

As Dimensões de Papert e a Geometria Espacial: um estudo em laboratório de informática.

Sergio da Costa Nunes¹

GD04 – Educação Matemática no Ensino Superior

Resumo: Este artigo mostra a existência de aporte pedagógico fornecido pelas cinco dimensões (pragmática, sintônica, sintática, semântica e social) que suportam o Construcionismo de Papert a Recursos Educacionais Digitais – REDs, através da visualização e interação com Realidade Aumentada (RA). O experimento comprobatório foi desenvolvido junto a uma turma de alunos do 7º semestre do Curso de Licenciatura em Matemática do Campus Júlio de Castilhos do Instituto Federal Farroupilha – RS. Os REDs foram criados a partir do conteúdo de Geometria Espacial com a utilização de *software* para de desenvolvimento em 3D e posterior renderização em RA. Os resultados do experimento foram coletas através de questionários respondidos pelos alunos e a análise dos dados foi feita com a técnica de análise de conteúdo de *Laurenci Bardin*. A partir da análise dos resultados pode-se constatar a efetividade dos REDs para o processo de ensino e aprendizagem uma vez que se comprovaram as dimensões construcionistas durante o experimento.

Palavras-chave: construcionismo; recursos digitais educacionais; dimensões; realidade aumentada.

Introdução

Segundo Primo (2002), as Tecnologias da Informação vêm contribuindo para a modificação de como pessoas se relacionam e constroem conhecimentos, pois proporcionam múltiplas disposições à intervenção do interagente.

A educação usufrui destas tecnologias para desenvolver novos processos de ensino e também de avaliação. Inúmeros caminhos surgem, inúmeros desafios se apresentam neste novo mundo da educação.

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) aperfeiçoam-se através de softwares e aplicativos de multimídia desenvolvidos para Internet e trazem para a sala de aula muitas possibilidades.

A construção de uma aula interativa e participativa exige habilidades diferentes das que exige o ensino presencial tradicional, tornando esta atividade mais complexa. As novas

¹ Universidade Luterana do Brasil – ULBRA-RS, e-mail: sergio.nunes@iffarroupilha.edu.br, orientador: Dr. Renato Pires dos Santos – ULBRA-RS – Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática - PPGECIM.

modalidades comunicacionais proporcionadas pela presença das TIC criam novos tempos e espaços interativos descentralizados e não lineares, provocando mudanças estruturais na forma de se produzir, distribuir e compartilhar a informação, passando de um sistema “Um-Todos” para “Todos-Todos” (LÉVY, 1993, p. 21).

O grande desafio é gerar materiais (recursos) que criem estímulos cognitivos para os alunos, que promovam atividades significativas de aprendizagem; enfim, que promovam o desenvolvimento de novas competências necessárias ao campo de ação, segundo defende Filatro (2004, p. 11).

Para Filatro (2004, p. 64), os materiais digitais, também chamados de recursos educacionais digitais (REDs), podem ser elaborados de diversas maneiras; porém, com a utilização de *softwares* ou aplicativos voltados a este fim, é possível tornarem-se mais interativos e, ao mesmo tempo, conseguem mostrar e demonstrar determinados elementos (principalmente quando o recurso é desenvolvido em terceira dimensão).

Os REDs desenvolvidos em 3D podem ser vistos em Realidade Aumentada (RA) que, através da utilização de softwares específicos, é tida como uma tecnologia que possibilita a interação entre o mundo real e o mundo virtual Azuma (1997).

Essa interação permite o aumento da visão que um usuário qualquer possui do mundo real com o incremento de imagens virtuais, conforme Azuma (1997).

Esses recursos, quando em Realidade aumentada (RA), podem apresentar características de forma e movimentos que normalmente não se conseguem distinguir no plano ou até mesmo em 3D.

Para nortear e dar sustentação pedagógica aos REDs é importante sua construção estar baseada em teorias educacionais, conforme Filatro (2004, p. 73).

Papert (1986, p. 78) estabelece a utilização do computador na aprendizagem, de forma que a criança programe o computador e, ao fazer isto, adquira um sentimento de domínio sobre a máquina e estabeleça um contato íntimo com as ideias mais profundas, da ciência, da matemática e da arte de construir modelos intelectuais.

Neste artigo, a metodologia utilizada baseia-se em um experimento, realizado num laboratório de informática, com aporte pedagógico proporcionado pelo Construcionismo de Papert (1986, p. 78), do desenvolvimento de REDs. Foram desenvolvidos REDs em RA,

com a utilização de sólidos geométricos, utilizando software *Autodesk 3ds Max*, aplicados ao conteúdo de geometria espacial.

Os testes foram aplicados em alunos de uma turma de 7º semestre do curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal Farroupilha, campus Júlio de Castilhos.

Investigou-se se REDs criados em Realidade Aumentada, construídos a partir dos sólidos de geometria espacial, podem servir de apoio pedagógico na aprendizagem do conteúdo de geometria espacial, conteúdo este já estudado pelos alunos. Portanto, espera-se que os mesmos relacionem os sólidos com conceitos de geometria espacial, de acordo com as dimensões da teoria de Papert (1986, p. 93).

O objetivo principal buscado nesta pesquisa foi responder a seguinte pergunta: Pode o Construcionismo de Papert estar presente no desenvolvimento de recurso educacional digital feito em realidade aumentada?

Realidade aumentada

Segundo Azuma (1997), os sistemas de RA são constituídos por três aspectos básicos: combinação do real com o virtual, interação em tempo real e imagem tridimensional.

Segundo Geroimenko (2012), a RA é um dispositivo de percepção, mediado em tempo real, de um ambiente real que está próximo ou perfeitamente integrado com os objetos sensoriais gerados por computador.

As aplicações de RA são divididas em duas categorias: com marcador e sem marcador. As aplicações de RA com marcadores utilizam marcadores fiduciários que, por meio de técnicas de reconhecimento de padrões, são reconhecidos em tempo real e usados como pontos de referências para definir as posições, orientações e escalas de objetos virtuais no mundo real (GEROIMENKO, 2012).

Por outro lado, as aplicações de RA sem marcadores, usam a localização de objetos por meio de marcadores naturais (por exemplo, a face humana), em tempo real, onde colocam os objetos gerados por computador em um ambiente real, com base na posição (latitude, longitude e altitude) dos objetos virtuais no mundo real (GEROIMENKO, 2012). Apesar de existirem diferentes domínios de aplicação, os sistemas de RA seguem basicamente o mesmo modelo.

O ambiente real é capturado por uma câmera, a estimação da posição da câmera é realizada, as coordenadas dos objetos geradas pelo computador são alinhadas com as coordenadas da câmera e as imagens virtuais são combinadas com a imagem real (MARANA, 2008, p. 30).

Construcionismo

O Construcionismo de Seymour Papert advém do construtivismo de Piaget e de Vigotsky, correspondendo a um avanço a estas teorias, uma vez que, além da construção ativa do conhecimento pelos alunos e da interação entre os indivíduos com o seu contexto sociocultural e histórico, o Construcionismo propõe uma relação/interação dos estudantes com as ferramentas de aprendizagem, que tanto podem ser uma máquina, um software ou até mesmo uma história (FINO, 2004).

Papert desenvolveu durante as décadas de 70 e 80 a linguagem de programação LOGO, de fácil compreensão e manipulação por crianças ou por adultos leigos em computação, tendo, no entanto, o poder das linguagens de programação profissionais. Utilizando-se dessa ferramenta de aprendizagem baseada no computador, Papert pretendeu propiciar a interação do estudante com a máquina, já não no sentido instrucionista, em que o computador servia para ensinar o estudante, mas agora dando a possibilidade ao estudante de “ensinar” a máquina (VALENTE, 1993, p. 7).

Através do “computador ferramenta” o aluno será o sujeito promotor de uma ação, ou seja, seu lugar deixa de ser o de espectador e passa a ser o de agente. O aluno passa a ter uma postura ativa em relação ao conhecimento, e não mais passiva como antes salienta Papert (1994, p. 55).

Através dos estudos realizados com o ambiente Logo, foram elaboradas as cinco dimensões que formam a base do Construcionismo e que serviram de suporte para criação de ambientes de aprendizagem, conforme (PAPERT, 1986, p. 93):

- Pragmática: Esta dimensão estabelece as condições para o aluno desenvolver alguma coisa que lhe possa ser útil de imediato. Para tanto este deverá lançar mão de novos conceitos para consecução de seu trabalho, isto criará estímulos para a busca de novos saberes.

- Sintônica: Nesta dimensão as condições estabelecidas devem estar de acordo e em sintonia com o que o aluno considera importante, portanto, deve participar da escolha do que vai desenvolver.
- Sintática: Esta dimensão relaciona-se com os auxílios didáticos que fazem parte do laboratório de aprendizagem e a facilidade e interatividade com que o estudante pode manipulá-los, para a construção de seu conhecimento.
- Semântica: Diz respeito aos significados existentes que os que os alunos descobrem na medida em que vão interagindo com os auxílios didáticos. Com isto novos conceitos vão sendo agregados à estrutura cognitiva do aluno.
- Social: Esta dimensão aborda a interação que pode e deve existir entre os significados existentes nos auxílios didáticos manipulados pelos alunos com o meio social em que estão inseridos.

Análise de conteúdo

A análise de conteúdo extrapola os limites das leituras corriqueiras, através de técnicas de descrições fortalece a interpretação dos conteúdos dos mais variados documentos. Tratando-se de uma metodologia de pesquisa, procura examinar dentro de um texto as práticas teóricas no sentido de reinterpretar os aspectos contidos nas mensagens (OLABUENAGA; ISPIZUA, 1989, p. 32).

Bardin (2011, p. 37), estabelece que a análise de conteúdo tem como finalidade principal a descrição de conteúdos envolvidos nos mais diversos processos de comunicação, tanto por escrito como por entrevistas ou por comunicação oral. Para tornar isto possível, são necessários procedimentos metodológicos para a escolha de dados que retratem de forma fidedigna determinada pesquisa.

Pode-se dizer que a análise de conteúdo utiliza-se de técnicas de pesquisa que podem, de forma contínua, reconhecer as mensagens implícitas ou explícitas e, com isto realizar inferências sobre as informações coletadas.

Para Bardin (2011, p. 38), a escolha da técnica a ser utilizada dependerá do tipo de resultado que se espera a partir das perguntas elaboradas e dos conhecimentos esperados do conteúdo que se está estudando, para tanto, as perguntas devem estar intimamente

relacionadas com o processo de sistematização da técnica de resposta da análise de conteúdo.

Olabuenaga e Ispizua (1989, p. 43) consideram que a análise de conteúdo utiliza-se tanto de elementos verbais como de não-verbais, tais como: cartas, cartazes, jornais, revistas, informes, livros, relatos autobiográficos, discos, gravações, entrevistas, diários pessoais, filmes, fotografias, vídeos, questionários etc., e estas informações devem ser lapidadas para melhor compreensão, interpretação e inferência que caracterizam este tipo de análise.

A metodologia da análise de conteúdo desenvolve-se, segundo Bardin (2011, p. 123), através das etapas de: organização da análise, codificação, categorização, inferência e interpretação.

Coleta dos dados

Os dados foram coletados a partir de Recursos Educacionais Digitais (REDs), desenvolvidos por uma turma composta por 11 alunos do 7º Semestre Curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal Farroupilha – Campus Júlio de Castilhos.

Primeiramente, o professor/pesquisador ensinou como trabalhar com o *software* aplicativo *Autodesk 3ds Max*, com o qual os alunos desenvolveram seus REDs.

Optou-se por trabalhos individuais para contemplar a proposta construcionista, onde o aluno, ao trabalhar com o computador, favorece sua construção de conhecimento, de maneira interativa, relacionando o concreto com o abstrato, desta forma atendendo à meta construcionista de valorizar a construção mental do sujeito, apoiada em suas próprias construções no mundo Papert (1986, p. 10).

Cada componente do grupo desenvolveu, através do aplicativo, os diversos elementos sólidos geométricos, tais como esfera, pirâmide, cone, cilindro, cubo, etc., com o objetivo de relembrar o conteúdo de geometria espacial e, ao mesmo tempo, ambientar-se com o aplicativo *Autodesk 3ds Max*.

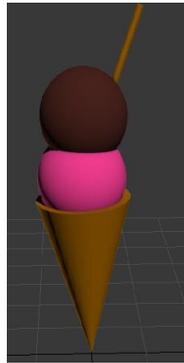
Após, os alunos foram desafiados a desenvolver REDs em terceira dimensão (3D). Estes REDs foram feitos de forma composta, ou seja, através da conexão de dois ou mais sólidos geométricos.

Depois do desenvolvimento, os REDs foram visualizados pelos alunos e o pesquisador em Realidade Aumentada (RA), através do aplicativo *Aumentaty*, visando proporcionar uma

melhor interação e visualização das figuras desenvolvidas em 3D.

Abaixo o RED do “aluno 7” desenvolvido em 3D com o software *Autodesk 3ds Max* e o link com a visualização em Realidade Aumentada.

Figura 3: RED do Aluno 7 Link: <https://www.youtube.com/watch?v=Hv09M69lYvw>



Fonte - Autor

Análise dos dados

A análise dos dados desenvolveu-se através da técnica de análise de conteúdo de Bardin, feita aos questionários (vide Anexo) aplicados aos alunos que participaram do experimento. Com a análise de conteúdo, procurou-se verificar a efetividade do experimento para atingir os objetivos da pesquisa.

A Tabela 1 apresenta a primeira parte da análise de conteúdo, com a aplicação do método de análise de conteúdo às respostas dos questionários.

Na primeira coluna, aparecem as **categorias** que foram extraídas das perguntas, constituindo o *corpus* da pesquisa, considerando-se o foco de cada uma delas.

Na segunda coluna aparecem as **subcategorias**, extraídas das respostas dos alunos, que têm como objetivo descrever cada uma das categorias.

A terceira e a quarta coluna mostram as **enumerações**, que estabelecem as regras de contagem das UCE – Unidade de Contexto Elementar (que, no caso da Tabela 1, são as subcategorias). As regras neste caso correspondem à frequência com que cada UCE aparece no *corpus* e seu percentual em relação às demais. Salienta-se que se procurou fazer agrupamentos de UCEs em torno de um tema específico, para melhor interpretação das categorias e para facilitar as posteriores inferências e análises.

Tabela 1: Categorias e subcategorias extraídas das respostas

Categorias	Subcategorias	f	%
1. Estudo	Licenciatura em Matemática	6	50
	Ensino Médio	6	50
2. Características	Cálculo volume	8	66,7
	Construção	4	33,3
3. Relação	Poliedros	5	46,1
	Não poliedros	7	53,9
4. Importância	Compreender	2	33,2
	Conhecer	3	49,8
	Manipular	1	17
5. Utilização	Aprendizagem	11	42,3
	Ensino	6	31,3
	Outros	5	26,4
6. Cálculo	Volume total	7	44
	Soma das partes	9	56
7. Visualização	Conhecimento	8	42,6
	Realidade Aumentada	14	57,4
8. Criação	Conhecimento	10	38,4
	Objetos	14	57,8
	Outros	1	3,8
9. Influência	Ensino/Aprendizagem	10	52,3
	Tecnologia	9	47,7

Fonte – Autor

O Quadro 1 apresenta, na sua primeira coluna, as dimensões construcionistas, colocadas ali com o objetivo de verificar-se ou não suas relações com as subcategorias (categorias da Tabela 1); acredita-se que, existindo as relações, estarão efetivadas as dimensões construcionistas nas respostas dos questionários.

As relações das subcategorias com as dimensões construcionistas são determinadas pela coluna das correspondências que estabelece a “ligação” da dimensão com a subcategoria, procurando utilizar-se da respectiva Unidade de Contexto Elementar.

As correspondências foram encontradas através das “palavras-chave” (termo do autor), determinadas a partir do verbo de ação da dimensão construcionista.

Considerando-se a primeira linha do Quadro 1, temos que a dimensão construcionista Pragmática relaciona-se com a subcategoria Características, através da UCE Construção, porque consegue-se elaborar a sentença “Desenvolve o RED de acordo com suas características construtivas”, tendo em mente o conceito da dimensão construcionista que é: estabelece as condições para o aluno desenvolver alguma coisa que lhe possa ser útil de

imediatos. Para tanto, este deverá lançar mão de novos conceitos para consecução de seu trabalho, isto criará estímulos para a busca de novos saberes.

Utilizando-se este método, conseguiram-se as relações apresentadas no Quadro 1:

Quadro 1: Dimensões de Papert e as correspondências com subcategorias e UCEs

Dimensão	Subcategoria	UCE	Correspondências
Pragmática	Características	Construção	Desenvolve o RED de acordo com suas características construtivas.
	Utilização	Aprendizagem	Desenvolve o RED propondo sua utilização na aprendizagem.
	Cálculo	Volume total	Desenvolve o raciocínio para o cálculo do volume total.
	Criação	Objeto	O processo criativo é aplicado no desenvolvimento do objeto
	Influência	Ensino e Aprendizagem	O desenvolvimento do RED tem influência no processo de ensino e aprendizagem.
Sintônica	Estudo	Licenciatura em Matemática	Participa com conhecimentos do curso.
	Características	Construir	Participa na construção do objeto.
	Relação	Poliedros, não poliedros	Participa relacionando com os (não) poliedros.
	Importância	Compreender	Participa compreendendo a importância do projeto.
	Utilização	Aprendizagem	Participa no planejamento da utilização do objeto na aprendizagem
	Visualização	Realidade aumentada	Participar na visualização em RA.
	Criação	Objeto	Participa na criação do objeto.
Sintática	Importância	Manipular	Interage como objeto imaginando sua manipulação.
	Cálculo	Volume total	Interage com o objeto para calcular o volume total.
	Visualização	Realidade aumentada	Interage com o objeto em RA.
	Influência	Tecnologia	Interage com o objeto através da tecnologia.
Semântica	Estudo	Licenciatura em Matemática	Descobre com estudando conteúdos da Licenciatura em Matemática.
	Importância	Conhecer	Descobre a importância do RED em relação a geometria espacial.
	Utilização	Ensino	Descobre a situação didática para o ensino.
	Visualização	Realidade aumentada	Constrói a situação com o objeto em RA.
	Influência	Ensino e Aprendizagem	Descobre a importância do projeto para o processo de Ensino e Aprendizagem.
Social	Estudo	Licenciatura em Matemática	Interage com colegas da Licenciatura em Matemática durante o estudo.
	Utilização	Aprendizagem	Interage durante a utilização do RED buscando uma melhor situação didática.
	Cálculo	Cálculo do volume	Interage no cálculo de volume através da utilização do RED.
	Visualização	Realidade aumentada	Interage com os REDs em RA.
	Criação	Objeto	Interage durante a criação do objeto (RED).

Fonte - Autor

Observando-se o Quadro 1, verifica-se a existência de correspondências entre as dimensões construcionistas e as subcategorias (categorias), extraídas das respostas dos alunos. Tais subcategorias designam o foco das respostas dos alunos para cada uma das questões com as suas respectivas UCEs. Depreende-se, desta análise, que as dimensões construcionistas apareceram de forma significativa nas respostas do questionário aplicado aos alunos e, sendo assim, consideram-se validadas para este caso.

Considerações finais

Este artigo verificou a presença das dimensões do Construcionismo de Papert em Recursos Educacionais Digitais (REDs), desenvolvidos com a utilização de software para 3D e visualizados em RA. A presença das dimensões fornece aos REDs aporte pedagógico construcionista, tornando este experimento factível para o processo de ensino e aprendizagem de geometria espacial.

As dimensões construcionistas pragmática, sintônica, sintática, semântica e social foram determinadas nos REDs, através da técnica de análise de conteúdo de Bardin aplicada às respostas dos questionários respondidos pela turma de alunos do Curso de Licenciatura em Matemática.

Papert (1986) expressa sua percepção quanto à importância da criação de ambientes de aprendizagem que proporcionem oportunidades de ampliar a qualidade das interações referentes ao que está sendo realizado. É o princípio do *hands-on/head-in*. Seguindo este princípio, os alunos após conceberem seus REDs (*hands-on*), interagiram com eles em RA (*head-in*), quando visualizaram sob todos os ângulos seus sólidos desenvolvidos em 3D.

Considerando Papert (1986), a aprendizagem se concretiza no momento que seus sujeitos tornam-se construtores conscientes e ativos de um “produto público”, que tenha relação com o contexto social em que eles estejam inseridos. A efetivação das dimensões construtivistas corrobora esta afirmação de Papert porque, através da construção e posterior observação do seu RED em RA, o aluno pode acrescentar novas informações aos seus conhecimentos acarretando modificações em seu construto cognitivo.

Com a comprovação da presença das cinco dimensões construcionistas nos REDs, pode-se comprovar os objetivos específicos e, conseqüentemente o objetivo central. Deste modo responde-se positivamente à pergunta de pesquisa.

Acredita-se que os REDs podem contribuir significativamente para o processo de ensino e aprendizagem, desde que bem fundamentados pedagogicamente. Também se verificou a importância da RA para a interação entre o aluno e o RED, porque suas potencialidades contribuem para novas relações cognitivas.

Referências

AZUMA, R. A Survey of Augmented Reality. **Presence: Teleoperators and Virtual environments**. Cambridge, v. 6, n. 4, p. 355-385, ago. 1997.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.

FILATRO, A. **Design Instrucional Contextualizado**. São Paulo: SENAC, 2004.

FINO, C. N. (2004), **Covergência entre a Teoria de Vigotsky e o Construtivismo**.

Disponível em <

http://www.uma.pt/carlosfino/Documentos/Draft_Convergencia_Vygotsky_construtivismo

> Acesso em: 02/set/2016.

GEROIMENKO, V. Augmented Reality Technology and Art: The Analysis and Visualization of Evolving Conceptual Models. In: 16th INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION VISUALISATION. Sydney, **2012 16th International Conference on Information Visualisation**. IEEE Digital Library, p. 445-453, 2012.

LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência**. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

MARANA, A. N.; BREGA, J.R.F. **Técnicas e Ferramentas de Processamento de Imagens Digitais e Aplicações em Realidade Virtual e Misturada**. Baurú: Canal 6, 2008.

OLABUENAGA, J. I. R.; ISPIZUA, M. A. **La descodificacion de la vida cotidiana: metodos de investigacion cualitativa**. Bilbao: Universidad de Deusto, 1989.

PAPERT, S. **A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PAPERT, S. **LOGO: Computadores e Educação**. São Paulo: Brasiliense, 1986.

PRIMO, A. Quão interativo é o hipertexto? Da interface potencial à escrita coletiva. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMUNICAÇÃO. **Anais**. Rio de Janeiro, 2002. p. 11-17.

VALENTE, J.A. **Computadores e conhecimento: repensando a educação**. Campinas: Gráfica da UNICAMP, 1993.

Anexo

Questionário:

1. Dados do participante **aluno** ...:

Sexo:

Idade:

Curso: Licenciatura em Matemática

Semestre: 7º semestre

2. Como você estudou (conhece) geometria espacial?
3. Comente algumas características da geometria espacial que podem ser importantes na resolução de problemas no dia a dia das pessoas.
4. Estabeleça a relação entre os sólidos geométricos com objetos utilizados no dia a dia.
5. Fale sobre a importância da visualização no cálculo do volume dos sólidos geométricos.
6. Comente sobre a utilização de um software na composição de sólidos a partir de elementos padrões como prisma, pirâmide etc.
7. Como você calcularia o volume e/ou áreas dos sólidos que você criou? Sugestão: estabeleça relações entre as fórmulas de cálculo com as formas dos sólidos.
8. Fale sobre a visualização do objeto em RA e o cálculo do volume dos sólidos criados.
9. Como você criaria uma unidade de ensino com a utilização de objetos através de um software com a partir do uso da realidade aumentada?
10. De que forma as tecnologias utilizadas na pergunta 9 influenciam no processo de ensino/aprendizagem de geometria espacial?