

# Explorando o software Geogebra no processo de ensino e aprendizagem da geometria espacial

Autor: Marlúcia Morais de Freitas Brasil

Coautor: Mirela Vanina de Mello

Coautor: André Malvezzi Lopes

## Resumo:

Este trabalho tem como objetivo analisar no cenário atual como o uso da tecnologia informática por meio do software GeoGebra interfere no processo de ensino aprendizagem da matemática. Foi realizada uma pesquisa de campo com dois grupos de alunos do 3º ano formação geral de uma escola pública situada em Salvador. Ambos os grupos responderam três sequências didáticas investigativas, envolvendo conteúdos considerados importantes no ensino aprendizagem da Geometria Espacial no Ensino Médio, como a construção, cálculo de área e volume de alguns sólidos geométricos. Apenas um grupo teve acesso ao ambiente informatizado e utilizou, o computador, aliado como interface pedagógica o software GeoGebra, tornando possível pesquisar as suas contribuições e potencialidades. A pesquisa desenvolvida possibilitou comprovar que não podemos negar o potencial dos ambientes informatizados frente aos obstáculos inerentes ao processo de aprendizagem da Matemática, propiciando ao aluno em contato com a tecnologia no ambiente educacional ser agente ativo no “fazer matemática”, como experimentar, interpretar, visualizar, induzir, conjecturar, abstrair, generalizar. Tornando evidente neste processo, a importância da formação dos professores neste contexto atual para o uso da tecnologia. Este trabalho foi fruto da pesquisa realizada para obtenção do título de mestre no mestrado profissional em rede nacional (Profmat), pólo Uesc.

**Palavras-chave:** Tecnologia, Educação Matemática, Software GeoGebra, Ambientes Informatizados.

## 1. Introdução

É senso comum, no meio educacional, falar sobre a inserção das tecnologias no processo de ensino-aprendizagem, por isto não podemos negar a necessidade emergente de nos apropriarmos desta interface pedagógica, o computador.

Segundo Valente (1993a) os computadores estão propiciando uma verdadeira revolução no processo de ensino-aprendizagem. Uma razão mais óbvia advém dos diferentes tipos de abordagens de ensino que podem ser realizados através do computador, devido aos inúmeros programas desenvolvidos para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem. Entretanto, a maior contribuição do computador como meio educacional advém do fato do seu uso ter provocado o questionamento dos métodos e processos de ensino utilizados.

Em plena era da informática, a escola não pode ignorar as profundas mudanças que as tecnologias de comunicação e informação introduziram na sociedade contemporânea e, principalmente trabalhar sem perceber que as mesmas criam novas maneiras de “apreender” e “aprender”.

O ensino dos conteúdos matemáticos previstos no planejamento curricular não pode ser transmitido de maneira tradicional de tal forma que o mais importante seja a exposição excessiva, isto é, a repetição, a memorização. Neste aspecto, Gravina e Santarosa (1998) afirmam que métodos de ensino que simplesmente privilegiam a transmissão do conhecimento, em que se é concebido mediante a habilidade do aluno em memorizá-lo e reproduzi-lo, não se evidencia um verdadeiro entendimento.

A aprendizagem da matemática depende de um conjunto de ações que o professor execute no ambiente da sala de aula possibilitando ao aluno ser agente ativo na construção do conhecimento, criando um ambiente favorável para investigação e experimentação das suas ideias, tornando-se capaz de levantar hipóteses, argumentar, interpretar, analisar e conjecturar situações do cotidiano.

Nesta perspectiva a proposta deste trabalho de pesquisa é analisar no cenário atual como o uso de tecnologia interfere no processo ensino aprendizagem da Matemática. Para isto foram explorados dois grupos de alunos que responderam três sequências didáticas investigativas envolvendo conteúdos considerados importantes no ensino aprendizagem da Geometria Espacial no Ensino Médio. Ambos os grupos tiveram o conteúdo trabalhado na sala de aula convencional com o uso do quadro, livro didático e modelos concretos confeccionados em folha Collor plus e/ou suporte de balão, mas vale ressaltar que um dos grupos teve acesso a ambiente informatizado e utilizou, o computador, aliado como interface pedagógica o software GeoGebra versão 5.0, possibilitando pesquisar as contribuições e potencialidades do software selecionado. Em contrapartida o outro grupo de alunos não teve acesso ao ambiente informatizado.

O propósito de aplicar a pesquisa em dois grupos foi de fundamental importância para posterior análise dos dados das atividades desenvolvidas e entrevista por meio de questionário investigativo da utilização do software GeoGebra como instrumento capaz de auxiliar, facilitar e complementar o processo de ensino e aprendizagem da Geometria Espacial.

Gravina e Santarosa (1998) alertam que para se almejar uma mudança de paradigma para a educação é necessário ser crítico e cuidadoso nesse processo de uso dos recursos tecnológicos. A informática por si só não garante esta mudança, e muitas vezes pode-se ser enganado pelo visual atrativo dos recursos tecnológicos que são oferecidos, mas os quais simplesmente reforçam as mesmas características do modelo de escola que privilegia a transmissão do conhecimento. Isto nos leva a refletir a importância da formação dos professores para melhor utilização destes ambientes informatizados.

No contexto atual é necessário que o professor de matemática busque novas estratégias metodológicas entre elas o uso da tecnologia, explorando, por exemplo, nas aulas desenvolvidas softwares matemáticos, conhecendo suas potencialidades, possibilidades e aprendendo a usá-los com confiança. Neste sentido, o computador é importante aliado do professor no processo educacional, sendo utilizado pelo aluno para a construção do conhecimento, ou seja, um recurso o qual o aluno possa: pensar, criar e manipular o conhecimento matemático de forma contextualizada, prazerosa, interativa e significativa como agente ativo no processo de ensino aprendizagem.

Quando o aluno coloca-se como sujeito ativo, investigando, explorando, orientado por um professor preparado para colocar-se na postura de mediador, a formalização e a concretização mental de conceitos tratam-se, simplesmente, de uma consequência do processo.

## **2. Metodologia:**

Através de uma metodologia de pesquisa qualitativa foram explorados dois grupos de alunos que responderam três sequências didáticas planejadas envolvendo conteúdos considerados importantes no ensino aprendizagem da Geometria Espacial. Mas vale ressaltar que um dos grupos teve acesso ao software GeoGebra e o outro grupo não teve acesso.

Inicialmente foi selecionado um grupo A, composto por alunos do 3º ano formação geral do turno matutino que participou de 04 oficinas realizadas uma vez por semana em turno oposto no laboratório de informática do Colégio Estadual Deputado Manoel Novaes com duração prevista em média de duas horas com o propósito da execução das atividades explorando o software de Geometria Dinâmica o Geogebra.

O outro grupo, nomeado de grupo B, foi composto por alunos que não participaram das oficinas que exploraram o software GeoGebra, mas que responderam no turno regular as mesmas atividades aplicadas para o grupo A. Para compor este grupo B foi selecionado, uma das turmas do 3º ano do Ensino Médio matutino, bastante assídua, comprometida, participativa e tinha a autora deste artigo como professora da disciplina matemática.. Mas vale ressaltar que esta turma foi a única que tiveram alunos que compuseram os dois grupos da pesquisa. O propósito de aplicar a pesquisa em dois grupos foi de fundamental importância para posterior análise dos dados das atividades desenvolvidas e entrevista por meio de questionário investigativo da utilização do software GeoGebra como instrumento capaz de auxiliar, facilitar e complementar o processo de ensino e aprendizagem da Geometria Espacial.

## **3. Detalhamento das Atividades**

A intervenção pedagógica pretendida foi de apresentar ao grupo A de alunos previamente selecionados um conteúdo da disciplina matemática, geometria espacial, de forma dinâmica e participativa através do recurso tecnológico explorando o software educativo, o GeoGebra, por meio de 04 oficinas, sendo que antes de cada manipulação do software os alunos distribuídos em duplas no laboratório de informática responderiam uma atividade escrita e convencional abordando o conteúdo a ser desenvolvido naquela respectiva oficina. Vale ressaltar que tais conteúdos já haviam sido vistos pelos alunos no turno matutino não utilizando os recursos tecnológicos, ou seja, pelas formas convencionais. Sendo assim as mesmas atividades propostas foram respondidas também pelo grupo B composto de alunos que não tiveram contato com o software e a partir daí foi possível fazer posteriormente a interpretação e análise dos resultados obtidos.

### **Relato da Oficina 1**

A primeira oficina foi realizada no laboratório de informática do Colégio Estadual do Deputado Manoel Novaes teve a participação de 22 alunos do 3º ano do Ensino Médio Formação Geral, compondo o grupo A. Neste primeiro contato o objetivo foi que o aluno se familiarizasse com alguns comandos principais do software GeoGebra e todas as atividades foram realizadas com sucesso, respeitando o tempo de cada aluno.

A aplicação da sequência foi realizada em duplas, por preferência dos próprios alunos. Apenas dois alunos realizaram individualmente Afim de não intimidar os alunos, resolveu-se nomear as duplas de dupla A, B, C, etc.

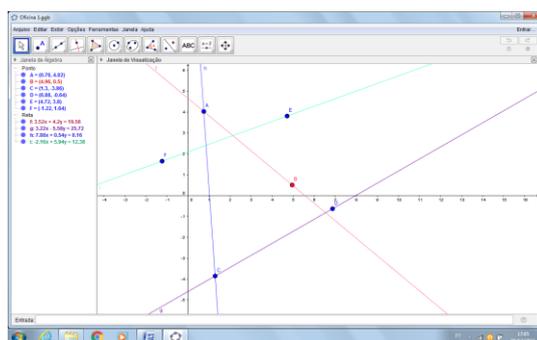
Foi entregue um roteiro escrito de orientação, para a execução das atividades e paralelamente iniciou-se uma exibição em slides, cujo objetivo foi descrever sobre quem foi o criador do GeoGebra, e uma descrição breve das possibilidades que o software pode proporcionar.

Na Atividade 1, foi solicitado que os alunos clicassem no ícone do GeoGebra localizado na área de trabalho do computador e observassem a tela de visualização do GeoGebra 2D que é exibida e a seguir experimentassem passar o cursor do mouse sobre as doze ferramentas disponíveis, observando as possibilidades ofertadas no software.

Na Atividade 2 foi solicitado a construção de pontos e eles mesmos foram capazes de mencionar qual ferramenta seria utilizada, com a orientação e roteiro indicando os passos a serem seguidos e os pontos surgiram na tela.

Como a Atividade 3 visava a construção de retas, paralelamente foi possível questioná-los quanto alguns Postulados da Geometria de Posição, abordado anteriormente nas aulas desenvolvidas no turno matutino. Como por exemplo: Uma reta possui finitos ou infinitos pontos? Mas quantos pontos no mínimo são necessários para determinar uma reta? Tais questionamentos possibilitaram ao aluno uma reflexão de quais das ferramentas deveriam ser explorada neste momento. Desta forma ficava mais claro o porquê da sequência dos comandos necessários para a concretização da atividade com êxito.

Além da construção das retas utilizando os pontos da atividade anterior foi possível explorar a ferramenta de escolha da cor desejada para cada uma das retas construídas. Para ilustrar as atividades propostas na oficina 1, na figura 2.1, temos a atividade realizada pela dupla que nomeamos Dupla A. Concluído a atividade 2 e 3 foi solicitado que abrissem uma pasta e salvassem o arquivo.



**Figura 3.1:** Oficina1, Atividades 2 e 3, fonte dupla A

Para a execução da Atividade 4, item a, foi possível conhecer a ferramenta polígono na construção de triângulo qualquer e posteriormente no item b um polígono regular além de conhecer a ferramenta comprimento fornecendo as medidas dos lados dos polígonos construídos.

Na Atividade 4 (b) foi solicitada a construção de um polígono regular. O comando a ser explorado da barra de ferramenta foi polígono regular e posteriormente a ferramenta comprimento do software e puderam comprovar que todos os lados do polígono construído têm a mesma medida e visualizaram na tela do computador que se tratava de fato de um polígono regular. Tornando-se possível a comprovação e visualização de conceitos já vistos anteriormente.

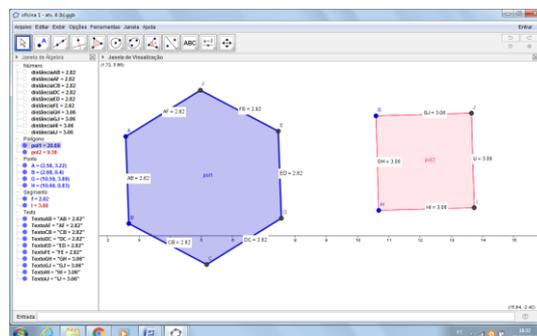
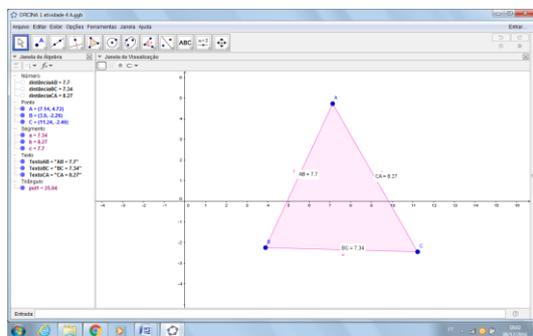


Figura 3.2: Oficina1: Atividade 4(a), fonte dupla B

Figura 3.3: Oficina1: Atividade 4(b), fonte dupla C

Na Atividade 5 tiveram acesso a janela de visualização 3D do GeoGebra e esta atividade consistia em confeccionar o tetraedro regular.

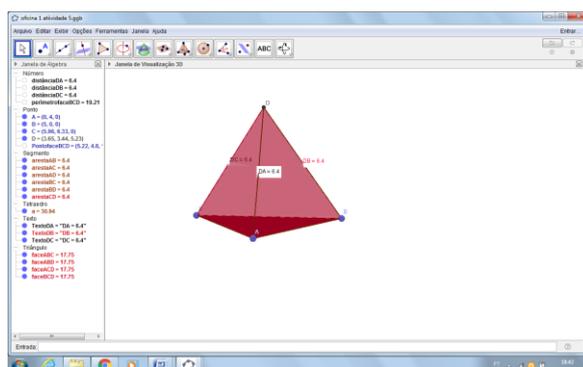


Figura 3.4: Oficina1: Atividade 5, fonte dupla D

Após construírem o tetraedro regular puderam escolher a cor desejada. Mais adiante foi experimentado a ferramenta mover onde puderam visualizar a imagem em diversos movimentos. Explorou o recurso zoom, aumentar e diminuir e após testar tais ferramentas puderam verificar com a ferramenta comprimento que todas as arestas do tetraedro regular possuem a mesma medida.

## Relato da Oficina 2

Iniciamos com uma atividade escrita a ser respondida pela dupla com o objetivo de avaliar os conteúdos relacionados com o que foi estudado no primeiro semestre nas aulas regulares no turno matutino sem acesso a recursos tecnológicos. Esta oficina tem como propósito a construção dos poliedros regulares utilizando o software GeoGebra.

A Atividade 01 da oficina 02 procurou sondar o conhecimento adquirido pelos alunos quanto ao número e a forma da face de um poliedro regular. A oportunidade foi aproveitada para levantar alguns questionamentos como, por exemplo:

O que é um poliedro? Quais são os poliedros regulares?

Mas nem todos os alunos responderam satisfatoriamente e alguns nem se arriscaram a dar uma resposta. Acredito que como este tópico foi tratado a quatro meses atrás nas aulas do turno regular no matutino muitos não fixaram devidamente os conceitos.

Após todos terem concluído a atividade escrita foi recolhida para posterior análise de dados. A seguir foi orientado aos alunos a construírem o icosaedro, os primeiros passos não tiveram dificuldade visto que já havíamos feito em etapa anterior na oficina 01. Foram capazes de abrir a janela de visualização 3D, a seguir inserir dois pontos nos eixos da janela 3D, sendo um ponto na origem (0,0) e outro ponto em (2,0), determinando assim o comprimento da aresta de 2 unidades. Pela primeira vez foi utilizado o recurso Campo de Entrada na exibição da tela do GeoGebra e foi mostrado como utilizar o comando para construção do icosaedro. Foram necessárias algumas tentativas visto que alguns digitaram com erro no campo de entrada [A,B].

Após visualizarem na tela o icosaedro foram explorados o comando cor, limpeza da imagem, exibir rótulos, planificação do poliedro e depois animar a imagem construída.

Algumas duplas que estavam mais rápidas avançavam com o uso do roteiro e manipularam a imagem utilizando a ferramenta mover com muita facilidade e experimentavam o que acontecia diante da movimentação da imagem na tela, evidenciando o grande apelo visual do software.

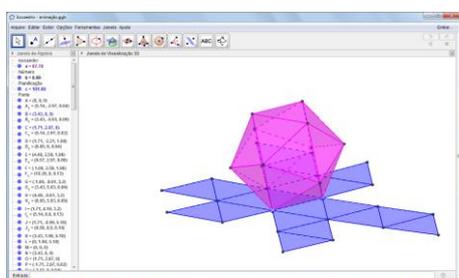


Figura 3.5: Oficina 2: Icosaedro e sua Planificação

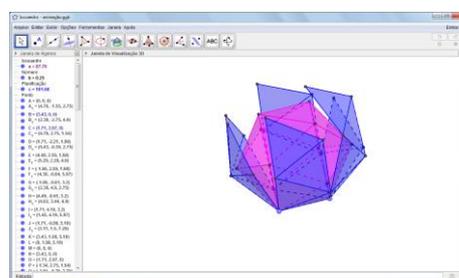


Figura 3.6: Oficina 2: Icosaedro com animação

A seguir foi solicitado que assim que cada dupla concluísse a atividade proposta, fizessem a construção do dodecaedro o que permitiu rever todas as etapas da oficina, mas de maneira autônoma, facilitando a compreensão de fato.

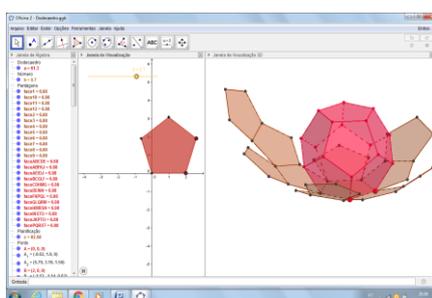


Figura 3.7: Oficina 2, Dodecaedro com animação, fonte dupla E

No final da oficina foi solicitado aos alunos que dispusessem em suas residências de um computador que instalassem o GeoGebra e construísem os demais poliedros regulares com o intuito de fixar os comandos explorados.

### Relato da Oficina 3

Iniciou-se com uma atividade escrita que consiste em investigar o conhecimento dos alunos sobre os conteúdos relacionados com a proposta da oficina de construção de prisma quadrangular regular e cálculo de área da superfície total utilizando o software GeoGebra.

Alguns conceitos pertinentes foram lembrados e alguns questionamentos foram feitos: O que é um prisma? O que é um prisma quadrangular regular? Quando o prisma é oblíquo?

Alguns alunos responderam que um prisma era um poliedro com duas bases. Mas foi necessário que refletissem sobre a face lateral e logo completaram que se tratava de um retângulo ou quadrado nas faces. Quanto ao prisma quadrangular regular muitos responderam que se tratava do cubo, mas com a mediação concluíram que apenas a base necessariamente era um quadrado. Os prismas oblíquos muitos identificaram simplesmente com a linguagem popular respondendo que era o prisma torto. Tais questionamentos contribuíram para retomar a temática da atividade escrita.

Houve alunos que queriam manipular o software e alertei que neste momento não seria necessário e que respondessem o que realmente se lembravam, pois esta atividade era apenas uma atividade investigativa. Foi entregue o roteiro da oficina 3 que solicitava a construção do prisma reto de base quadrada. Foi possível explorar o recurso malha na janela de visualização 2D utilizado para a construção do quadrado permitindo a construção do prisma reto de base quadrada na janela 3D.

Como a proposta era a abordagem da área da superfície total do prisma foi solicitado fazer a planificação do prisma, identificar a base superior de uma cor e uma face lateral de outra cor, assim paralelamente observando a janela algébrica realizaram o comando calculando área da base ( $a_1$ ) e área da face lateral ( $a_2$ ) no GeoGebra e posteriormente área total, cujo resultado foi possível visualizar na parte superior da janela algébrica com o símbolo  $AT= 40$ . Neste momento foi possível verificar que o comando que era digitado no campo de entrada corresponde às operações matemáticas realizadas no cálculo escrito e pôde tomar conhecimento da tecla \* (asterisco) como indicativo de multiplicação, o que para muitos foi novidade. Novamente os alunos refletiram sobre os resultados obtidos no GeoGebra com o cálculo obtido anteriormente na atividade escrita no item 2 b, e avaliaram os acertos ou erros na atividade.

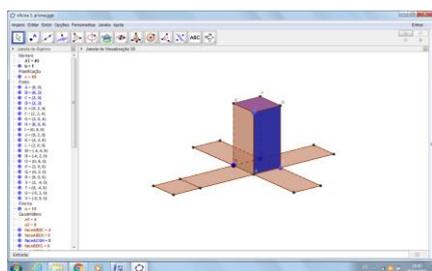


Figura 3.8: Oficina 3: Prisma quadrangular

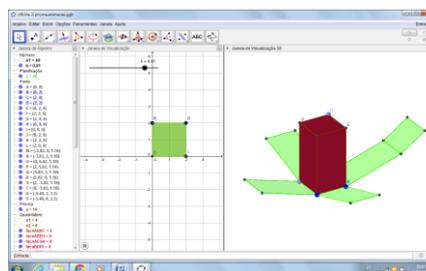


Figura 3.9: Oficina 3: Prisma com animação

Finalizado o cálculo da área, a seguir exploraram o recurso mover, planificação, cor e aplicação dos efeitos de animação na imagem.

#### Relato da Oficina 4

Iniciou-se com a atividade escrita investigativa que consistia em avaliar os conteúdos relacionados com a proposta de analisar a relação entre o volume de uma pirâmide e um prisma de mesma base e altura utilizando o software GeoGebra.

Foi entregue a atividade escrita que deveria ser respondida pela dupla e foi questionado qual o conceito de volume de um prisma. Alguns ficaram em silêncio outros responderam que era área da base vezes a altura. Como responderam com a fórmula de volume indagou-se o que significava isto no cotidiano. Surgiram respostas como: capacidade de dentro, espaço interno, quanto comporta etc. Sempre buscando fazer a conexão com os conteúdos já vistos anteriormente.

Levaram em média 25 minutos para concluir a atividade escrita e então, foi entregue o roteiro da oficina 4 que consistia na construção de um cubo cuja aresta media 3 unidades. Tal atividade foi desenvolvida pelos alunos sem dificuldade, pois já haviam praticado anteriormente.

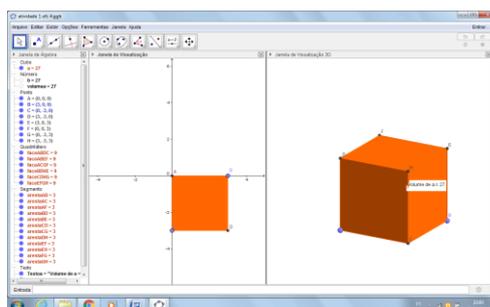
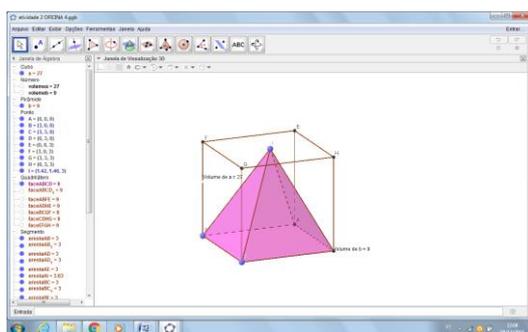


Figura 3.10: Oficina 4: Construção do cubo, fonte dupla H

Posteriormente avançamos na mesma imagem para a realização da próxima tarefa Inicialmente foi solicitado que se calculasse de forma escrita, utilizando o conceito de volume de prisma, o volume do cubo de 3 unidades de comprimento e a seguir utilizando a ferramenta volume no GeoGebra clicando na imagem puderam verificar que obtiveram um resultado igual ao resultado obtido no manual, ou seja, 27 u.v. Souberam justificar que apareceu 27 na tela do computador por conta de ser  $3 \times 3 \times 3 = 27$  que corresponde área da base vezes altura do cubo de 3 unidades de aresta.

Dando prosseguimento foi construído um ponto I na face superior do cubo e com a ferramenta pirâmide clicando nos vértices da base do cubo e levando até o ponto I formou-se uma pirâmide com mesma base e altura do cubo. Pela primeira vez foi explorado como ocultar as faces do cubo e destacando a pirâmide no seu interior. Puderam selecionar uma cor desejada para a pirâmide e a seguir utilizaram novamente a ferramenta volume, desta vez, clicando na imagem pirâmide apareceu o 9 u.v. Neste momento foi sugerido mover o ponto I, vértice da pirâmide, e o que possibilitou a verificação de que o volume da pirâmide permanecia o mesmo, não se alterava. Foi questionado porque o volume não se alterava mesmo mudando o ponto I de lugar e alguns puderam mencionar que a base e a altura permaneciam a mesma. Comparando o resultado do volume da pirâmide e do cubo puderam confirmar também no GeoGebra que o volume da pirâmide é a terça parte do volume do prisma, que no

caso era o cubo. Outros mencionaram que a pirâmide é três vezes menor do que o do prisma.



**Figura 3.11:** Oficina 4: Volume da pirâmide x volume do prisma, fonte dupla I

Os trabalhos no laboratório de informática foram encerrados e foram informados que se iniciaria a proposta de pesquisa por meio de um questionário investigativo e resolução de uma atividade escrita após o término das oficinas realizadas no laboratório de informática, sendo possível ser realizado no turno regular das aulas e todos foram parabenizados pela colaboração no processo de execução da proposta de atividades.

Complementando a pesquisa de campo foi realizada uma entrevista por meio de um questionário investigativo, com todos os alunos que compõe o grupo A, que tiveram acesso ao software GeoGebra por meio das oficinas e todos os alunos que compõe o grupo B, que não tiveram acesso ao software. Esse questionário foi de suma importância para interpretação e análise de dados que será detalhada a seguir.

#### **4. Análise dos dados:**

A análise foi feita sob o acompanhamento da autora e pesquisadora deste trabalho de pesquisa a partir das atividades investigativas realizadas com os dois grupos de alunos que compuseram a amostra. Neste trabalho de pesquisa, vale ressaltar que ambos os grupos tiveram o conteúdo trabalhado na sala de aula convencional com o uso do quadro, livro didático e modelos concretos confeccionados em folha Collor plus e/ou suporte de balão, entretanto o grupo A teve um recurso tecnológico que foi a inserção do software GeoGebra por meio de quatro oficinas realizadas no laboratório de informática do Colégio Estadual Deputado Manoel Novaes, situado em Salvador/Bahia. Reafirmando que o software educativo GeoGebra pode ser utilizado como recurso facilitador no ensino aprendizagem da geometria espacial. Foi possível comprovar a afirmação citada nas tabelas que serão exibidas a seguir. Tais tabelas são referentes à correção das atividades escritas que foram respondidas pelos alunos do grupo A antes e depois do contato com o software GeoGebra e pelos alunos do grupo B que não tiveram acesso ao software. Segue abaixo a análise de algumas atividades desenvolvidas no trabalho de pesquisa, onde é perceptível a melhora no desempenho dos alunos do grupo A comparando o levantamento estatístico com o grupo B. Nesse trabalho nos limitaremos à expor a análise de dados obtidos das Atividades 2 e 3, com o intuito de priorizar as atividades que tratam de área e volume de prismas.

#### **Exposição dos dados referentes à Atividade 2**

Na Atividade 2, os alunos deveriam fazer o esboço de um prisma quadrangular regular obliquo e prisma reto quadrangular regular seguido da sua planificação.

Posteriormente determinar quantos  $\text{cm}^2$  de papelão são necessários na confecção de uma embalagem na forma do prisma esboçado supondo a aresta da base igual a 2 cm e aresta lateral 4cm.

Atividade 2 - Questão 1 da Oficina 3						
Desempenho dos alunos, referente ao esboço do prisma oblíquo	Grupo A				Grupo B	
	Antes das oficinas		Após as oficinas			
	Número de alunos	%	Número de alunos	%	Número de alunos	%
Acertou o esboço	6	27%	14	70%	15	53,5%
Não acertou o esboço	16	73%	6	30%	13	46,5%
Total	22	100%	20	100%	28	100%

Observe que, antes da Oficina 3, apenas 27% dos alunos do Grupo A acertaram o esboço do prisma oblíquo e após a aplicação da Oficina 3, esse número subiu para 70% comparando o desempenho dos alunos do Grupo A antes e após a realização da Oficina 3, tivemos uma grande melhora na quantidade de acertos referentes ao esboço do prisma oblíquo. Além disso, note que o Grupo B, já apresentava uma quantidade razoável de acertos e mesmo assim o grupo A, após frequentar a Oficina 3, superou consideravelmente esse índice

Atividade 2 - Questão 2 (a) da Oficina 3						
Desempenho dos alunos, referente ao esboço do prisma reto	Grupo A				Grupo B	
	Antes das oficinas		Após as oficinas			
	Número de alunos	%	Número de alunos	%	Número de alunos	%
Acertou o esboço	16	73%	16	80%	28	100%
Errou o esboço	4	18%	4	20%	0	0%
Não fez esboço	2	9%	0	0%	0	0%
Total	22	100%	20	100%	28	100%

O número de alunos do grupo A que acertou o esboço se manteve o mesmo após as oficinas, tendo apenas zerado o número de alunos que não fizeram o esboço.

Atividade 2 - Questão 2 (b) da Oficina 3						
Desempenho dos alunos, referente à planificação do prisma reto	Grupo A				Grupo B	
	Antes das oficinas		Após as oficinas			
	Número de alunos	%	Número de alunos	%	Número de alunos	%
Acertou a planificação	20	91%	18	90%	24	86%
Errou a planificação	0	0%	2	10%	0	0%
Não fez a planificação	2	9%	0	0%	4	14%
Total	22	100%	20	100%	28	100%

Veja que, por exemplo, antes da Oficina 3, tivemos já um resultado bastante favorável, pois 91% do Grupo A acertou a planificação do prisma reto, sendo que após a aplicação da Oficina 3, esse número caiu para 90%, atribuo este fato talvez a pressa do aluno em concluir a atividade proposta. Enquanto que no Grupo B, mesmo sem ninguém ter realizado a Oficina, 24 de 28 alunos acertou a planificação também com um resultado satisfatório, 86%. Vale ressaltar que no Grupo B teve 4 de 28 alunos que não fizeram a planificação. Percebe-se que o percentual de acertos de ambos os grupos foi bastante positivo.

Atividade 2 - Questão 2 (b) da Oficina 3						
Desempenho dos alunos, referente ao cálculo da área total do prisma	Grupo A				Grupo B	
	Antes das oficinas		Após as oficinas			
	Número de alunos	%	Número de alunos	%	Número de alunos	%
Acertou área total	2	9%	18	90%	18	64%
Errou a área total	20	91%	2	10%	8	29%
Não respondeu	0	0%	0	0%	2	7%
Total	22	100%	20	100%	28	100%

Antes da Oficina 3, apenas 9% dos alunos do Grupo A acertaram o resultado da área total do prisma e após a aplicação da Oficina 3, esse número subiu consideravelmente para 90% e todos os alunos fizeram o cálculo da área. Comparando o desempenho dos alunos do Grupo A antes e após a realização da Oficina 3, tivemos uma grande melhora no cálculo da área total de um prisma. Além disso, note que o Grupo B, já apresentava um resultado satisfatório de acerto e mesmo assim o grupo A, após frequentar a Oficina 3, superou esse índice.

Note que comparando o desempenho dos alunos antes e após a realização das oficinas, tivemos uma melhora significativa na quantidade de acertos das questões aplicadas, o que nos leva a concluir que o uso do software GeoGebra contribuiu muito para o aprendizado do conteúdo abordado.

### Exposição dos dados referentes à Atividade 3

Na Atividade 3, os alunos deviam responder questões relativas ao volume de um prisma de base quadrada com aresta da base medindo 2cm e altura 4cm. Posteriormente fazer o esboço de uma pirâmide com a mesma base e altura do prisma anterior e a seguir determinar quantos  $\text{cm}^3$  de areia pode comportar na pirâmide e mediante a análise dos resultados do volume da pirâmide e o volume do prisma de mesma base e altura justificando a conclusão observada.

Atividade 3 - Questão 1 da Oficina 4						
Desempenho dos alunos, referente ao Cálculo do volume do prisma	Grupo A				Grupo B	
	Antes das oficinas		Após as oficinas			
	Número de alunos	%	Número de alunos	%	Número de alunos	%
Acertou o volume	14	70%	18	90%	23	82%
Errou o volume	6	30%	2	10%	5	18%
Total	22	100%	20	100%	28	100%

Observe que, por exemplo, antes da Oficina 4, 70% dos alunos do Grupo A acertaram o cálculo do volume do prisma e após a aplicação da Oficina 4, esse número subiu satisfatoriamente para 90%. Comparando o desempenho dos alunos do Grupo A antes e após a realização da Oficina 3, tivemos uma melhora no desempenho dos alunos referentes ao cálculo do volume. Além disso, note que o Grupo B, já apresentava um resultado favorável de acertos e mesmo assim o grupo A, após frequentar a Oficina 4, superou esse índice.

Pode-se verificar ainda que no Grupo A, antes da realização das oficinas, 2 alunos, o que corresponde a 10% da amostra acertou o cálculo da área da base, mas não concluiu corretamente o valor do volume do prisma. Este desempenho após as realizações das oficinas permaneceu inalterado. Em contrapartida, o grupo B, 3

alunos, o que corresponde a 7% da amostra fez corretamente o cálculo da área da base do prisma e errou o cálculo do volume do prisma.

Atividade 3 - Questão 2 (a) da Oficina 4						
Desempenho dos alunos, referente ao esboço da pirâmide	Grupo A				Grupo B	
	Antes das oficinas		Após as oficinas			
	Número de alunos	%	Número de alunos	%	Número de alunos	%
Acertou o esboço	15	75%	12	60%	10	36%
Errou o esboço	5	25%	6	30%	18	64%
Não fez o esboço	0	0%	2	10%	0	0%
Total	20	100%	20	100%	28	100%

Antes da Oficina 4, 75% dos alunos do Grupo A acertaram o esboço da pirâmide e após a aplicação da Oficina 4, esse número caiu para 60%. Enquanto que no Grupo B, que não realizou a Oficina, 10 de 28 alunos, o que corresponde a 36% acertou o esboço. Note então, que o desempenho do Grupo A foi melhor em relação ao Grupo B, mas antes da oficina 4 o índice foi superior a após a realização da Oficina 4. Aparentemente não houve melhora significativa dos alunos em relação ao esboço dos sólidos, isso leva a desconfiar que neste quesito deva-se melhorar com as oficinas, ao contrário do que acontece com os outros tipos de questões.

Atividade 3 - Questão 2 (b) da Oficina 4						
Desempenho dos alunos, referente ao cálculo do volume da pirâmide	Grupo A				Grupo B	
	Antes das oficinas		Após as oficinas			
	Número de alunos	%	Número de alunos	%	Número de alunos	%
Acertou o volume	8	40%	18	90%	21	75%
Errou o volume	12	60%	2	10%	6	21%
Não calculou o que foi pedido	0	0%	0	0%	1	4%
Total	20	100%	20	100%	28	100%

Novamente podemos observar a contribuição das oficinas no cálculo de volume, aumentando o total de acertos de 40% para 90%, superando em muito o resultado do grupo B.

Atividade 3 - Questão 2 (c) da Oficina 4						
Desempenho dos alunos, referente à conclusão sobre volume da pirâmide x volume do prisma	Grupo A				Grupo B	
	Antes das oficinas		Após as oficinas			
	Número de alunos	%	Número de alunos	%	Número de alunos	%
Concluiu corretamente	6	30%	16	80%	18	64%
Conclusão errada	12	60%	4	20%	10	36%
Não concluiu nada	2	10%	0	0%	0	0%
Total	20	100%	20	100%	28	100%

Observe que, por exemplo, antes da Oficina 4, apenas 30% dos alunos do Grupo A concluiu corretamente que volume de um prisma é a terça parte do volume de uma pirâmide e após a aplicação da Oficina 4, esse número subiu para 80%. Enquanto que no Grupo B, mesmo sem ninguém ter realizado a Oficina, 18 de 28 alunos, o que corresponde a 64% acertaram a conclusão. Em outras palavras, comparando o desempenho dos alunos do Grupo A antes e após a realização da Oficina 4, tivemos uma grande melhora no desempenho dos alunos referente à conclusão do volume do prisma x volume da pirâmide. Além disso, note que o Grupo

B, já apresentava um desempenho satisfatório e mesmo assim o grupo A, após frequentar a Oficina 4, superou esse índice.

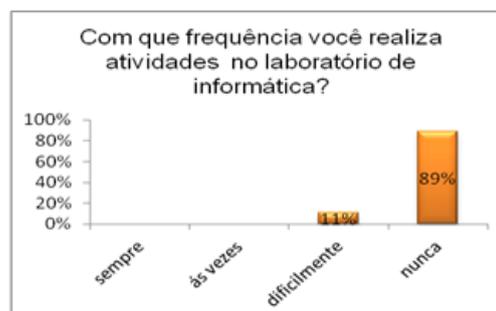
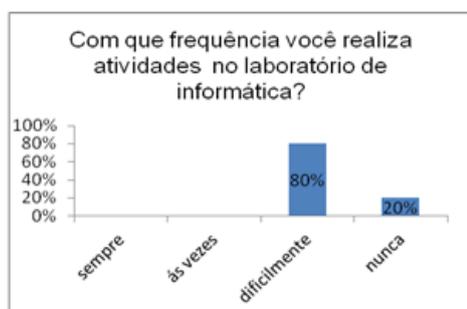
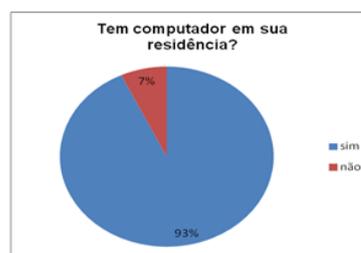
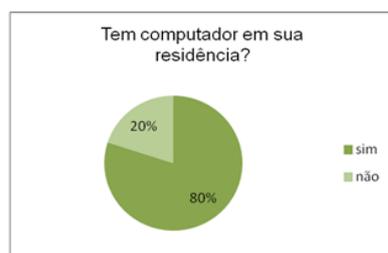
Note que com base nas atividades aplicadas podemos dizer que com o uso do software GeoGebra, os alunos além de apresentarem um maior interesse pelos conteúdos ministrados, sólidos geométricos, área total e volume, conseguiram melhorar o desempenho obtido nas questões propostas.

Além disso, como as atividades investigativas eram propostas antes e depois das oficinas, os alunos enquanto participavam das oficinas, já notavam se haviam ou não acertado a resposta das questões nas atividades e quando as mesmas eram novamente propostas após as oficinas, percebemos que o aluno realmente aprendeu o conteúdo abordado, pois de uma forma geral, todos os resultados foram melhorados.

A seguir está a representação gráfica das respostas dos alunos com relação a entrevista realizada por intermédio de um questionário investigativo. Foi possível mediante as perguntas comuns a ambos os grupos fazer um paralelo entre o grupo A que tiveram acesso ao software GeoGebra através das oficinas e o grupo B, constituído de alunos que não tiveram acesso ao software.

Grupo A – participou das oficinas

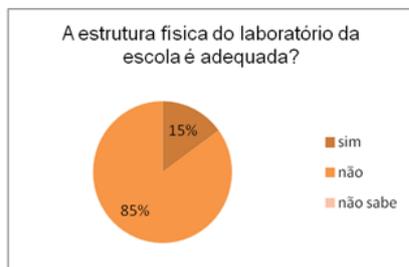
Grupo B – não participou das oficinas



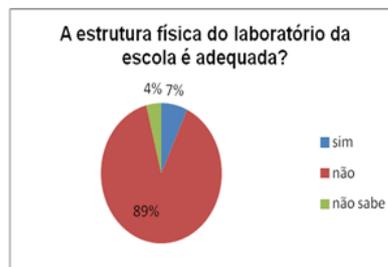
A análise desses resultados reafirma o quanto os alunos desta escola no seu contexto social estão conectados com o mundo tecnológico exigindo que as instituições de ensino no geral se adaptem a esse nosso cenário para que a informação as quais tenham acesso possa convergir em conhecimento.

Em plena era da informática, a escola não pode ignorar as profundas mudanças que as tecnologias de comunicação e informação introduziram na sociedade contemporânea e, principalmente trabalhar sem perceber que as mesmas criam novas maneiras para tornar aprendizagem significativa.

Grupo A – participou das oficinas



Grupo B – não participou das oficinas



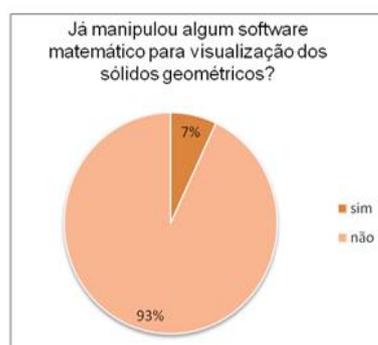
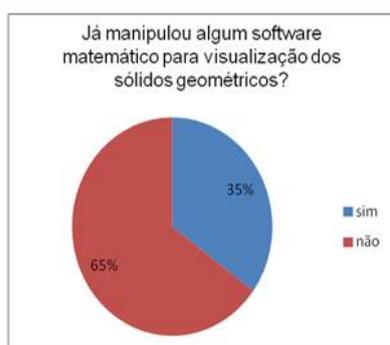
A entrevista confirma que a estrutura física das escolas de modo geral se encontram nas mesmas condições onde este trabalho foi realizado e foi confirmado pelos alunos que a estrutura tecnológica é insatisfatória.

Observe a seguir gráficos que representam a utilização do laboratório de informática pelos professores e a utilização de software matemático pelos estudantes

Grupo A – participou das oficinas



Grupo B – não participou das oficinas

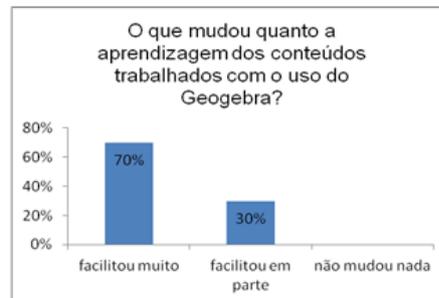
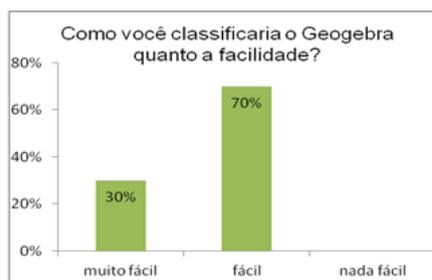
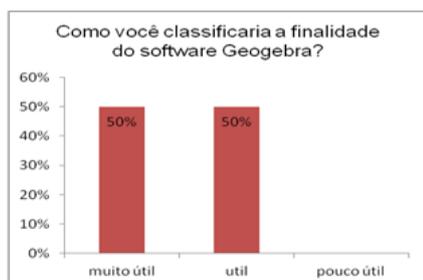


O gráfico acima constata localmente e acredito que isso acontece em um cenário mais abrangente que os professores não utilizam os recursos computacionais nas suas aulas. Não podemos negar que se faz necessário o professor buscar uma capacitação continuada para melhor aproveitamento dos recursos tecnológicos na sala de aula. Em contrapartida os órgãos educacionais devem garantir a estrutura física adequada e suporte técnico para os ambientes informatizados nas escolas públicas.

Diante deste cenário podemos observar que poucos alunos já haviam manipulado um software matemático como mostra o gráfico acima, mas percebe-se que no grupo A, o percentual foi maior em relação ao grupo B.

Os gráficos a seguir confirmam dados estatísticos em consonância com os relatos dos alunos do Grupo A durante a entrevista, principalmente no que se refere aos pontos positivos da experiência de conhecer e manipular o software Geogebra no ensino-aprendizagem da geometria espacial.

### Grupo A – participou das oficinas



Os dados estatísticos conclusivos nos gráficos acima reafirmam o que os alunos que compunham o grupo A responderam no questionário da pesquisa que solicitava ao aluno a relatar a experiência da utilização do software GeoGebra 5.0, e citar, se possível, pelo menos três aspectos positivos e três aspectos negativos a respeito do uso do software GeoGebra 5.0. Vejamos alguns relatos:

Aluno A:

O geogebra me ajudou a compreender melhor os poliedros e ter uma noção melhor de geometria, além de me facilitar para desenhar o geogebra na minha casa ou em qualquer lugar.

Aluno B:

Bom, nunca tive uma experiência como essa e foi muito legal aprender coisas bem legais e coisas que não sabia. Os aspectos positivos são as coisas novas que aprendi na geometria no computador facilitou a aprendizagem e é muito legal usar o geogebra. Aspectos negativos no meu ponto de vista não tem nenhum pois ainda não tive aula no geogebra.

Aluno C:

Eu já tive uma experiência com a geometria, porém esta foi muito legal, lição explicativa, aprendi muitos conceitos e fiz muitas atividades de casa que a geometria foi muito legal.  
Aprendi como manipular o programa, aprendi de uma maneira muito fácil e explicativa a planificação, fazer a soma das bases e não encontrou nenhum aspecto negativo.

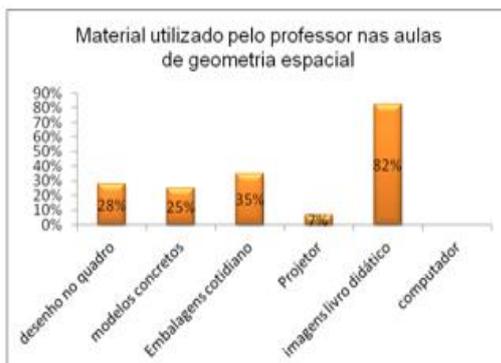
Aluno D:

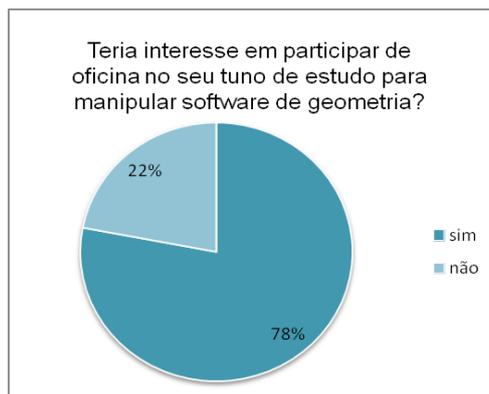
A experiência realizada com o GeoGebra foi muito interessante pois me permitiu trabalhar de uma outra forma, me ajudando a explorar essa nova tecnologia.  
A compreensão do assunto ficou mais clara para mim.

As atividades desenvolvidas nas oficinas reforçam o pensamento das autoras Gravina e Santarosa (1998) que defendem que o suporte oferecido pelos ambientes informatizados favorece a exploração, a elaboração de conjecturas e o refinamento destas e a gradativa construção de uma teoria matemática formalizada. Outra vantagem mencionada é que mesmo quando existe a possibilidade de ações sobre objetos físicos, a transposição destes objetos para ambientes informatizados também apresenta a possibilidade de realizar grande variedade de experimentos em pouco tempo, diferentemente da manipulação concreta.

O grupo B que não teve acesso ao software GeoGebra também respondeu o questionário de entrevista, acerca dos recursos pedagógicos utilizados pelo professor de matemática durante suas aulas no ensino aprendizagem da geometria espacial.

Segue a representação gráfica da pesquisa e relato dos alunos do grupo B.





A análise dos dados estatísticos expostos acima de certa maneira surpreendeu pelo fato de apesar do grupo B não ter tido acesso ao software GeoGebra, ou seja, ao recurso tecnológico não se traduziu negativamente na metodologia utilizada pela autora e pesquisadora deste trabalho que também atuou como professor de matemática nas aulas convencionais de ambos grupos de alunos no processo de ensino aprendizagem da geometria espacial. Devido ao relato dos alunos, pode-se dizer que este fato ocorreu pela utilização de modelos concretos confeccionados em folha collar plus, suporte de balão e explorar imagens do livro didático adotado na escola durante as aulas de matemática. Entretanto a maioria da amostra do grupo B, 78% dos alunos demonstraram interesse em manipular um software de geometria.

Tal conclusão pode ser tirada através dos relatos dos alunos no item 11 do questionário aplicado onde foi solicitado que relatassem a experiência com o material utilizado para estudo de geometria espacial. No item 12 foi solicitado se possível citar três aspectos positivos e três aspectos negativos a respeito do material utilizado nas aulas de geometria espacial. Vejamos alguns relatos dos alunos do grupo B:

Aluno A:

11. Relate a experiência com o material utilizado para estudo dos sólidos geométricos.

A virtualização de material facilitou a aprendizagem, pois deu uma noção de como as figuras são, viços para visualizar e montar. A virtualização do material também ajudou na dedução das fórmulas para o cálculo de suas volumes e áreas.

12. Se possível cite pelo menos três aspectos positivos e três aspectos negativos a respeito do material utilizado nas aulas de geometria espacial.

O material foi criado pelos próprios alunos e usado em sala, facilitou a compreensão do assunto e está em boas condições. Seria interessante o contato com outras formas didáticas, como o uso de recursos tecnológicos (tablets).

Aluno B:

11. Relate a experiência com o material utilizado para estudo dos sólidos geométricos.

Foi melhor para compreender e visualizar o que a professora estava querendo nos passar

12. Se possível cite pelo menos três aspectos positivos e três aspectos negativos a respeito do material utilizado nas aulas de geometria espacial.

~~(Não lembro)~~ positivos: ajudar a compreender, visualizar e a estudar

negativos: Não pediamos ver o interpretava pequeno e o material utilizado não favoreceu

## 5. Considerações finais:

Através deste trabalho de pesquisa foi possível proporcionar ao aluno do Colégio Estadual Deputado Manoel Novaes, uma inclusão ao mundo tecnológico utilizando como interface pedagógica, o computador, aliado ao software educacional o GeoGebra versão 5.0 que foi explorado como recurso pedagógico capaz de auxiliar, facilitar e complementar o processo de ensino aprendizagem da Geometria Espacial, conteúdo matemático previsto no planejamento curricular do ensino médio.

Foi perceptível a melhora no desempenho dos alunos do grupo A que tiveram acesso ao software em relação ao grupo B que não teve acesso ao ambiente informatizado, confirmando que uma abordagem diferenciada associada à utilização de tecnologia pode motivar os alunos e melhorar o interesse nas aulas de matemática. Entretanto, gostaria de salientar que apesar do grupo B não ter acesso ao software selecionado neste trabalho tiveram um resultado satisfatório nas atividades desenvolvidas, em parte, devido à professora titular que também é autora deste trabalho de pesquisa já utilizar nas suas aulas de geometria espacial modelos concretos confeccionados em folha color plus e/ou suporte de balão. Pois foi evidenciado mediante aos relatos dos alunos na entrevista por meio de um questionário investigativo.

A maioria dos alunos que participaram da pesquisa conforme a análise de dados fornecida no capítulo anterior possui computador na sua residência e considera importante a utilização da tecnologia durante as aulas, reafirmando o quanto no seu contexto social está conectado com o mundo tecnológico exigindo que as instituições de ensino se adaptem a esse nosso cenário para que a informação as quais tenham acesso possa convergir em conhecimento.

Entretanto a escola que serviu de cenário para esta investigação não tem compartilhado desta interface visto que muitos relataram que consideram que a estrutura física do laboratório de informática precisa ser melhorada e outros nem conheciam ou sabiam da existência do laboratório de informática. Confirmando que o professor de matemática não utiliza o ambiente informatizado em suas aulas e conseqüentemente a maioria dos alunos nunca tinha utilizado um software educativo.

Em contrapartida o grupo que teve acesso ao software GeoGebra 5.0 ficou bastante motivado ao participar das oficinas desenvolvidas considerando que os recursos tecnológicos facilitaram o aprendizado da geometria de uma outra forma, tornando mais visível os sólidos geométricos estudados de maneira estática ou em movimento de diversas vistas, possibilitando assim a compreensão do assunto de maneira mais clara com uma aula diferente e favorecendo o ensino aprendizagem do conteúdo proposto de um jeito divertido, prático e mais prazeroso.

Diante deste cenário a escola não pode ficar de fora deste processo de inserção da tecnologia no ambiente da sala de aula e esta pesquisa de campo pode mostrar na prática a acessibilidade do aluno às diversas interfaces da informática, propiciando diferentes maneiras para uma educação matemática que vai além do domínio do conteúdo específico e que valoriza os processos pedagógicos relativos à assimilação e/ou apropriação do saber matemático.

Através da atividade desenvolvida no laboratório de informática que explorou o computador aliado ao software GeoGebra 5.0 como interface pedagógica no processo de ensino aprendizagem da Matemática tendo como enfoque a abordagem do conteúdo matemático, Geometria Espacial, previsto no planejamento curricular do Ensino Médio foi possível comprovar a viabilidade das tecnologias informacionais por meio do software selecionado bem como o interesse dos alunos na resolução de problemas matemáticos como autores do processo de aprendizagem reafirmando as ideias defendidas por Levy (1993) no que se refere ao conhecimento como uma produção gradativa de um coletivo pensante. Não podemos negar o potencial dos ambientes informatizados frente aos obstáculos inerentes ao processo de aprendizagem, em especial, da Matemática, propiciando ao aluno em contato com a tecnologia no ambiente educacional tornar-se agente ativo na consolidação das ideias matemáticas, pois através da sequência didática aplicada foi possível criar um ambiente favorável dentro de uma perspectiva construtivista, tendo como princípio básico que o conhecimento se constrói a partir das percepções e ações do sujeito. Através da sequência didática desenvolvida nas oficinas os alunos puderam: experimentar, interpretar, visualizar, analisar, fazer simulações, induzir, conjecturar, abstrair e generalizar os conceitos matemáticos importantes comprovando o que é proposto por Gravina e Santarosa (1998) a luz da teoria de J. Piaget e afirmando a ideia defendida por Borba (2010) apoiado a Tikhomirov (1981) de que os computadores afetam a cognição humana provocando a reorganização do pensamento da atividade humana.

Mas para incorporar a TIC na educação é preciso ousar, vencer desafios, articular saberes, por isto é de fundamental importância a formação dos professores para melhor utilização dos ambientes informatizados, tornando-se apto para assumir o papel de facilitador da construção do conhecimento e não meramente transmissor de informação.

Entretanto a pesquisa revelou que a maioria dos professores desta escola não utiliza um software nas suas aulas de matemática, mas é sabido que apesar da maioria dos professores envolvidos estar conectado ao mundo atual dos avanços tecnológicos, eles não detêm o domínio da utilização desses recursos como interface pedagógica na sala de aula admitindo que a instituição de ensino superior que se graduaram não contribuiu para a sua formação no que se refere ao uso das tecnologias, confirmando o que disse D'Ambrósio (1996) que tal dificuldade está relacionada principalmente com as deficiências da formação inicial do professor e agravada pela falta de formação continuada. Em contrapartida aqueles que possuem o domínio do uso de softwares educacionais não o torna acessível ao aluno devido

muitas vezes a falta de infraestrutura nas instituições de ensino de propiciar um ambiente informatizado mais acessível aos alunos e professores para poderem usufruir do potencial dos mesmos.

Esta pesquisa possibilitou comprovar que é viável o uso da tecnologia informática no cotidiano do ambiente educacional, em especial nas aulas de matemática por meio de uma abordagem diferenciada explorando o software selecionado, GeoGebra versão 5.0, favorecendo o processo de ensino aprendizagem dos conteúdos matemáticos, tornando as aulas mais motivadoras e o aprendizado significativo para o aluno.

## **6. Referências:**

Borba, M. C. Tecnologias Informáticas na Educação Matemática e Reorganização do Pensamento. In: Bicudo, Maria A. V. (org). Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas. São Paulo: Unesp, 1997.

Borba, M. C.; Penteado, M. G. Informática e Educação Matemática - coleção tendências em Educação Matemática - Autêntica, Belo Horizonte, 2010.

D'Ambrósio, U. Da realidade à ação: reflexões sobre a educação (e) Matemática. 2 ed. São Paulo: Summus, 1996.

Gravina, M. A. Geometria Dinâmica: Uma Nova Abordagem para o Aprendizado da Geometria. In : Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 7, Belo Horizonte: Anais. Belo Horizonte: SBC, pp. 1-13, 1996.

Granvina, M. A.; Santarosa, L. M.. A aprendizagem da Matemática em Ambientes Informatizados, IV Congresso RIBIE, Brasília, 1988.

Levy, P. As Tecnologias da Inteligência - O Futuro do pensamento na era da Informática, Trad. de Carlos Irineu da Costa. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

Tikhomirov, O. K. The psychological consequences of computerization. In: WERTSCH, J. V. (Org.). The concept of activity in soviet psychology. New York: M. E. Sharpe. Inc, 1981.

Valente, J. A. Diferentes usos do computador na educação. In: \_\_\_\_\_. Computadores e conhecimento: repensando a educação. Campinas: Gráfica Central da UNICAMP, p. 1-23, 1993a.

Valente, J. A. Por que o computador na educação?. In: \_\_\_\_\_. Computadores e conhecimento: repensando a educação. Campinas: Gráfica Central da Unicamp, p. 24-44, 1993b.

Valente, J. A. Formação de educadores para o uso da informática na escola. Campinas: Unicamp, 2003.