



## **REALIDADE AUMENTADA COMO APOIO AO ESTUDO DE SÓLIDOS**

**Suzana da Hora Macedo** – shmacedo@iff.edu.br

Instituto Federal Fluminense

Rua Dr. Siqueira, 273

28035-000 – Campos dos Goytacazes - RJ

**Evanildo dos Santos Leite** – eleite@iff.edu.br

Instituto Federal Fluminense

Rua Dr. Siqueira, 273

28035-000 – Campos dos Goytacazes - RJ

***Resumo:** Apresenta-se neste trabalho a utilização de um ambiente desenvolvido em Realidade Aumentada (RA) como ferramenta no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos de sólidos. A visualização de um sólido de um grande número de faces é difícil por parte do aluno. Facilitando o processo de ensino e aprendizagem, a RA traz a vantagem de que um sólido pode ser visualizado em tempo real e em três dimensões, de forma rápida e barata. Este trabalho foi baseado na Teoria da Aprendizagem Significativa. A partir dos resultados obtidos, foram feitas análises e avaliações para a conclusão do trabalho.*

***Palavras-chave:** Realidade Aumentada, Ensino-aprendizagem, Sólidos*

### **1. INTRODUÇÃO**

Nesse trabalho, a Realidade Aumentada (RA) foi utilizada para ampliar o horizonte do aluno, possibilitando a visualização em três dimensões e interação com o sólido em estudo. Deste modo, o aluno consegue visualizar no mundo virtual objetos que não consegue visualizar no mundo real. Esse ambiente em RA atuou como Objeto de Aprendizagem. Segundo Kaufmann et al. (2005), a principal vantagem da RA é que os alunos realmente vêem os objetos tridimensionais os quais até agora tinham que calcular e construir com os métodos tradicionais – principalmente papel. Desse modo, os sólidos foram demonstrados no mundo virtual, interagindo com o mundo real.

Tendo a seu favor a versatilidade de aplicação e a sua adaptabilidade a diversas atividades, a informática pode promover a integração curricular, a quebra de barreiras entre as disciplinas e entre as diversas culturas, enriquecendo a formação dos alunos e contribuindo para elevar o nível cultural e tecnológico dos educandos.

Macedo e Leite (2010, p.1) afirmam sobre os computadores, que “a sua utilização na escola como recurso no processo de ensino-aprendizagem é de grande valia”. Segundo Lemos e Carvalho (2010, p.2), o software educativo “[...] pode ser a

interface entre os professores e os estudantes como uma ferramenta auxiliar para melhorar os processos de ensino e de aprendizagem de um conteúdo ou assunto educacional [...]”. Desta forma, a RA foi usada no processo de ensino e aprendizagem de sólidos na disciplina de Matemática.

Outras propostas de uso da RA foram desenvolvidas na educação no Brasil. Lemos e Carvalho (2010) desenvolveram uma proposta de utilização de um software implementado utilizando técnicas de RA como apoio no estudo da relação de Euler. Esse software atua como Objeto de Aprendizagem, no qual o aluno pode ter um melhor entendimento da relação de Euler através da visualização e manipulação de objetos. O software, chamado de SISEULER foi utilizado em uma experiência positiva com professores da educação básica que estão cursando mestrado profissional em Educação Matemática. A figura 1 mostra o objeto sendo manipulado pelo aluno utilizando o SISEULER. Lima et al. (2008) apresentaram o VSTAR GD (Viewer of Torus Surfaces of Descriptive Geometry Through Reality), no qual é possível escolher entre vinte diferentes opções de modos de visualização de superfícies tóricas, em que três são animadas. A figura 2 mostra a interface do VGSTAR GD.

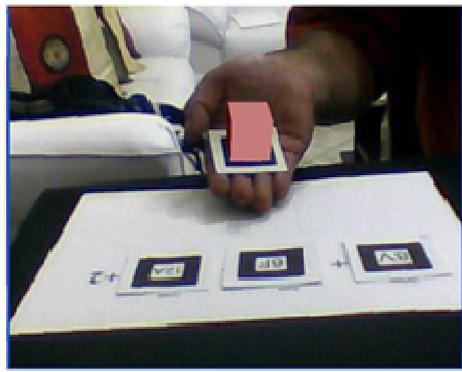


Figura 1 - Objeto sendo manipulado pelo aluno utilizando o SISEULER  
Fonte: Lemos e Carvalho (2010)



Figura 2 - Interface do VGSTAR GD desenvolvido pela UFRJ  
Fonte: Lima et al. (2008)

Este trabalho apresenta o uso da RA como ferramenta para visualização e interação do estudante no processo de ensino e aprendizagem de sólidos na disciplina de matemática. Sendo assim, a seção 2 apresenta uma breve explicação sobre o funcionamento da RA. Na seção 3, é apresentada a proposta de uso de RA no processo

de ensino e aprendizagem de sólidos. A seção 4 trata da proposta pedagógica utilizada para o desenvolvimento deste trabalho que é a Teoria da Aprendizagem Significativa. A seção 5 discorre sobre o que foi realizado em sala de aula. Na seção 6 são apresentados os resultados dos questionários respondidos pelos alunos e na seção 7 são discutidas algumas considerações sobre o trabalho realizado.

## 2. FUNCIONAMENTO DA REALIDADE AUMENTADA

Este trabalho utiliza a RA como ferramenta para visualização e interação no estudo de sólidos na disciplina de Matemática com o objetivo de se conseguir uma melhoria no processo de ensino-aprendizagem de sólidos. A RA foi utilizada para uma melhor demonstração dos sólidos.

A RA, a partir de filmar uma cena em tempo real, e, a partir de um marcador, traz para a tela do computador uma cena em um mundo virtual misturado com um mundo real, que é o mundo em RA. A formação do ambiente em RA é exemplificado na figura 3.

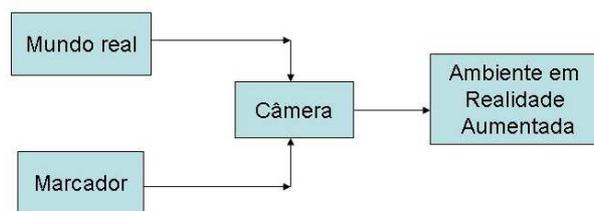


Figura 3 - Formação do mundo em Realidade Aumentada

Fonte: Macedo et al. (2010)

Para a criação do ambiente em RA foi utilizado o ARToolkit (Augmented Reality Toolkit), que é uma biblioteca, com código aberto e gratuita, apropriada para desenvolver aplicações de Realidade Aumentada (ZORZAL et al., 2008).

De acordo com Coelho e Bähr (2005), o ambiente em RA é formado a partir da mistura da filmagem de certo local com cenas de um mundo virtual. Estas cenas formadas devem dar a impressão de que objetos virtuais existam no mundo real.

A RA funciona da seguinte maneira:

- coloca-se um marcador em um objeto no ponto em que se deseja que ocorra a interação;
- esse marcador será visualizado pela câmera do microcomputador;
- se o mesmo for reconhecido, levará a uma biblioteca pré-estabelecida;
- aparecerá, então, na tela do computador, o objeto que contém o marcador, juntamente com o objeto que estará na biblioteca;
- os dois objetos serão fundidos em um mundo misto que fundirá o mundo real com o mundo virtual.

Este Objeto de Aprendizagem foi elaborado com o ARToolkit, que, segundo Rodrigues et al. (2010), é uma ferramenta que facilita o desenvolvimento de interfaces de RA e utiliza métodos de visão computacional para detectar tags na imagem capturada por uma câmera.

### 3. PROPOSTA DE USO DE REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO DE SÓLIDOS

A visualização de um sólido de um grande número de lados é difícil por parte do aluno. No ensino de sólidos, o professor pode montar tais sólidos em cartolina ou outro material qualquer promovendo a visualização do objeto real como auxílio ao processo de ensino e aprendizagem. Porém, a cada novo sólido, o professor tem que montar tudo outra vez. Trata-se de um trabalho exaustivo e, na prática impossível para o professor, montar todos os sólidos existentes. Facilitando o processo de ensino e aprendizagem, a RA traz a vantagem de que um sólido com qualquer número de lados pode ser visualizado em tempo real e em três dimensões, de forma rápida e barata. Para se criar um novo sólido, é necessário modificar apenas algumas linhas de programação.

Na figura 4 temos um exemplo de RA em que a usuária se encontra no mundo real com um sólido do mundo virtual em uma mesma tela. No início a imagem da usuária foi capturada pela câmera.

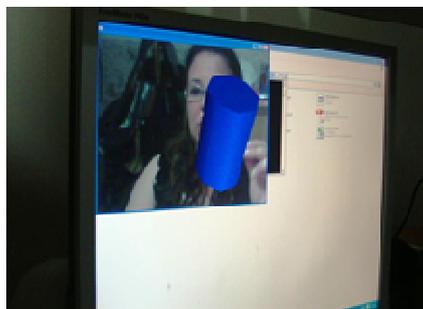


Figura 4 - A usuária e o sólido em ambiente de Realidade Aumentada

A seguir, a usuária apresentou à câmera a imagem do marcador. Um exemplo de marcador se encontra na figura 5. A câmera registrou a imagem do marcador e fez o link com o sólido que estava armazenado em uma biblioteca pré-estabelecida. A usuária e o sólido encontram-se agora em um ambiente de RA.

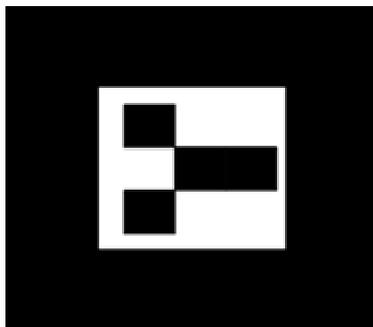


Figura 5 - Exemplo de marcador

A seguir, será demonstrado um exemplo prático e detalhado de como funciona a RA e como se dá a interação com o objeto.

Inicialmente a usuária segura um marcador em frente à câmera, o que pode ser visto na figura 6.



Figura 6 - A usuária segura um marcador em frente à câmera

Posteriormente, o marcador é colocado em frente à câmera como pode ser visto na figura 7.

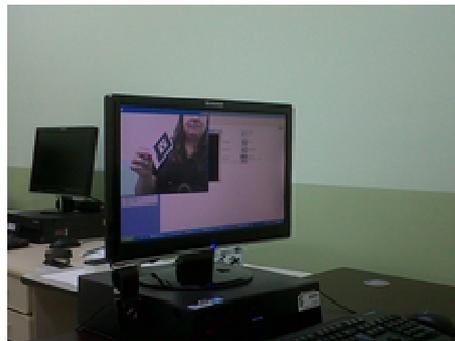


Figura 7 - Marcador sendo colocado em frente à câmera

Quando o marcador é capturado pela câmera, o mesmo fará o link com uma biblioteca pré-estabelecida. Nesse caso, aparecerá um cubo, como foi pré-determinado nesta mesma biblioteca. O cubo, que está no mundo virtual, foi misturado com a usuária que está no mundo real. Agora, ambos estão em um ambiente de RA, em que os dois podem ser vistos. Esse ambiente de RA, no qual estão o cubo e a usuária pode ser visto na figura 8.

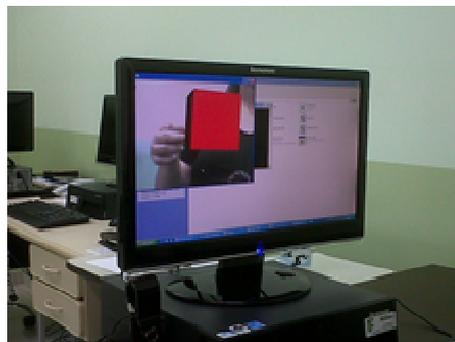


Figura 8 - Cubo e usuária em ambiente de Realidade Aumentada

Movimentando-se o marcador no mundo real, ocorre semelhante movimento no objeto que está no mundo virtual. Nota-se esta diferença entre as figuras 8 e 9, nas quais houve uma mudança na posição do cubo. Primeiramente o cubo está em uma vista de frente (figura 8) e, posteriormente, já são demonstradas as suas arestas, ocorrendo a interação do usuário com o objeto, como pode ser verificado na figura 9.



Figura 9 - Cubo em uma nova posição após interação com a usuária

Outro exemplo de interação será demonstrado a seguir, no qual outro marcador foi mostrado à câmera. Tal marcador fez o link com a biblioteca pré-estabelecida e foi mostrada então a figura de uma pirâmide, com o vértice superior em primeiro plano, como pode ser verificado na figura 10.

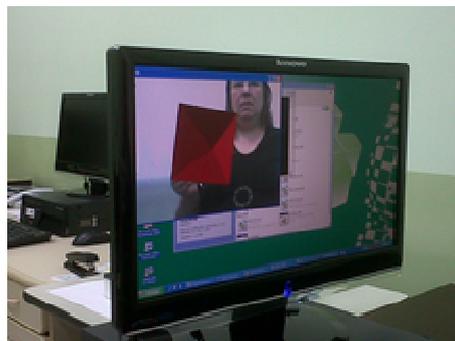


Figura 10 - Pirâmide com vértice superior em primeiro plano

Com um novo movimento do marcador no mundo real, a pirâmide mudará de posição no mundo virtual, como pode ser verificado na figura 11, em que pode ser vista uma aresta da pirâmide.

Neste trabalho, foi feita uma pesquisa com os alunos, na qual os sólidos foram misturados ao mundo real em ambiente de RA.

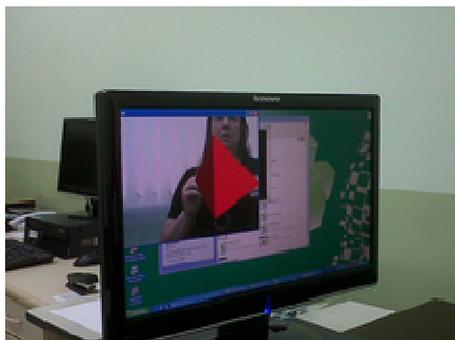


Figura 11 - Vista da aresta da pirâmide

#### 4. PROPOSTA PEDAGÓGICA

Este trabalho é baseado na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. De acordo com Moreira (2006, p. 13), a idéia mais importante da teoria de Ausubel pode ser resumida na seguinte proposição do próprio Ausubel (1980, p. viii) “[...] o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigue isso e ensine-o de acordo”.

Segundo Moreira (2006), Ausubel está se referindo à estrutura cognitiva do aprendiz. É preciso que o conteúdo seja aprendido de forma significativa.

Também, quando Ausubel (1980) se refere “àquilo que o aprendiz já sabe”, para que ocorra a aprendizagem de uma nova informação, o mesmo está se referindo a aspectos específicos da estrutura cognitiva.

De acordo com Moreira (2006), averiguar seria descobrir a estrutura pré-existente, os conceitos, que já existem na mente do indivíduo, sua organização e suas inter-relações; fazer um “mapeamento” da estrutura cognitiva, o que também é algo difícil de se realizar.

Na proposição de Ausubel, “ensine-o de acordo”, Moreira (2006) afirma que significa basear o ensino no que o aprendiz já sabe, e identificar isso também não é tarefa fácil.

Com esta proposta, pretende-se criar um ambiente lúdico de aprendizagem aliado à interação do aluno com o objeto a ser estudado. Com o uso da RA o aluno deverá se sentir mais motivado para aprender os conceitos dos sólidos. Nessa proposta o aluno também poderá visualizar e interagir com os sólidos em três dimensões. A motivação é um dos principais problemas dos professores. Um indivíduo tem necessidades que precisam ser satisfeitas; ao professor cabe fazer com que obtenha satisfação destas necessidades (MOULY, 1963). Portanto, o uso do computador na sala de aula de forma lúdica só irá tornar o processo ensino e aprendizagem mais atraente e, por conseguinte, a aprendizagem será mais eficiente, já que, segundo Mouly (1963), esta eficiência é proporcional à motivação do indivíduo. Outra grande vantagem da utilização da RA é que a mesma significa um investimento muito menor em termos de laboratórios. Com a RA, é possível, por exemplo, a construção de sólidos com elevado número de faces, como mostra a figura 12, o que é bem mais difícil no mundo real, reduzindo-se consideravelmente as dificuldades e custos.



Figura 12 - Sólido com elevado número de faces

## 5. UMA EXPERIÊNCIA EM SALA DE AULA

A intenção deste experimento foi criar um ambiente lúdico em sala de aula, em que o aluno pudesse interagir com o objeto de aprendizagem e também pudesse visualizar o mesmo, aumentando também a motivação do aluno com o objetivo de aprender. Também o aspecto da motivação foi levado em consideração. Com a RA o aluno teve a oportunidade de visualizar os sólidos de forma lúdica.

Na sala de aula os sólidos foram mostrados em telão com data show. Posteriormente, os alunos que quiseram manipular o objeto de aprendizagem puderam fazê-lo. Os alunos tiveram a oportunidade de mudar o número de faces dos sólidos, mudar o ângulo de visualização, interagindo com os mesmos.

Esta pesquisa objetivou, a partir de conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aluno, que o mesmo os utilizasse como subsunçores de forma a alicerçar os novos conceitos a serem apreendidos. Foram observados como subsunçores objetos comuns, tais como caixas de fósforo, bolas de gude, pirâmides, entre outros. Ao final da aula os aprendizes responderam a uma questão inédita, envolvendo conceitos de um objeto com um número de lados que ainda não havia sido visualizado, com o objetivo de verificação dos indícios da Aprendizagem Significativa.

Participaram deste experimento duas turmas que cursavam a disciplina de Eletrotécnica do Instituto Federal Fluminense, totalizando 22 alunos, com idades entre 18 e 45 anos, no dia 09 de julho de 2011. Dos alunos que participaram desse experimento, uma turma é do turno diurno, com um total de 13 alunos e a outra turma é turno noturno, com um total de 09 alunos. Ao final do experimento responderam a um questionário e também uma questão inédita para verificação dos indícios da ocorrência da Aprendizagem Significativa. Os principais resultados são descritos a seguir.

## 6. RESULTADO DOS QUESTIONÁRIOS

Os 22 alunos responderam, quando questionados, que conseguiram sim, visualizar os sólidos que foram apresentados em RA. Foram feitas perguntas em que os alunos puderam responder livremente. A seguir são destacadas as principais respostas.

(A) (20 anos - homem) “Achei bem útil e facilita bastante o aprendizado, pois torna algo de 2D para 3D.” ... “O conhecimento é muito mais absorvido quando podemos ver

o objeto.” ... “Achei a utilização deste método bem útil, pois torna o aprendizado muito mais prático e simplificado.”

(B) (33 anos – homem) “É bem mais fácil porque você visualiza melhor o desenho.” ... “Deveria ter mais vezes para melhorar o nosso aprendizado.”

(C) (38 anos – homem) “Olhando em 3 dimensões você acaba por ter a noção real do estudo” ... “Se torna fácil tanto para o aluno quanto para o professor a aprendizagem da matéria a ser dada” ... “Você interage com a aula”.

(D) (20 anos – homem) “Quando é utilizado o lúdico, o aprendizado é maior.”

(E) (19 anos – mulher) “Há muitos benefícios. É melhor para visualização e compreensão.”

(F) (45 - anos homem) “Poderia ser usado em todo o ensino. Isso facilitaria o entendimento de várias matérias, deixando ao mesmo tempo as aulas interessantes.

Quanto à pergunta inédita, 20 alunos conseguiram responder corretamente e os outros 2 responderam parcialmente, demonstrando os indícios da ocorrência da Aprendizagem Significativa.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Objeto de Aprendizagem em RA proposto visou apresentar aos alunos uma forma de interação e visualização em três dimensões dos sólidos. Com este experimento, e de acordo com o questionário respondido pelos alunos, pode se verificar que os alunos conseguiram visualizar os sólidos apresentados no experimento realizado em sala de aula. Segundo as perguntas em que puderam responder livremente, comentaram que acharam útil, prático de usar, que há benefícios. Com o estudo em RA há uma melhoria na compreensão dos sólidos. Pelo que foi demonstrado, os alunos conseguiram realmente ver os sólidos de maneira tridimensional e também puderam interagir com os mesmos.

A RA apresenta as seguintes vantagens, entre outras: i) permitiu aos alunos a visualização dos sólidos apresentados; ii) permitiu a interação do aluno com este sólido; iii) partir do momento em que o Objeto de Aprendizagem em RA foi elaborado, sua utilização é simples e prática; iv) simplicidade e economia do equipamento utilizado: o experimento foi realizado com apenas uma webcam e um laptop. Foi utilizado também um datashow com telão, apenas para enriquecer o experimento.

É possível, a partir da Teoria da Aprendizagem Significativa, ensinar conceitos de sólidos utilizando-se a RA como ferramenta. Conclui-se que com ambientes criados em RA, as contribuições para a educação serão de grande valia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARToolkit. Disponível em <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>. Acesso em 10/08/2011.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. Tradução de Eva Nick ET AL. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

COELHO, A. H; BÄHR, H. P. Visualização de Dados CAD e LIDAR por Meio de Realidade Aumentada, In: *XII Simpósio de Sensoriamento Remoto*, 16-21 de abril de 2005, INPE, PP 2925-2932. Disponível em:



<<http://mar.tecnico.ubi.pt/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.11.08.15/doc/2925.pdf>>. Acesso em 20 out 2010.

KAUFMANN, H; STEINBÜEGL, K; DÜNSER, A; GLÜCK, J. 2005. Feneral Training of spatial Abilities by Geometry Education in augmented Reality. In: *Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine: A Decade of VR*, vol. 3, pp. 65-76. Disponível em: <[http://www.ims.tuwien.ac.at/media/documents/publications/CT05\\_GeomEdu\\_SpatialAbilities.pdf](http://www.ims.tuwien.ac.at/media/documents/publications/CT05_GeomEdu_SpatialAbilities.pdf)>. Acesso em 20 out 2010.

LEMONS, B. M., CARVALHO, C. V., Uso da Realidade Aumentada para Apoio ao Entendimento da Relação de Euler. RENOTE. In: *Revista Novas Tecnologias na Educação*. V. 8, p. 1-10, 2010.

LIMA, A. J. R.; CUNHA, G. G.; HAGUENAUER, C. J.; LIMA R. G. R. Torus Surfaces of Descriptive Geometry in Augmented Reality. In *5º Workshop de Realidade Virtual e Aumentada*, 2008, UNESP.

MACEDO, S. H.; LIMA, J. V.; AZEVEDO, F. C. “Uso da Realidade Aumentada no Ensino de Sólidos”, *Congresso Iberoamericano de Informática na Educação (IE 2010)*. Santiago: Universidad de Chile, p. 179-183, 2010.

MACEDO, S. H.; LEITE, E. S. “Estudo Sobre o Software Electronics Workbench como Ferramenta de Ensino-aprendizagem de Eletrônica Digital”. In: *21º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. SBIE 2010.

MOREIRA, M. A. *A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua Implementação em Sala de Aula*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

MOULY, Jorge. 1963. *Psicologia Educacional*, 1ª ed. São Paulo. Livraria Pioneira Editora.

RODRIGUES, R. L.; SOARES, M. SOUZA, G. G.; LACERDA, A.; SOUZA, C.; GOMES, A. S.; ALVES, C. Realidade Aumentada para o Ensino de Geometria Espacial. In: *21º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. SBIE 2010.

ZORZAL, E. R.; OLIVEIRA, M. R. F.; SILVA, L. F.; CARDOSO, A.; KIRNER, C.; LAMOUNIER Júnior, E. Aplicação de Jogos Educacionais com Realidade Aumentada. RENOTE. In: *Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 6, p. 29, 2008.

## AUGMENTED REALIDTY AS A SUPPORT TO THE STUDY OF SOLIDS

**Abstract:** *This work presents the use of an environment developed in Augmented Reality (AR) as a tool in the teaching and learning of the concepts of solids. The visualization of a solid with a large number of faces is difficult for the student. Facilitating the process of teaching and learning, the RA has the advantage that a solid can be viewed in real time and in three dimensions quickly and not expensive. This work is based on the*



*Theory of Meaningful Learning. From the results, analyzes and evaluations were made to complete the work.*

***Key-words:*** *Augmented Reality, Teaching-learning, solids.*