidades do SI.

Analisando as respostas dadas pelo aluno A22, observamos que para a “*questão a*” o mesmo soube determinar sua localização após sua primeira jogada, utilizando as componentes como coordenadas (posição). Porém não fez uso correto da notação vetorial para a componente vertical. Possivelmente, tal fato deve-se à falta de atenção, uma vez que o mesmo fez uso para a componente horizontal, e nas “*questões b e d*” usou para as componentes horizontal e vertical.

Na “*questão b*”, observamos que o aluno cometeu um erro quanto à componente vertical da posição \vec{P}_3 , conseqüentemente errando a determinação de seu deslocamento. Acreditamos que, novamente, o erro tenha ocorrido por falta de atenção, uma vez que o mesmo soube determinar a posição \vec{P}_2 adequadamente. Percebemos também que não foi feito uso de unidade do Sistema Internacional de Unidades (SI), porém o aluno fez uso correto da notação vetorial.

Na “*questão c*”, observamos que o aluno utilizou corretamente as grandezas vetoriais. Também empregou as unidades do SI tal como solicitado. Porém, observamos que a importância, quanto ao uso, da notação vetorial ainda não foi assimilada pelo aluno, visto que a mesma foi omitida em algumas passagens.

Na “*questão d*”, observando a resposta do aluno e confrontando com as suas jogadas no tabuleiro, verificamos que ele não deu as coordenadas correspondentes ao seu maior deslocamento. Já com relação à representação de seu menor deslocamento sua resposta está de acordo. Observamos ainda que o aluno não utiliza as unidades do SI.

Pela análise da resolução do exercício, acreditamos que o aluno não deve ter prestado muita atenção ao responder às “*questões b e d*”, pois, o mesmo, nas “*questões a e c*”, soube determinar posição de forma quase adequada, não fosse o erro já citado.

Chamamos a atenção para a “questão c”, na qual se tem um maior grau de dificuldade, por envolver além da determinação da posição e do deslocamento a determinação da velocidade média. Portanto, vários conceitos foram utilizados e o aluno teve bom desempenho. Podemos ainda destacar que o conceito de posição, explorado em todas as questões de forma implícita ou explícita, foi assimilado, assim como o conceito de deslocamento e o de velocidade média, apesar do fato de na última questão o aluno não ter fornecido as coordenadas de seu maior deslocamento, que pode ser observado na figura do tabuleiro T1(Bloco 2).

Embora o exercício do aluno como um todo tenha apresentado alguns erros, acreditamos que eles devem ser por outros motivos, que não questões relacionadas a dificuldades de aprendizagem dos conceitos de interesse. Assim, podemos dizer que o aluno apresentou respostas bem elucidativas para a análise da verificação de sua aprendizagem com a utilização do jogo, permitindo julgarmos sua atuação como satisfatória.

Dando continuidade a nossa discussão, passamos para a análise das figuras 25 e 26, que são de alunos do grupo G3, e que correspondem respectivamente aos exercícios dos alunos A13 e A15. Iniciaremos pelo exercício do aluno A13.


63 - A13

ESCOLA MINISTRO JARBAS PASSARINHO.
 ALUNO: [redacted] IDADE: 14.
 SÉRIE: [redacted] DATA: 09/02/2008


EXERCÍCIO

Responda o que se pede:

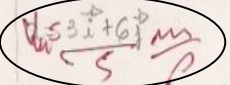
a) Dê as coordenadas da posição do seu carrinho após a primeira jogada.

$\vec{P}_1 = 7\vec{i} + 3\vec{j}$ 

b) Determine o deslocamento do seu carrinho obtido na terceira jogada.

$\vec{P}_1 = 7\vec{i} + 3\vec{j}$
 $\vec{P}_2 = 7\vec{i} + 9\vec{j}$
 $\vec{P}_3 = 7\vec{i} + 18\vec{j}$
 $d_3 = \vec{P}_3 - \vec{P}_2 = 0\vec{i} + 9\vec{j}$ 

c) Suponha que os deslocamentos se realizem num intervalo de tempo de 5 segundos. Determine a velocidade média, desenvolvida durante quarta e quinta jogadas.

$\vec{P}_4 = 9\vec{i} + 24\vec{j}$
 $\vec{P}_5 = 12\vec{i} + 30\vec{j}$
 $d_5 = \vec{P}_5 - \vec{P}_4 = 3\vec{i} + 6\vec{j}$ 

d) Dê as coordenadas do maior e do menor deslocamento que você realizou. Não esqueça de por nas respostas as unidades de medida das grandezas (S.I.).



O maior $\rightarrow D_3 = 9\vec{j}$ 
 O menor $\rightarrow D_1 - D_2 = 4\vec{i} + 3\vec{j}$ 

Figura 25 – exercício respondido pelo aluno A13, sobre grandezas vetoriais e o uso das unidades do SI

Analisando as respostas dadas no exercício, observamos que para responder a “questão a” o aluno A13 fez uso correto das componentes do vetor posição. Na “questão b”, determinou bem as coordenadas e usou a notação vetorial nas componentes, porém no cálculo do deslocamento, que está na terceira linha, não escreveu os versores, nem a unidade de grandeza conveniente. Tal fato pode levar-nos a refletir que o aluno talvez não saiba fazer uso da propriedade do fator comum em evidência, por não ter feito uso da mesma nos cálculos, em duas das respostas dadas, para indicar as coordenadas de mesma direção (“questões b e c”).

Na “questão c”, que versa sobre a determinação da velocidade média, durante a quarta e quinta jogadas, observamos que, além do já comentado na questão anterior, não foi feito o cálculo da velocidade média (V_M) e nem foram utilizadas as unidades do SI. Esse fato nos faz supor que o aluno não soube aplicar o conceito de velocidade média, fazendo uso das componentes dos vetores (\vec{i} e \vec{j}), uma vez que, embora ele tenha calculado o deslocamento, não utilizou o intervalo de tempo fornecido na questão, para finalizar o cálculo. Na “questão d”, as duas coordenadas dos deslocamentos (menor e maior) foram determinadas corretamente, porém, mais uma vez não foi feito uso das unidades do SI. Com esses resultados podemos perceber que o aluno soube aplicar os conceitos de interesse, na maioria das questões. Porém, não fez uso do SI e nem calculou a velocidade média, como já comentamos.

Uma vez que este cálculo, bem como o uso do SI, já haviam sido trabalhados pela regente titular da disciplina, acreditamos que os alunos não tenham assimilado a importância desses conteúdos para o estudo dessas grandezas, quanto ao uso das componentes desses vetores (posição) para calcular as grandezas em questão. Por isso, os alunos, frequentemente, não fazem uso de unidade de medida em suas respostas. As unidades de medidas são características importantes das grandezas envolvidas no estudo da Física não devendo, portanto, ser omitidas nas respostas em que são solicitadas ou não.

Para finalizar, pontuamos que a resolução do exercício em parceria com o uso do tabuleiro de jogo não foi o suficiente para que este aluno se familiarizasse com a abordagem das componentes, tal como proposto. Acreditamos que o aluno necessitava de explicações adicionais, para auxiliá-lo na execução do exercício e isto poderia ter sido feito aumentando o nível de interação com os demais alunos e principalmente com o professor.

Apresentaremos em seguida o exercício do aluno A15.

ESCOLA MINISTRO JARBAS PASSARINHO.

ALUNO (A):

IDADE: 14.

SÉRIE: 1º ANO

09/08

EXERCÍCIO

Responda o que se pede:

a) Dê as coordenadas da posição do seu carrinho após a primeira jogada.

$$P_1 = 4\vec{i} + 3\vec{j}$$



b) Determine o deslocamento do seu carrinho obtido na terceira jogada.

$$P_2 = 4\vec{i} + 6\vec{j}$$

$$P_3 = 4\vec{i} + 12\vec{j}$$

$$\vec{d} = (4\vec{i} + 12\vec{j}) - (4\vec{i} + 6\vec{j}) =$$

$$\vec{d} = (4\vec{i} - 4\vec{i}) + (12\vec{j} - 6\vec{j}) =$$

$$\vec{d} = (4 - 4)\vec{i} + (12 - 6)\vec{j} =$$

$$\vec{d} = 0\vec{i} + 6\vec{j}$$



c) Suponha que os deslocamentos se realizem num intervalo de tempo de 5 segundos. Determine a velocidade média, desenvolvida durante quarta e quinta jogadas.

$$\vec{v}_{m} = \frac{\vec{d}}{\Delta t}$$

$$\Delta t = 50$$

$$\vec{d} = \vec{P}_5 - \vec{P}_4$$

$$v_{m} = \frac{\vec{P}_5 - \vec{P}_4}{5}$$

$$P_4 = 4\vec{i} + 15\vec{j}$$

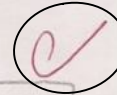
$$P_5 = 4\vec{i} + 18\vec{j}$$

$$\vec{d} = (4\vec{i} + 18\vec{j}) - (4\vec{i} + 15\vec{j}) =$$

$$\vec{d} = (4 - 4)\vec{i} + (18 - 15)\vec{j} =$$

$$\vec{d} = 0\vec{i} + 3\vec{j}$$

$$v_{m} = \frac{0\vec{i} + 3\vec{j}}{5}$$



$$v_{m} = \frac{0\vec{i} + 3\vec{j}}{5}$$

d) Dê as coordenadas do maior e do menor deslocamento que você realizou. Não esqueça de por nas respostas as unidades de medida das grandezas (S.I.).

$$maior = \vec{D}_1 = 9\vec{i} + 0\vec{j}$$



$$menor = \vec{D}_2 = 4\vec{i} + 3\vec{j}$$



Figura 26 – exercício respondido pelo aluno A15, sobre grandezas vetoriais e o uso das unidades do SI.

Analisando as respostas dadas no exercício e confrontando com suas jogadas no tabuleiro (bloco 2), observamos que para as “questões a e b” o aluno A15 fez uso correto da notação vetorial das coordenadas, embora não tenha utilizado as unidades do SI.

Na “questão c” observamos que o aluno fez uso correto das componentes e soube usar o conceito de velocidade média para a determinação da mesma, embora, novamente, não tenha feito uso das unidades do SI. Essa resposta está de acordo com as conclusões obtidas da questão anterior. Por fim na “questão d” observamos que o aluno também soube determinar as coordenadas dos deslocamentos (menor e maior), porém cometeu a mesma falta não pondo as unidades de medida.

Com esses resultados podemos perceber que o aluno teve um bom desempenho na atividade quanto à determinação das grandezas em estudo, já citadas. Porém, não fez uso das unidades de medidas requeridas (SI), aspecto já justificado anteriormente.

Continuamos nossa discussão apresentando o Grupo G9, em que foi considerada a atividade do aluno A5.

ESCOLA MINISTRO LADIAS BASSABINHO
 ALUNO [REDACTED] IDADE: 14
 SÉRIE: 1º ANO DO ENS. MÉDIO. DISCIPLINA: FÍSICA. DATA: 13/09/09.

EXERCÍCIO

Responda o que se pede:

- a) Dê as coordenadas da posição do seu carrinho após a primeira jogada.

$$r = 9\vec{i} + 3\vec{j}$$

- b) Determine o deslocamento do seu carrinho obtido na terceira jogada.

$$\vec{d} = \vec{P}_3 - P_0 \Rightarrow$$

$$d = (9\vec{i} + 18\vec{j}) - (9\vec{i} + 9\vec{j})$$

$$d = (9\vec{i} - 9\vec{i}) + (18\vec{j} - 9\vec{j}) = 0\vec{i} + 9\vec{j}$$

$$\vec{d} = 0\vec{i} + 9\vec{j}$$

- c) Suponha que os deslocamentos se realizem num intervalo de tempo de 5 segundos. Determine a velocidade média, desenvolvida durante quarta e quinta jogadas.

$$t = 5$$

$$V_m = \frac{D}{t}$$

$$V_m = \frac{15}{5}$$

$$V_m = \frac{3\vec{i} - 3\vec{j}}{5}$$

$$= \frac{3\vec{i} - 3\vec{j}}{5}$$

- d) Dê as coordenadas do maior e do menor deslocamento que você realizou.
 Não esqueça de por nas respostas as unidades de medida das grandezas (S.I.).

$$\vec{d} = 0\vec{i} + 9\vec{j}$$

$$3\vec{i} + 0\vec{j}$$

Figura 27 – exercício respondido pelo aluno A5, sobre grandezas vetoriais e o uso das unidades do SI.

Analisando as respostas dadas no exercício e confrontando com suas jogadas no tabuleiro (bloco 2), observamos que para a “*questão a*” o aluno A5 fez uso adequado das componentes do vetor posição em sua resposta. Na “*questão b*” soube determinar o deslocamento, embora, não tenha feito uso da colocação em evidência dos versores, comuns de acordo com a direção, no cálculo, nem feito uso da unidade de medida do SI. Na “*questão c*” o aluno calculou sua velocidade média fazendo uso direto da fórmula e não fez uso das unidades do SI. Faz-se pertinente uma observação quanto aos dados necessários para responder a “*questão c*”. A mesma deveria considerar as jogadas no tabuleiro do grupo ao qual o aluno faz parte (Bloco 2), contudo, o aluno não forneceu adequadamente as coordenadas de suas posições, de forma a estruturar uma sequência lógica para a resolução da questão. As coordenadas foram escritas à margem e só após termos recorrido ao tabuleiro constatamos do que se tratava. Podemos observar, ainda, que o aluno não demonstra ter cuidado de deixar espaço necessário para o sinal da componente vertical, que aparece entre parênteses, como também que este não faz uso em nenhuma questão das unidades do SI. Em linhas gerais podemos perceber que o aluno demonstrou sua compreensão do conceito de velocidade média, conciliando ao uso direto da fórmula.

Na “*questão d*” o aluno não identificou seus deslocamentos, com a indicação de qual seja o maior nem o menor. Portanto, não foi possível analisar se as coordenadas estão corretas ou não, de acordo com o que foi pedido. Com esses resultados podemos perceber que o aluno teve um desempenho bom, apesar de ter cometido algumas falhas.

Para finalizarmos nossas discussões nesse bloco, apresentamos o Grupo G10 em que foram consideradas as atividades dos alunos A31, A32 e A34. Apresentamos em seguida o exercício do aluno A31:

ESCOLA MINISTRO JARRAS PASSARINHO
 ALUNO (A) XXXXXXXXXX IDADE: 14
 SÉRIE: 1º ANO DO ENS. MÉDIO. DISCIPLINA: FÍSICA. DATA: 31/09/08

EXERCÍCIO

Responda o que se pede:

- a) Dê as coordenadas da posição do seu carrinho após a primeira jogada.

$$\vec{P}_1 = 8\vec{i} + 3\vec{j}$$



- b) Determine o deslocamento do seu carrinho obtido na terceira jogada.

$$\begin{aligned} \vec{P}_2 &= 8\vec{i} + 9\vec{j} \\ \vec{P}_3 &= 8\vec{i} + 12\vec{j} \end{aligned} \quad \left\{ \begin{aligned} \vec{d} &= P_3 - P_2 \\ \vec{d} &= (8\vec{i} + 12\vec{j}) - (8\vec{i} + 9\vec{j}) \\ \vec{d} &= (8-8)\vec{i} + (12-9)\vec{j} \\ \vec{d} &= 0\vec{i} + 3\vec{j} \end{aligned} \right.$$



- c) Suponha que os deslocamentos se realizem num intervalo de tempo de 5 segundos. Determine a velocidade média, desenvolvida durante quarta e quinta jogadas.

$$\begin{aligned} \vec{v}_m &= \frac{\vec{d}}{\Delta t} \\ \vec{d} &= P_5 - P_4 \\ \vec{v}_m &= \frac{(P_5 - P_4)}{5} \end{aligned} \quad \left\{ \begin{aligned} P_4 &= 8\vec{i} + 6\vec{j} \\ P_5 &= 8\vec{i} + 3\vec{j} \\ \vec{d} &= P_5 - P_4 \\ \vec{d} &= (8\vec{i} + 3\vec{j}) - (8\vec{i} + 6\vec{j}) \\ \vec{d} &= (8-8)\vec{i} + (3-6)\vec{j} \end{aligned} \right. \quad \left\{ \begin{aligned} \vec{d} &= 0\vec{i} - 3\vec{j} \\ \vec{v}_m &= \frac{(0\vec{i} - 3\vec{j})}{5} = \vec{v}_m = \frac{3\vec{j}}{5} \text{ m/s} \end{aligned} \right.$$



- d) Dê as coordenadas do maior e do menor deslocamento que você realizou.
 Não esqueça de por nas respostas as unidades de medida das grandezas (S.I.).

$$\begin{aligned} \text{maior} &= 25\vec{i} \\ \text{menor} &= 10\vec{j} \end{aligned}$$

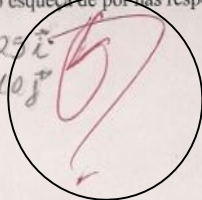


Figura 28 – exercício respondido pelo aluno A31, sobre grandezas vetoriais e o uso das unidades do SI.

Analisando as respostas dadas no exercício e confrontando com suas jogadas no tabuleiro (bloco 2), observamos que para a “questão a” o aluno A31 fez uso adequado das componentes vetoriais (\vec{i} e \vec{j}) em sua resposta. Na “questão b” o aluno também fez uso adequado das componentes vetoriais (\vec{i} e \vec{j}) para calcular o deslocamento e da notação vetorial. Com essa resposta, o aluno demonstrou ter feito uma utilização adequada do conceito de deslocamento, através do uso das componentes. Na “questão c”, o aluno fez uso adequado do conceito de velocidade média, empregou a notação vetorial e utilizou unidade do SI correspondente. Na “questão d”, o aluno respondeu de forma incorreta a ambos os deslocamentos. Só identificou uma das componentes de cada um. A resposta apresentada pelo aluno demonstra que o mesmo não considerou o sistema de referência utilizado no tabuleiro e nem se referiu à jogada anterior para fornecer suas coordenadas nessa questão.

Com esses resultados, podemos concluir que o aluno teve um desempenho regular, principalmente por não responder de forma satisfatória à última questão. Dando continuidade à análise desse grupo G10, passamos a analisar o exercício do aluno A32.

ESCOLA MINISTRO JARBAS PASSARINHO.

ALUNO (A): _____ IDADE: 15.

SÉRIE: 1º ANO DO ENS. MÉDIO. DISCIPLINA: FÍSICA. DATA: 10/09/08.

EXERCÍCIO

Responda o que se pede:

a) Dê as coordenadas da posição do seu carrinho após a primeira jogada.

$$P_1 = 5\vec{i} + 3\vec{j}$$



b) Determine o deslocamento do seu carrinho obtido na terceira jogada.

$$P_2 = 7\vec{i} + 5\vec{j} \quad \vec{d} = P_3 - P_2$$

$$P_3 = 7\vec{i} + 10\vec{j} \quad \vec{d} = (7\vec{i} + 10\vec{j}) - (7\vec{i} + 5\vec{j}) \quad \vec{d} = 0\vec{i} + 5\vec{j}$$

$$\vec{d} = (7-7)\vec{i} + (10-5)\vec{j}$$

c) Suponha que os deslocamentos se realizem num intervalo de tempo de 5 segundos. Determine a velocidade média desenvolvida durante quarta e quinta jogadas.

$$\vec{v}_m = \frac{\vec{d}}{\Delta T} \quad \vec{d} = P_5 - P_4$$

$$v_m = \frac{(P_5 - P_4)}{5}$$

$$P_4 = 5\vec{i} - 18\vec{j}$$

$$P_5 = 5\vec{i} - 21\vec{j}$$

$$\vec{d} = P_5 - P_4$$

$$\vec{d} = 5\vec{i}$$

d) Dê as coordenadas do maior e do menor deslocamento que você realizou.

→ Não esqueça de por nas respostas as unidades de medida das grandezas (S.I.).

Figura 29 – exercício respondido pelo aluno A32, sobre grandezas vetoriais e o uso das unidades do SI.

Analisando as respostas dadas no exercício e confrontando com suas jogadas no tabuleiro (bloco 2), observamos que para a “questão a”, o aluno A32 fez uso adequado das componentes vetoriais em sua resposta. Na “questão b”, o aluno, embora tenha feito uso adequado das componentes e da notação vetorial, reconheceu as mesmas direções nas posições, colocou em evidência a componente versorial comum, mas não calculou corretamente o deslocamento e não utilizou as unidades do SI. Na “questão c”, o aluno deixou a resposta incompleta não calculou o deslocamento, deixando indicado na fórmula a variação de posição, também não fez uso das unidades do SI. A questão “d” não foi respondida.

Com esses resultados podemos perceber que o aluno não teve um bom desempenho na atividade. Entretanto, se retomarmos o tabuleiro de jogo do mesmo, iremos perceber que ele já apresentava dificuldades para jogar. Assim, acreditamos que talvez fosse necessário um novo jogo para então termos dado sequência às atividades propostas. Para encerrar esta etapa apresentaremos em seguida o exercício do aluno A34.

ESCOLA MINISTRO JARDAS BASSABINHO
 ALUNO (A) _____ IDADE: 14.
 SÉRIE: 1º ANO DO ENS. MÉDIO. DISCIPLINA: FÍSICA. DATA: 12/09/08.

EXERCÍCIO

Responda o que se pede:

- a) Dê as coordenadas da posição do seu carrinho após a primeira jogada.

$$\vec{P}_0 = 3\hat{x} + 0\hat{y}$$

$$\vec{P}_1 = 3\hat{x} + 3\hat{y}$$

- b) Determine o deslocamento do seu carrinho obtido na terceira jogada.

$$\vec{P}_2 = 3\hat{x} + 6\hat{y}$$

$$\vec{P}_3 = 5\hat{x} + 3\hat{y}$$

$$\vec{d} = \vec{P}_3 - \vec{P}_2 = (5\hat{x} + 3\hat{y}) - (3\hat{x} + 6\hat{y}) = (5-3)\hat{x} + (3-6)\hat{y} = 2\hat{x} - 3\hat{y} \text{ m}$$

- c) Suponha que os deslocamentos se realizem num intervalo de tempo de 5 segundos. Determine a velocidade média, desenvolvida durante quarta e quinta jogadas.

$$\vec{v}_m = \frac{\vec{d}}{\Delta t}$$

$$\vec{v}_m = \frac{(\vec{P}_5 - \vec{P}_4)}{5} = \frac{-3\hat{y}}{5} \text{ m/s}$$

$$\vec{d} = \vec{P}_5 - \vec{P}_4$$

$$\vec{d} = (5\hat{x} + 3\hat{y}) + (5\hat{x} + 6\hat{y})$$

$$\vec{d} = (5\hat{x} - 5\hat{x}) + (3\hat{y} - 6\hat{y}) = (5-5)\hat{x} + (3-6)\hat{y} = 0\hat{x} - 3\hat{y}$$

- d) Dê as coordenadas do maior e do menor deslocamento que você realizou. Não esqueça de por nas respostas as unidades de medida das grandezas (S.I.).

$$\text{maior} = 5\hat{x} + 6\hat{y}$$

$$\text{menor} = 3\hat{x} + 3\hat{y}$$

Figura 30 – exercício respondido pela aluna A34, sobre grandezas vetoriais e o uso das unidades do SI.

Analisando as respostas dadas no exercício e confrontando com suas jogadas no tabuleiro (bloco 2), observamos que para a “questão a” o aluno A34 fez uso adequado das componentes vetoriais em sua resposta. Na “questão b”, apesar do mesmo ter feito uso das componentes, identificou as componentes comuns quanto à direção com a colocação do versor comum em evidência, não determinou de forma correta seu deslocamento nem fez uso das unidades do SI.

Na “questão c”, o aluno fez todos os cálculos corretos, incluindo até o uso da unidade do SI apropriada. Já na “questão d”, apesar de identificar seus deslocamentos (o maior e o menor respectivamente), ele não determinou corretamente suas coordenadas que podem ser conferidas e obtidas pela análise de suas jogadas no tabuleiro T10 (Bloco 2).

A partir da análise desses resultados, podemos perceber que o aluno teve um desempenho regular, uma vez que não acertou as “questões b e d”. Contudo, é interessante observar que apesar de errar as “questões b e d”, o mesmo respondeu à “questão c”, muito mais complexa e que tem como pré-requisitos conceitos das questões anteriores, de maneira correta.

As reflexões feitas sobre a participação do aluno em questão, através da análise das respostas de seu exercício, conduzem-nos a conjecturar sobre as razões que fizeram o mesmo não responder adequadamente todo o seu exercício. Podemos lançar algumas hipóteses como, por exemplo, a falta de atenção, uma vez que constatamos que o aluno soube determinar sua posição após a primeira jogada. Constatamos também, para identificar o seu terceiro deslocamento bastaria contar em seqüência as jogadas no tabuleiro (Bloco 2) para assim obter o que se pede no exercício, outra hipótese seria mesmo a falta de maturidade cognitiva que permite que as informações sejam aplicadas nos mais diversos contextos.

Dando continuidade à proposta anteriormente mencionada, realizamos a categorização das respostas dos demais participantes. Nos quadros abaixo podemos observar com melhor clareza os resultados obtidos na aplicação da

atividade. Assim, daremos início apresentando o quadro 19, no qual temos a categorização das respostas da primeira questão do exercício.

Quadro 19-Categorização das respostas sobre: Dê as coordenadas da posição do seu carrinho após a primeira jogada.

CATEGORIAS	ALUNOS	FREQÜÊNCIA (%)
Soube dá as coordenadas	A22, A13, A15, A5, A31, A32, A34, A4, A7, A21, A10, A11, A16, A41, A25, A39, A36, A35, A38, A33, A30.	84
Não soube dá as coordenadas	A24, A26, A27, A8.	16

No quadro 19 - temos explicitados as categorias e os percentuais de alunos que nelas se enquadram para a “questão a” que versa sobre as coordenadas da posição do carrinho após a primeira jogada. Mediante sua análise podemos observar que a categoria que apresenta maior percentual, 84%, corresponde aos alunos que responderam corretamente à questão. Outros 16% correspondem aos que erraram quanto ao uso das unidades estabelecidas pelo número de quadrados do papel. Como podemos observar, a maioria dos alunos soube determinar sua posição reconhecendo a característica vetorial, fazendo uso das componentes (x, y) com os respectivos versores (\vec{i} e \vec{j}).

Dando seqüência a nossa análise, apresentamos o quadro 20, no qual temos a categorização das respostas da segunda questão do exercício.

Quadro 20 - Categorização das respostas sobre: Determine o deslocamento do seu carrinho obtido na terceira jogada.

CATEGORIAS	ALUNOS	FREQUÊNCIA (%)
Soube determinar o deslocamento	A5, A7, A10, A13, A15, A24, A25, A31, A33, A35, A38, A39, A41,	52
Não soube determinar o deslocamento	A4, A8, A11, A16, A21, A22, A26, A27, A30, A32, A34, A36.	48

No quadro 20 – temos explicitados as categorias e os percentuais de alunos que neles se enquadram para a “questão b”, que versa sobre a determinação do deslocamento do carrinho obtido na terceira jogada. Mediante análise, podemos observar que a categoria que apresenta maior percentual, 52% corresponde aos que determinaram corretamente o deslocamento fazendo uso das componentes. Outros 48% restantes correspondem aos que não souberam determinar. Esses percentuais nos revelam que embora a maioria dos alunos tenha tido êxito na tarefa, o percentual daqueles cujo desempenho não foi satisfatório também é muito significativo, contrariando um pouco o esperado.

Acreditamos que o motivo para que esses resultados tenham ocorrido seja a desatenção em utilizar as coordenadas corretas obtidas de suas jogadas, uma vez que os mesmos souberam aplicar o conceito de deslocamento, como constatado nos exercícios específicos analisados anteriormente. O fato do percentual de 48% dos alunos não ter respondido corretamente à questão, não implica que esses alunos não tenham compreendido a essência do conceito, pois a maioria desses cometeu erro ao identificar uma das componentes das coordenadas da sua posição e não quanto ao conhecimento do deslocamento como variação de posição.

Continuando nossa análise apresentamos o quadro 21, no qual temos a categorização das respostas da terceira questão do exercício.

Quadro 21–Categorização das respostas sobre: Suponha que os deslocamentos se realizem num intervalo de tempo de 5 segundos. Determine a velocidade média, desenvolvida durante quarta e quinta jogadas.

CATEGORIAS	ALUNOS	FREQÜÊNCIA (%)
Não soube determinar a velocidade média	A4, A8, A10, A11, A13, A16, A21, A22, A25, A26, A27, A30, A31, A32, A33, A34, A35, A38, A39, A41.	80
Soube determinar a velocidade média.	A5; A7; A15; A24.	16
Deixou em branco	A36	4

No quadro 21 – temos explicitados as categorias e os percentuais de respostas de alunos que se enquadram para a “questão c” que versa sobre a determinação da velocidade média desenvolvida durante a quarta e quinta jogadas.

Mediante sua análise, podemos observar que a categoria com maior percentual, 80%, corresponde aos alunos que não determinaram corretamente a velocidade média fazendo uso das componentes vetoriais com os versores (\vec{i} e \vec{j}), enquanto o percentual de 16% corresponde àqueles que souberam determinar. O percentual de 4% restante corresponde àqueles que deixaram em branco a questão. Chamamos a atenção para o fato de que ao analisarmos os exercícios tivemos alguns indícios, que, embora não apareçam nos quadro das categorias acima, são pertinentes à discussão: 40% do total dos alunos souberam fazer uso das componentes do vetor para calcular a velocidade média, ainda que não tenham chegado ao resultado satisfatório; outro ponto refere-se ao fato de que 28% dos alunos, não terminaram os cálculos, mesmo sendo oferecido um

momento a mais. Esse último percentual conduz à possibilidade da existência de outro fator responsável por essa inconclusão, além da falta de atenção. Apesar dos percentuais não serem animadores, também não foram frustrantes, pois já se esperava que a turma apresentasse dificuldades em desenvolver algumas questões. Essas dificuldades residem na falta de hábito dos alunos em usar os componentes vetoriais considerando duas dimensões, além de associarem aos versores (\vec{i} e \vec{j}). Porém, esses mesmos percentuais demonstraram a viabilidade do jogo como ferramenta para ensino e aprendizagem, por ter instigado os alunos a participarem das aulas durante a intervenção de forma ativa.

Continuando nossa análise, apresentamos o quadro 22, no qual temos a categorização das respostas da quarta questão do exercício.

Quadro 22 – Categorização das respostas sobre: Dê as coordenadas do maior e do menor deslocamento que você realizou.

CATEGORIAS	ALUNOS	FREQÜÊNCIA (%)
Soube determinar os dois deslocamentos	A11, A13, A15.	12
Não soube determinar os dois deslocamentos	A5, A10, A25, A26, A27, A31, A34, A35, A36, A38, A41.	44
Soube determinar só o maior	A7, A16.	8
Soube determinar só o menor	A22, A24.	8
Deixou em branco	A4, A8, A21, A30, A32, A33, A39.	28

No quadro 22 - temos explicitados as categorias, a discriminação dos alunos, bem como os percentuais de alunos que nelas se enquadram para a questão que versa sobre a definição das coordenadas do maior e do menor deslocamento realizado.

Mediante análise, podemos observar que a categoria com maior percentual, 44%, corresponde aos que não souberam determinar os dois deslocamentos através do uso das componentes. É interessante ressaltar que nesse percentual há sete alunos (28% da amostra dos 25) que responderam satisfatoriamente à “questão b” do mesmo exercício.

Os 28% que não responderam a essa questão, correspondem ao segundo maior percentual, do qual um aluno apenas (4% da amostra dos 25) respondeu de modo satisfatório à “questão b”. Os outros seis (12% da amostra dos 25) não souberam responder à referida questão. O terceiro percentual de maior valor foi de 12%, correspondente aos que souberam determinar os dois deslocamentos. Notamos que desse percentual, que corresponde a três alunos da amostra, há apenas um que não respondeu à “questão b” de modo satisfatório.

Os 8% da amostra, correspondentes aos alunos (A22, A24), que determinaram o menor deslocamento nesta questão, apenas o aluno A24 determinou na “questão b”. Confirmando sua compreensão da questão, enquanto que o aluno A22 que não tinha acertado na “questão b”, conseguiu pelo menos acertar este item da questão, sendo por tanto um bom resultado para averiguação da aprendizagem deste aluno para o conceito discutido.

Por fim, destacamos o percentual dos 8% restantes, que correspondem aos alunos que souberam determinar o maior deslocamento. Dentre esses destacamos que apenas o aluno A7 determinou corretamente na “questão b”. Ao longo da discussão desta questão específica fizemos constantes referências ao fato de determinados alunos terem ou não acertado a “questão b”. Tal fato justifica-se em função dela também tratar da determinação de deslocamento. Assim, como explicar um acerto e um posterior erro em questões tão semelhantes? Acreditamos que isso se deva aos alunos não prestarem muita atenção nas coordenadas (x, y) vetoriais, das suas jogadas pedidas com relação ao tabuleiro do jogo, assim não se expressando corretamente.

Os resultados obtidos nesta questão foram de fundamental importância para análise da compreensão do aluno quanto à aprendizagem do conceito solicitado no exercício (Apêndice C) “questão d”.

Podemos ainda ressaltar que esses resultados dispostos no quadro anterior facilitaram a visualização dos erros e acertos, como já citamos anteriormente, permitindo concluir que apesar das dificuldades encontradas pelos alunos é possível, através do jogo, saber reconhecer seu maior deslocamento e seu menor deslocamento.

Por fim, apresentamos o quadro 23, que versa sobre a utilização ou não de unidades do SI.

Quadro 23 - Categorização das respostas sobre: o uso das unidades de medida das grandezas (SI).

CATEGORIAS	ALUNOS	FREQÜÊNCIA (%)
Não fizeram uso	A5, A4, A7, A8, A15,A16, A21, A22, A25, A30, A31, A32, A33, A34, A36, A39, A41.	68
Usou corretamente.	A24; A26; A27; A35; A38.	20
Usou errado	A13, A10, A11.	12

É importante mencionar que não se trata de uma questão proposta no exercício, mas sim de outro ponto analisado nos exercícios propostos.

Observamos que 68% dos alunos não fizeram uso das unidades do SI. Esse percentual é elevado, apesar de todo o histórico das dificuldades da turma quanto a conteúdos básicos para o desenvolvimento de atividades em física. Esse percentual é significativo porque indica que os alunos desconhecem a importância

de usar as unidades de medidas do SI, um dos conteúdos fundamentais no ensino e aprendizagem da ciência física.

O segundo percentual significativo é 20%, referentes aos alunos que souberam fazer uso correto das unidades do SI. Apesar de ser um pouco menos que a terça parte do anterior, é um percentual bastante animador pelos mesmos motivos alegados anteriormente, significando um avanço para a aprendizagem do aluno.

O percentual dos 8% restantes que correspondem aos que utilizaram erradamente essas unidades, também tem sua importância, pois indica a percepção da necessidade de utilizá-las. Diante dos dados da tabela, obtidos das respostas dos alunos, podemos perceber que: a soma dos percentuais referentes aos alunos que não fizeram uso ou usaram de forma errada as unidades do SI, corresponde ao quádruplo dos que souberam usar. Isso indica que essa competência precisa ser trabalhada pelos professores de ciências e matemática da turma.

4.4 BLOCO 4 - Fase da Revisão Construtiva do CEK.

Conforme já mencionado, neste bloco discutiremos os resultados obtidos na etapa da Revisão Construtiva do CEK. Nossa intenção é apresentarmos os dados relativos à categorização de uma nova aplicação do Questionário I (Apêndice A), usado inicialmente para obter os conhecimentos prévios dos alunos na etapa de antecipação. Mediante o confronto dessas respostas, buscaremos chegar a algumas conclusões, que permitam responder às nossas questões de pesquisa e ao cumprimento dos objetivos propostos. No quadro 24, temos a categorização das respostas dos alunos à primeira questão relativa à definição de grandeza.

Quadro 24 – Categorização das respostas sobre a definição de grandeza na etapa da Revisão Construtiva.

CATEGORIAS	ALUNOS	FREQÜÊNCIA (%)
É tudo aquilo que podemos medir.	A4; A8; A10; A13; A15; A16; A22; A24; A25; A26; A27; A32; A33; A34; A35; A36; A38; A39	72
É tudo aquilo que pode ser medido, pode ser escalar ou vetorial	A11; A21; A30; A31; A41	20
Na grandeza se determina através da massa desse corpo.	A5	4
Esses fenômenos do nosso cotidiano.	A7	4

Mediante análise do quadro 24, podemos observar que a categoria correspondente a 72% dos alunos, definiu grandeza como sendo: “é tudo aquilo que podemos medir”. Observamos que a maioria dos alunos da amostra deu uma

definição adequada para grandeza. Outro percentual significativo foi 20% relativo aos alunos que além de definirem grandeza, buscaram dar uma complementação à resposta, tentando classificá-la como grandeza escalar ou vetorial.

Um percentual de 4% se referiu a grandeza como fenômenos do cotidiano e não como medida para estes. Levando-se em consideração que para os estudos em ciências da natureza, como a física, só é relevante falar em fenômenos que possam ser mensurados esta resposta tem sentido. Os 4% restantes se referiu a grandeza como sendo determinada pela massa de um corpo e não o contrário: que a massa de um corpo se determina por uma grandeza. Trata-se de uma resposta confusa, mas pertinente ao contexto.

Com esses resultados é possível perceber que os alunos foram capazes de dar uma definição pertinente ao conceito de grandeza, nesta segunda aplicação do Questionário I.

No quadro 25 estão explícitas as categorias, a discriminação dos alunos, a quantidade dos alunos e os percentuais dos mesmos que nelas se enquadram para a questão que versa sobre a definição de posição.

Quadro 25 – Categorização das respostas sobre a definição de posição na etapa da Revisão Construtiva.

CATEGORIAS	ALUNOS	FREQÜÊNCIA (%)
Lugar onde um corpo se encontra em determinado momento.	A5; A13; A15; A16; A24; A25; A30; A33; A34; A35; A36; A39	48
Tem dois tipos = posição final e posição inicial, onde podemos ver o seu deslocamento.	A4; A8; A21; A22; A26; A27; A31; A32; A38; A41.	40
É onde um corpo se encontra, um determinado lugar, levando em consideração certos pontos como referência.	A10; A11	8
As grandezas que necessitam de outras informações além da quantidade e uma unidade de medida correspondente para que possam ficar bem esclarecidas.	A7	4

Mediante sua análise, podemos observar que a categoria com maior percentual corresponde a 48%. Há também uma categoria com 8%, que difere da anterior por considerar uns pontos de referência. 4% das respostas correspondem a uma definição que se aproxima do conceito de grandezas vetoriais. 40% das respostas se referem à posição, dando uma classificação para se determinar o deslocamento. Portanto, 48% mais 8% (56%) dos alunos deram uma definição para posição coerente, aproximando-se do entendimento do conceito científico.

No quadro 26 estão explicitados as categorias, identificação dos alunos, número de alunos bem como os percentuais de alunos que nelas se enquadram para a questão que versa sobre a definição de deslocamento.

Quadro 26 – Categorização das respostas para a definição de deslocamento na etapa da Revisão Construtiva.

CATEGORIAS	ALUNOS	FREQÜÊNCIA (%)
É quando um móvel sai de um lugar qualquer para outro.	A13; A15; A16; A21; A22; A24; A25; A26; A27; A31; 34; A35; A36; A38; A39; A41	64
É quando estou em um ponto P_1 e passo o ponto P_2 o que importa é onde você chegou e não sua trajetória.	A4; A5; A11.	12
É a distancia em que o corpo se deslocou	A7; A8	8
É o que percorremos durante uma determinada trajetória.	A10; A32	8
É o percurso de sua posição final menos a inicial $d = S - S_0$	A30	4
É uma mudança de posição do corpo, ou seja, a soma das coordenadas	A33	4

Mediante sua análise, podemos observar que a categoria com maior percentual, 64%, refere-se a sair de um lugar. Outro percentual significativo foi 12%, que fala em deslocamento ser independente de trajetória. Há duas categorias com 8%, uma que se refere à distância que o corpo percorreu e outra, a distância entre dois pontos, um inicial e um final, como sendo o ponto em que o corpo estava. De duas categorias com 4% dos alunos, uma definiu deslocamento através da

fórmula de variação de espaço ou posição, cinematicamente; já o outro grupo o fez com relação a mudança de coordenadas.

No quadro 27 estão explicitados as categorias, os alunos, o número de alunos, bem como os percentuais de alunos que nelas se enquadram para a questão que versa sobre a definição de velocidade média.

Quadro 27 - Categorização das respostas para a definição de velocidade média na etapa da Revisão Construtiva.

CATEGORIAS	ALUNOS	FREQÜÊNCIA (%)
É o deslocamento do corpo dividido pelo tempo	A8; A10; A11; A21; A30; A31; A33; A38; A41	36
É o que o corpo toma quando se desloca de uma posição a outra posição.	A5; A16; A24; A34; A35; A36; A39	28
Onde pode representar as acelerações que um carro ou pessoa fez em sua trajetória.	A4; A13; A15; A22.	16
É quando não aumenta nem diminui continua constante a velocidade	A26; A27; A32	12
Intensidade (módulo), seguido de uma unidade de medida, de uma direção e de um sentido em relação a um sistema de referência para que fique bem determinada.	A7	4
É a grandeza que é conhecida pela determinada forma: V_m	A25	4

Mediante sua análise, podemos observar que a categoria que apresentou maior percentual, 36%, corresponde aos alunos que definiram apropriadamente o

conceito de velocidade média. Um percentual de 28% das respostas se referiu a mudança de posição, sem, no entanto, mencionar a questão da duração. Um percentual de 16% relacionou aceleração a velocidade média. Se há entendimento que a aceleração provoca mudança de velocidade, própria ao movimento variado, a definição dada nesse caso faz sentido. Um percentual de 12% definiu velocidade média como velocidade constante (própria ao movimento uniforme), daí a velocidade média faz sentido ser definida como tal. Há duas categorias com 4%, uma destas reconhece a velocidade média como grandeza e associa a nomenclatura V_m ; já a outra define velocidade média como grandeza vetorial. Como podemos observar, todos os alunos deram uma definição para velocidade. Algumas, compatíveis com o conceito científico.

No quadro 28 estão explícitos: as categorias, a identificação dos alunos, o número de alunos, bem como os percentuais de alunos que nelas se enquadram para a questão que versa sobre a definição para vetor.

Quadro 28 – Categorização dos resultados para a definição de vetor na etapa da Revisão Construtiva.

RESPOSTA	ALUNOS	FREQÜÊNCIA (%)
É um símbolo matemático que caracteriza uma grandeza vetorial(x)	A10; A11; A16; A21; A24; A27; A31; A32; A33; A35; A36; A38; A39; A41	56
É uma unidade de medida por isso que dizemos grandezas vetoriais onde o vetor é representado por uma seta P1 – P2.	A4; A13; A22; A26; A34.	20
Uma \rightarrow (seta) que identifica que uma determinada letra ou número seja vetorial(uma grandeza vetorial)	A5; A25; A30	12
Informa a direção e a posição de um corpo.	A8; A15	8
Para dar orientação de sua direção e do seu sentido	A7	4

Mediante sua análise, podemos observar que 56% dos alunos definiram vetor como um símbolo matemático. Há um percentual de 20% que considera o vetor como uma unidade de medida. Um percentual de 12% dos alunos definiu vetor como uma grandeza vetorial. 8% dos alunos definiram vetor como uma informação da direção e da posição de um corpo, sendo esta definição uma característica de uma grandeza vetorial. 4% dos alunos definiram vetor como indicador de direção e de sentido. Como podemos observar na tabela, todas as categorias deram definições pertinentes ao conceito científico de vetor, uns mais próximos, outros um pouco mais distanciados.

Após a categorização das respostas obtidas com o Questionário I, aplicado nas etapas da Antecipação e da Revisão Construtiva, concluímos o CEK.

Esses resultados estão apresentados no quadro 29, com a finalidade de possibilitar uma melhor visualização da análise.

Quadro 29 – Categorização dos resultados da análise comparativa das definições sobre os conceitos trabalhados na pesquisa.

DEFINIÇÃO	NÚMERO DE ALUNOS		FREQÜÊNCIA (%)	
	ANTES	APÓS	ANTES	APÓS
GRANDEZA relacionada à medida	6	18	24	72
POSIÇÃO associado a um referencial	9	6	36	24
DESLOCAMENTO como distância de um lugar para outro	13	20	52	80
VELOCIDADE MÉDIA razão entre deslocamento e tempo gasto para esse deslocamento	7	12	28	48
VETOR relação entre representação matemática e grandezas físicas	0	7	0	28

Assim, finalizamos este bloco de resultados verificando significativas mudanças de percepções com relação aos conceitos em estudo, o que indica que a intervenção estruturada foi relevante do ponto de vista do ensino-aprendizagem.

4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados apresentados e discutidos neste capítulo, expressamos em linhas gerais, os principais aspectos que se destacaram para nós durante a intervenção.

Os resultados obtidos com a aplicação do Questionário I, na etapa da Antecipação, foram bastante expressivos, pois permitiram que fossem conhecidas e analisadas as conceituações prévias dos alunos sobre grandeza, vetor e as grandezas vetoriais (posição, deslocamento, velocidade média). Observou-se que algumas dessas conceituações se aproximavam dos conceitos científicos desejados, enquanto que outras, embora estivessem relacionadas com o contexto de estudo da física, ainda necessitavam ser bastante trabalhadas.

Na etapa do Investimento, tendo em vista as dificuldades observadas, além da das atividades previstas que tinham como finalidade apresentar o conteúdo numa linguagem clara sem perder o rigor conceitual, houve necessidade da inserção de mais uma atividade na qual se trabalhou sistema de referência em coordenadas ortogonais com a utilização das componentes de um vetor de modo a possibilitar a familiarização dos conceitos preliminares necessários para jogar o Vetorama.

Na etapa do Encontro, as dificuldades relacionadas ao conhecimento da utilização das componentes de um vetor para a realização do jogo ainda persistiram. Contudo, observamos uma forte interação entre os alunos e assim, aqueles que compreendiam melhor o funcionamento das regras do jogo auxiliaram aqueles com mais dificuldades. A sociabilidade teve um papel determinante no sucesso da atividade, tanto que alunos que sequer haviam estado presentes quando as regras do jogo foram apresentadas conseguiram jogar, graças à interação com os colegas. A partir da análise dos tabuleiros pudemos perceber os erros mais

constantes durante a realização do jogo, bem como, considerando o Questionário II, traçar um perfil de jogo para alguns alunos. Neste ficou evidente que: ganhar não era o objetivo principal da maioria; havia uma grande preocupação em não cometer erros, embora, isso implicasse em jogadas mais comedidas; e por fim que havia uma preocupação com os colegas de grupo.

A etapa de Confirmação/Desconfirmação foi a mais difícil de ser analisada, pois, implicou na análise em paralelo do exercício e do tabuleiro de jogo, a fim de identificar como o exercício tinha sido realizado e as razões para os eventuais erros encontrados. Nesta etapa, ficou evidente que embora a socialização entre os alunos tenha sido boa, as relações interativas entre o professor e os alunos poderia ter sido melhor. Muitas das inconsistências observadas poderiam facilmente ter sido evitadas mediante uma consulta ao professor, não se tratando de erros conceituais propriamente ditos, mas falta de maturidade para perceber aspectos implicitamente já conhecidos. Outro aspecto que fica evidente mediante a comparação entre os tabuleiros e os exercícios dos diversos alunos é a individualidade dos processos de aprendizagem, já apontada por Kelly (1963) e que pode vir a auxiliar o professor a repensar sua prática docente, de modo a compreender as singularidades de seus alunos.

Na etapa de Revisão Construtiva, ao se comparar as respostas aos Questionários I e III dos alunos, observou-se que, embora todos tenham vivenciado as mesmas atividades ao longo da intervenção, a percepção dos conceitos em estudo varia bastante. Contudo, em linhas gerais foi observada melhorias na compreensão dos mesmos.

No que concerne ao jogo Vetorama pode-se dizer que ele foi bastante eficaz enquanto uma estratégia metodológica para a aprendizagem dos conceitos em estudo, visto que possibilitou uma maior compreensão dos mesmos através do estabelecimento de analogias com o real pelos alunos, bem como a reorganização de suas concepções iniciais. Consiste numa estratégia que afasta a visão empobrecida e distorcida do conhecimento científico, através de processos meramente transmissores, tão comuns nos livros didáticos da área.

Sua utilização extrapola um pouco a de estratégia metodológica lúdica para o ensino-aprendizagem de conceitos e contribui também para a coleta de dados, o que possibilitou análises qualitativas e quantitativas e que permitiram mapear erros e acertos dos alunos durante o jogo. Por fim, é importante fazer algumas considerações quanto ao Ciclo da Experiência e sua relevância para a concepção deste trabalho de pesquisa. Em primeiro lugar, é importante frisar que o ciclo foi proposto originalmente por Kelly como elemento organizador dos processos cognitivos básicos a serem vivenciados por um indivíduo em uma situação de experiência, de forma que essa pudesse auxiliar os alunos em seus processos cognitivos. Na concepção deste trabalho de pesquisa, contudo, o Ciclo da Experiência extrapolou o papel de sistematizar as cinco fases cognitivas vivenciadas pelos alunos ao longo do processo de experiência e também foi utilizado para a estruturação das atividades didáticas programadas ao longo da intervenção.

CAPÍTULO IV
CONCLUSÕES

CAPÍTULO IV - CONCLUSÕES

5. CONCLUSÕES

Mediante os resultados apresentados e discutidos anteriormente, pode-se concluir que a intervenção foi significativa, visto que os alunos inicialmente não tinham bem estruturados os conceitos de grandeza, vetor e das grandezas vetoriais posição, deslocamento e velocidade média. Contudo, ao final da intervenção observou-se que os mesmos passaram a perceber melhor esses elementos da mecânica vetorial.

A principal dificuldade encontrada pelos alunos consistiu na transposição de jogadas do tabuleiro para a resolução dos exercícios usando a notação algorítmica. Percebemos que devido a não estarem habituados a fazerem uso de estratégias que conduzam a análise e inferência de conclusões que efetive a aprendizagem.

O *Vetorama* enquanto estratégia metodológica favoreceu a aprendizagem de um interesse dos alunos em participarem nas aulas, permitir uma maior socialização nas relações e possibilitar a identificação de dificuldades durante o processo de maior número de conteúdos da mecânica vetorial, além de despertar maior ensino aprendizagem.

Quanto as relações sociais que foram estabelecidas foi possível verificarmos que o jogo *Vetorama* tornou-se um jogo cooperativo ao invés de competitivo esta característica vem corroborar com a proposta da UNESCO para a educação neste milênio, sobre tudo quanto aos pilares: aprender a ser, a fazer, a viver juntos e a conhecer.(MORIN,2000)

Por fim, tem-se que a utilização da Teoria dos Construtos Pessoais para a concepção e realização deste trabalho de pesquisa foi fundamental para que se conseguisse atingir todos os objetivos propostos inicialmente. o suporte teórico - metodológico foi bastante significativo. O que nos conduz a concluir que o uso do ciclo da Experiência como suporte teórico metodológico foi bastante significativo.

Uma vez que o uso dos corolários: Experiência- Ciclo da Experiência e Sociabilidade, foram efetivamente eficazes aos propósitos da investigação pode-se observar as contribuições do jogo para a formação do cidadão que se almeja neste novo milênio.

REFERÊNCIAS

6. REFERÊNCIAS

BASTOS, H. F. B. N. *A Teoria do Construto Pessoal*. Departamento de Educação da UFRPE, Recife, 29-12-1998.

_____ et al. *Modelização de situações problema como forma de exercer ações interdisciplinares em sala de aula*. Trabalho apresentado no XVI Encontro de pesquisa educacional do norte e nordeste. Aracajú, 10 a 13 de junho de 2003. Universidade Federal de Sergipe.

BOYER, C. B. *História da Matemática*, 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Introdução, Ciências Naturais, Introdução aos Temas Transversais: ÉTICA, Meio Ambiente e Saúde*. Brasília, MEC/ SEF, 1997.

BUTKOV, E. *Física Matemática*. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1983.

CARAÇA, B. de J. *Cálculo Vectorial*, 3ª ed. Lisboa: Tipografia Matemática, 1960.

CHAVES, A.; SHELLARD, R. C. (Eds). *Física para o Brasil: pensando o futuro*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2005.

CLONINGER, S. C. *Teorias da personalidade*. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

COLL SALVADOR, C. *Psicologia do ensino*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

CONWAY, 1999, p. 230. Disponível em: www.educ.fc.ul.pt/docentes/opombo/seminario/euler/numimagoquee.htm. Acesso em: 14 fev. 2008.

CROWE, M. J. A. *History of Vector Analysis: the evolution of the idea of a vectorial system*, New York: Dover Publications, 1993.

DANTE, J. R. *Matemática: contexto e aplicação*. São Paulo: Ática, 2001.

FERRARO, N. G. et al. *Física, Ciência e Tecnologia*. São Paulo: Moderna, 2001, v. único.

GRASSMANN, H. *Teoría de La Extensió: nueva disciplina matemática expuesta y aclarada mediante aplicaciones*. Argentina: Espasa- Calpe Argentina, 1947.

GRAF. *Física 1: Mecânica*. São Paulo: Edusp, 1999.

HALL, C. S.; LINDZEY, G.; CAMPBELL, J. B. *Teorias da Personalidade*, 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

KELLY, G. A. *Theory of Personality: the psychology of personal constructs*. New York. W.W. Norton & Company. 1963.

LUZ, A. M. R. da; ÁLVARES, B. A. *Física: ensino médio*. São Paulo: Scipione, 2005. v1.

MELO, M. C. C. *Uma investigação sobre concepções de alimentação saudável de alunos do Ensino Fundamental*. Recife, 2005. 146p. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências). Universidade Federal Rural de Pernambuco.

MORENO MURCIA, J. A. (Org.). *Aprendizagem através do jogo*. Porto Alegre: Artmed, 2005.

MORIN, E. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. São Paulo: Cortez Editora, DF:UNESCO, 2000.

NEVES, R. F. das. *A interação do ciclo da experiência de Kelly com o círculo hermenêutico dialético para a construção de conceitos em Biologia*. Recife, 2006, 109p. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências). Universidade Federal Rural de Pernambuco.

OLIVEIRA, M. M. de. *Como fazer pesquisa qualitativa*. Recife: Bagaço, 2005.

_____ *Como Fazer: projetos, relatórios, monografias, dissertações e teses*, 3ª edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

PAREDES ORTIZ, J. *Aproximação teórica à realidade do jogo*. In: MORENO MURCIA, J. A. e colaboradores. *Aprendizagem através do Jogo*. Porto Alegre: Artmed, 2005.

RESNICK, R.; HALLIDAY, D. *Física*. 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos, 1985. v 1.

RIZZO, G. *Jogos Inteligentes: a construção do raciocínio na escola natural*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

SAMPAIO, J. L.; CALÇADA, C. S. *Universo da Física: Mecânica*. São Paulo, 2001.

SEARS, F.; ZEMANSKY, M. W.; YOUNG, H. D. *Física 1: Mecânica da Partícula e dos Corpos Rígidos*. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos, 1995.

TIPLER, P. *Física: para cientistas e engenheiros*. 3ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1994. v 1.

TRAVASSOS, J. L. L.; SILVA, J. F. B. *Uma investigação da viabilidade do uso do vetorama como recurso didático*. Monografia apresentada ao curso de especialização em Ensino de Matemática, Programa Pró-Ciência – Pernambuco. Recife, p. 5, 2000.

WATARI, K. *Mecânica Clássica*. São Paulo: Livraria da Física, 2003. 2 v.

APÊNDICES

APÊNDICE A

ESCOLA MINISTRO JARBAS PASSARINHO

ALUNO(A): _____ Nº _____

SÉRIE: 1º ANO DO ENSINO MÉDIO. DISCIPLINA: FÍSICA. DATA:

____/____/____

QUESTIONÁRIO I

Dê uma definição para:

a) Grandeza

b) Posição

c) Deslocamento

d) Velocidade Média

e) Vetor

APÊNDICE B

ESCOLA MINISTRO JARBAS PASSARINHO

ALUNO(A): _____ Nº _____

SÉRIE: 1º ANO DO ENSINO MÉDIO. DISCIPLINA: FÍSICA. DATA:

____/____/____

TEXTO: Vetor e as Grandezas Vetoriais (Posição, Deslocamento, Velocidade Média).

No nosso dia- a- dia estamos sempre preocupados em medir alguma coisa de maneira consciente ou inconsciente. Medimos o tempo que gastamos desde a saída da nossa casa até a escola, a distância da mesma até a escola ou a outro lugar qualquer, a quantidade de pão quando compramos para sabermos quanto vamos pagar por ele, a temperatura do nosso corpo quando nós estamos doentes, enfim fazemos uso de medições o tempo todo. Esses fenômenos do nosso cotidiano que podemos medir são chamados de *grandezas*.

Como podemos observar quando digo que a temperatura do corpo de uma pessoa é 37°C (celsius) e que gastei trinta minutos para chegar a escola saindo de minha casa, não preciso dizer mas nada para ser compreendido. Essas grandezas (como a temperatura e o tempo), que são perfeitamente definidas com um valor e uma unidade, são chamadas de *grandezas escalares*. Porém quando digo que a minha casa fica a dois quarteirões ou a 100 metros de distância da escola, seria possível alguém localizar minha casa só com essa informação?

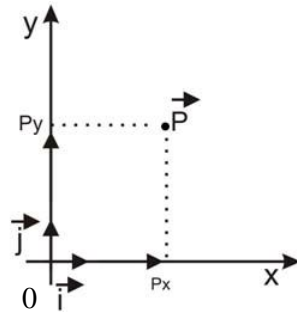
As grandezas que necessitam de outras informações além de uma quantidade e uma unidade de medida correspondente para que possam ficar bem esclarecidas são chamadas de *grandezas vetoriais*.

Quando digo minha casa fica à direita, quando sairmos da escola, seguindo a mesma rua, a 100 metros, tornamos a localização de minha casa possível. Portanto, as grandezas vetoriais necessitam de duas informações a mais que as *grandezas escalares*, como foi possível observarmos, isto é, se sigo à direita ou à esquerda e qual a direção a seguir. Para dizer que a minha casa está a 100m da escola precisamos tomar um ponto de partida que sirva como parâmetro para medirmos chamado de sistema de referência, mas ao fazermos medições estamos comparando sempre com algo que conhecemos.

Poderemos citar, como exemplo, o conhecimento que deve ser destacado na grandeza “velocidade” é o entendimento de seu caráter vetorial, isto é que ela precisa além de uma intensidade (módulo) , seguido de uma unidade de medida, de uma direção e de um sentido em relação a um sistema de referência.

Ao se estabelecer tais caracteres é possível se falar nas *grandezas vetoriais posição, deslocamento*, como também em velocidade, outra grandeza estritamente vetorial.

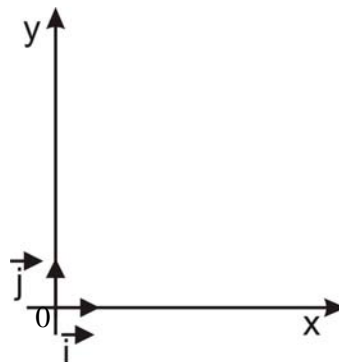
Quanto à *grandeza vetorial posição* de um corpo em relação a um par de eixos cartesianos fica determinada se conhecermos suas coordenadas. Para determiná-las medimos as distâncias da origem O às projeções do ponto P sobre os dois eixos ortogonais ou cartesianos, ou seja, dois eixos perpendiculares entre si (figura a).



Estudar o movimento de um corpo no espaço bidimensional, equivale a estudar o movimento dos dois pontos P_x e P_y sobre os dois eixos cartesianos. Um objeto se move quando ele (ou uma de suas partes) se desloca com o passar do tempo.

Assim o movimento ocorre não apenas no espaço, mas também no tempo, dessa forma necessitamos de medir não só o comprimento como também a duração, em cada eixo cartesiano e precisaremos ter uma régua e um relógio.

O sistema cartesiano adota dois eixos perpendiculares entre si identificados pelas letras x e y do alfabeto que representam vetores unitários (versores) associados aos eixos x e y respectivamente, que de forma simplificada são escritos com uma seta sobre as letras (\vec{i}, \vec{j}) para dar orientação de sua direção e do seu sentido (figura b).

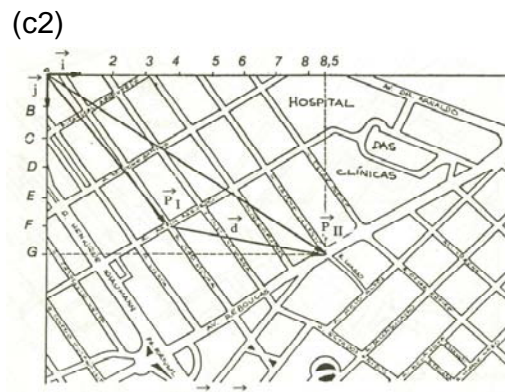
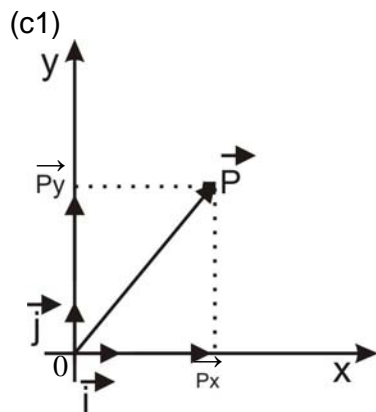


A forma de descrever a posição, num sistema de referência consiste em informar quanto um corpo estar em relação a cada um dos eixos tomados como referência.

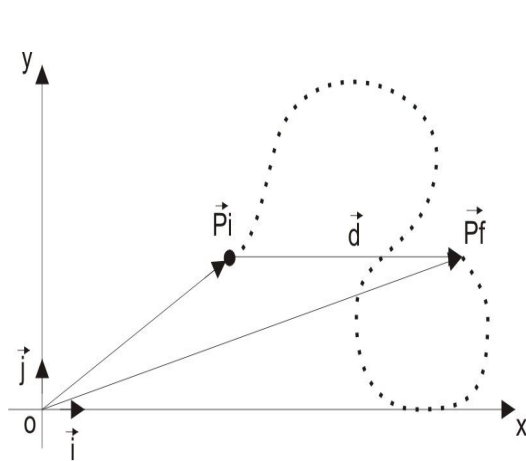
Matematicamente esta informação toma a seguinte forma, para determinar a localização, através da posição do cruzamento: $P_x \vec{i} + P_y \vec{j}$, esta forma de linguagem matemática é chamada de notação vetorial, passaremos a usar o termo *vetor posição* (P).

$\vec{\quad} \vec{\quad} \quad \vec{\quad} \quad \vec{\quad} \quad \vec{\quad}$

Logo $P = P_x i + P_y j$, onde P_x e P_y são as componentes do vetor P ou seja as projeções ortogonais nos eixos x e y respectivamente (figura c1 e c2).



Quando a posição de um objeto varia dizemos ter ocorrido uma outra grandeza vetorial o deslocamento, definido pela localização das posições inicial (P_0) e final (P_f), matematicamente descrevemos o deslocamento como $d = P_f - P_0$, dadas em



Ao levarmos em conta o intervalo de tempo em que houve esse deslocamento, ou seja, quanto tempo foi gasto para o corpo locomover-se de uma posição (P_0) para outra (P_f), estamos definindo uma nova grandeza vetorial a velocidade.

Assim a velocidade não estar só associada à rapidez como também ao deslocamento no qual a posições inicial e final determina um segmento de reta, que corresponde a trajetória ocorrida dentro de um intervalo de tempo e que chamamos de velocidade média, ou melhor, velocidade vetorial média.

Referências

AMALDI, U. *Imagens da Física: As idéias e as Experiências do Pêndulo aos Quarks*, São Paulo, Editora Scipione, 1995. Curso Completo.

GASPAR, A. *Física: Mecânica*, São Paulo, Editora Ática, 1ª edição, 2002. V.1.

GRF.(Grupo de Reelaboração do Ensino de Física). *Física 1: Mecânica*, São Paulo, Edusp, 5ª edição, 1999. V. 1.

LUZ, A. M. R.da, ÁLVARES, B. A. *Física: Ensino Médio*, São Paulo, Editora Scipione, 1ª edição, 2008. V.1.

SAMPAIO, J. L., CALÇADA, C. S. *Universo da Física 1: Mecânica*, São Paulo, Atual Editora, 2ª edição, 2005. V. 1.

APÊNDICE C

ESCOLA MINISTRO JARBAS PASSARINHO

ALUNO(A): _____ Nº _____

SÉRIE: 1º ANO DO ENSINO MÉDIO. DISCIPLINA: FÍSICA. DATA:
____/____/____

QUESTIONÁRIO II

1º) Qual a estratégia usada por você para ganhar o jogo?

2º) Por que você fez uso dessa estratégia?

3º) Que estratégia você acha que é mais adequada para levar à chagada com menos jogadas?

APÊNDICE D

ESCOLA MINISTRO JARBAS PASSARINHO

ALUNO(A): _____ Nº _____

SÉRIE: 1º ANO DO ENSINO MÉDIO. DISCIPLINA: FÍSICA. DATA:

____/____/____

Exercício

Responda o que se pede:

- a) Dê as coordenadas da posição do carrinho após o primeiro deslocamento.
- b) Determine o deslocamento do carrinho obtido na terceira e quarta jogada.
- c) Suponha que os deslocamentos se realizem num intervalo de tempo de 5 segundos. Determine a velocidade média, desenvolvida durante a quarta e quinta jogada.
- d) Dê as coordenadas do maior e do menor deslocamento que você realizou.
Não esqueça de por nas respostas as unidades de medida das grandezas.

ANEXOS

ANEXO A

VETORAMA

Profª Heloisa Bastos

Deptº de Educação/ UFRPE

O Vetorama é um jogo de corrida de “carrinhos”, que acontece numa “pista” desenhada em um papel quadriculado. Podem participar do jogo vários carrinhos, dependendo da largura da “pista”. Cada “carrinho” é representado por uma seta, cujo comprimento e direção variam durante o jogo, de modo que o vencedor será aquele que conseguir chegar ao final da pista em menos jogadas. Os jogadores sorteiam a ordem de jogada de todas jogadas em rodadas sucessivas.

Todos os jogadores começam a corrida com “carrinhos” de comprimentos iguais, paralelos, traçados a partir da linha de largada. Esse comprimento deve ser combinado entre os participantes, que estabelecem as regras do jogo. Durante as regras, é importante definir a variação máxima do comprimento dos “carrinhos” entre duas jogadas consecutivas.

Durante a corrida, os “carrinhos”(vetores) não podem se cruzar durante a mesma jogada, o que corresponderia a uma batida entre os mesmos. É necessário, também, que os vetores permaneçam totalmente dentro da pista durante todas as jogadas.

A dificuldade do jogo consiste em percorrer a pista num menor número de jogadas.

Para isso, é necessário controlar o comprimento e direção do vetor, de modo que ele seja o mais comprido possível e permaneça dentro da pista.

Esse controle é conseguido variando as componentes do vetor, que são facilmente identificadas devido ao quadriculado do papel.

Uma vez que os alunos sejam capazes de controlar seus “carrinhos” e dominem o jogo, passa-se para um estágio seguinte, que é relacionar os vetores com grandezas vetoriais, como o deslocamento, velocidade, aceleração e força. Para tanto, é preciso traçar os eixos vertical e horizontal no papel e estabelecer um fator de escala, de modo a definir a correspondência entre os espaçamentos traçados no papel e valores da grandeza representada.

A partir da definição da escala, pode-se começar identificando o vetor em cada jogada com o deslocamento realizado pelo “carrinho”. Determinando a duração de cada jogada, é possível calcular, a partir da relação entre deslocamento e o intervalo de tempo, a velocidade média em cada jogada. A variação entre as velocidades média de jogadas sucessivas leva à determinação da aceleração média entre duas jogadas. Dando um valor a massa do carro, é possível determinar a força média que atua no carro entre as jogadas.

ANEXO B

Regras do jogo Vetorama

- 1ª. Na primeira jogada os vetores têm comprimentos iguais.
- 2ª. Em cada jogada só é permitida uma variação máxima de ± 3 unidades na vertical e/ ou na horizontal.
- 3ª. Dois vetores não podem se cruzar na mesma jogada.
- 4ª. O vetor não pode sair da pista, caso ocorra saída a jogada poderá ser repetida.

ANEXO C

ANEXO C

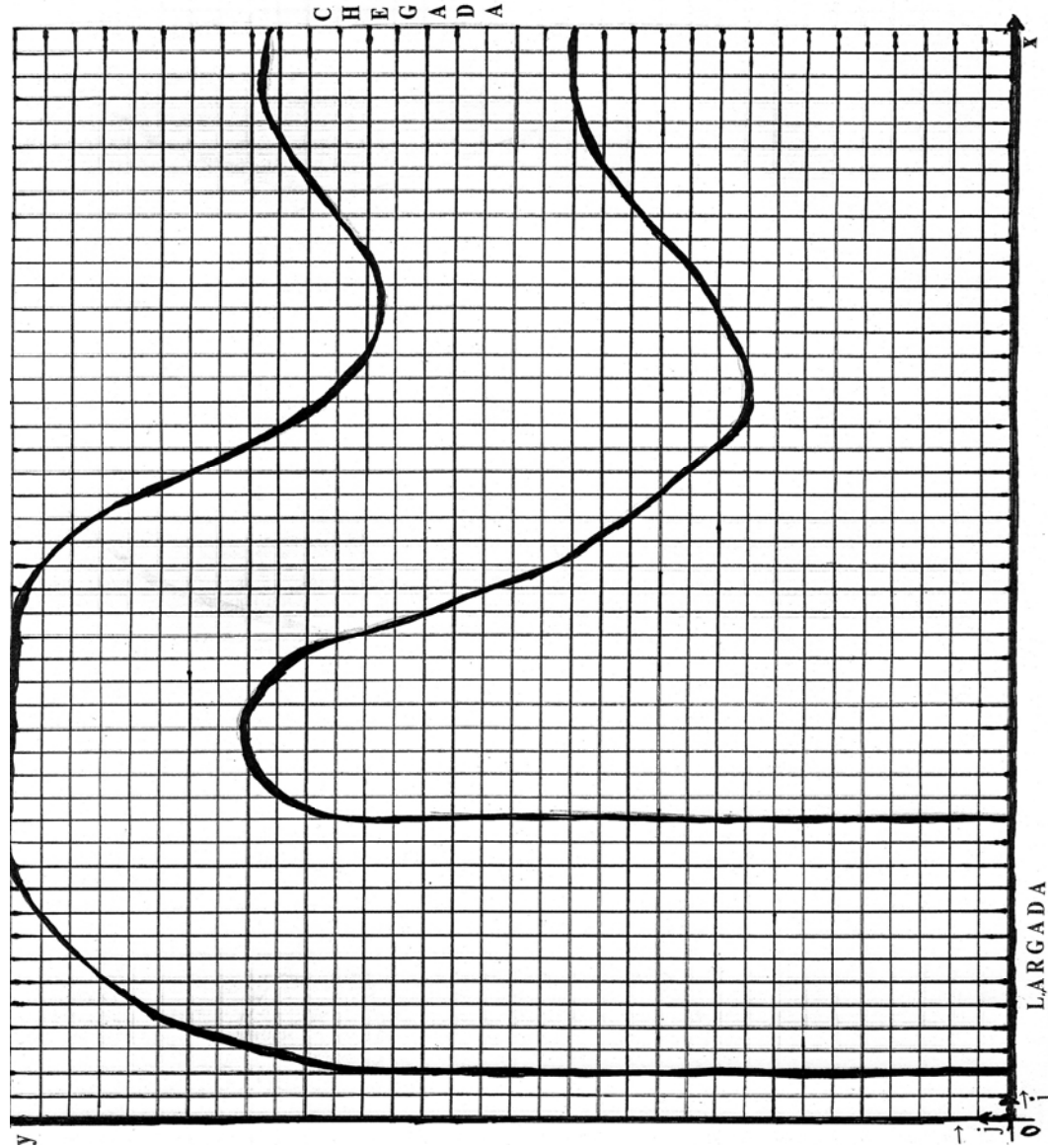
ESCOLA MINISTRO JARBAS PASSARINHO

ALUNO (A)1: _____

ALUNO (A)2: _____

ALUNO (A)3: _____

SÉRIE: 1º ANO DO ENS. MÉDIO. DISCIPLINA: FÍSICA. DATA: ____/____/____.



ANEXO D

ESCOLA MINISTRO JARBAS PASSARINHO

ALUNO(A): _____ Nº _____

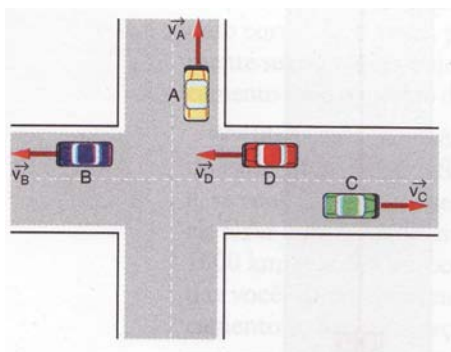
SÉRIE: 1º ANO DO ENSINO MÉDIO. DISCIPLINA: FÍSICA. DATA:

____/____/____

Exercício de fixação

1. Em cada uma das frases seguintes, dizer se a palavra grifada corresponde a uma grandeza escalar ou vetorial.

- O volume de uma caixa d'água é de 500L.
- Um menino puxa uma corda com uma força horizontal, para a direita.
- Um avião voa, com uma velocidade de 500 Km/h, de Leste para Oeste.
- A temperatura da sala de aula é de 25° C.



Exercício 2

→ → →

2. Na figura deste exercício, os vetores V_A , V_B , V_C ,

→

V_D representam as velocidades de alguns automóveis se movimentando no cruzamento de duas ruas.

→ →

a) Os vetores V_A e V_B têm mesma direção ou direções diferentes?

→ →

b) Os vetores V_B e V_C têm mesma direção? Têm o mesmo sentido ou sentidos contrários?

→ →

c) Os vetores, V_B e V_D têm mesma direção? Têm o mesmo sentido ou sentidos contrários?

3. Um carro viajou, ao longo do litoral, indo de Salvador até Fortaleza.



Exercício

3.

a) Reproduza, em seu caderno, a figura deste

→

exercício e desenhe nela o vetor d que representa o deslocamento do carro.

b) Observe a escala do mapa e determine d , isto é, o

→

módulo do vetor d .

→

c) Qual é a direção do vetor d ?

→

d) Qual é o sentido do vetor d ?