



Volume 1, Outubro-dezembro de 2005.

O V de Gowin e a Modelagem: o caso do sistema semiquantitativo VISQ¹

Arion de Castro Kurtz dos Santos²

RESUMO

O artigo apresenta um V de Gowin para o trabalho desenvolvido até o presente momento em modelagem, em particular na pesquisa com a ferramenta semiquantitativa VISQ³. Cada item do V é apresentado e discutido. O autor acredita que o artigo consegue, com a utilização do V, fornecer uma visão geral do que tem sido feito, bem como do processo desenvolvido para atingir os objetivos, e recomenda que o V seja utilizado também por pesquisadores da área da modelagem. Acrescenta que o V consegue auxiliar o pesquisador a ter consciência sobre em que fase este se encontra na pesquisa.

Palavras-chave: V de Gowin, modelagem, VISQ.

ABSTRACT

The paper presents a V of Gowin to the work developed until now in modelling, in particular in the research with the VISQ tool. Each item of the V is presented and discussed. The author believes that the paper, with the use of the V, can give a general view of what has been made, as well as the process developed to attain the objectives, and recommends that the V be used also by researchers in the modeling area. He adds that the V helps the researcher to get conscious about the phase that she is in her research.

Keywords: V of Gowin, modelling, VISQ, Educação Ambiental.

1. Introdução

O presente artigo nasceu de uma tentativa de construção de um V de Gowin para o trabalho em modelagem que temos desenvolvido até o presente momento no

¹ Trabalho parcialmente financiado pelo CNPq.

² Docente da Fundação Universidade Federal do Rio Grande – FURG. Email: dfsarion@furg.br

³ VISQ – Variáveis que Interagem de SemiQuantitativa – software para modelagem semiquantitativa desenvolvido no PROFECOMP. Para maiores detalhes sobre a modelagem e VISQ consulte o portal do ModelCiências em <http://www.modelciencias.furg.br>.

PROFECOMP⁴. Nossa idéia foi perguntar até que ponto a construção de um V poderia ser útil a um estudante, e útil a nós mesmos para organizar nossa pesquisa. Traria algo de novo para a descrição do que fazer? Situaria o pesquisador em termos de onde este se encontra na pesquisa em desenvolvimento? Seria apenas um modo alternativo de apresentar resultados da pesquisa, ou as etapas pelas quais passou a pesquisa? Inicialmente tentamos elaborar um V para nosso trabalho em modelagem, como um todo, o que se mostrou difícil, uma vez que abarcaria as modelagens: qualitativa; semiquantitativa e quantitativa, com suas metodologias e ferramentas próprias, sem contar com os diversos resultados de pesquisa já obtidos. Assim, decidimos por concentrarmos na modelagem semiquantitativa, em particular na pesquisa com o uso de VISQ. A tentativa de construção do V mostrou ser uma atividade muito rica e às vezes surpreendente, um exercício metacognitivo, uma vez que algumas etapas do desenvolvimento da pesquisa são passadas sem que se tenha plena consciência das mesmas.

2. O que é o V de Gowin

NOVAK, J. D. & GOWIN D. B. (2002) consideram o V uma heurística, algo empregado como um adendo para resolver um problema ou entender um processo. É um método que ajuda os estudantes a entenderem a estrutura do conhecimento e os modos nos quais os humanos o produzem, envolvendo cinco questões e um esquema para “desempacotar” o conhecimento em qualquer campo em particular. MOREIRA, M.A. & BUCHWEITZ, B. (1993) colocam que as cinco questões são as seguintes, com os complementos por nós adicionados de NOVAK, J. D. (1998):

1. Qual(is) é(são) a(s) questão(ões)-foco? Essas são questões que dizem o que a pesquisa pretende descobrir.
2. Quais são os conceitos-chave? Esses os conceitos disciplinares que são necessários para entender a pesquisa.
3. Qual(is) é(são) o(s) método(s) usado(s) para responder à(s) questão(ões)-foco? Esses são os métodos utilizados de obtenção e interpretação.
4. Quais são as asserções de conhecimento? Essas são as respostas dadas pelo pesquisador como válidas às questões-foco.
5. Quais são as asserções de valor? Essas são afirmativas, explícitas ou implicadas, sobre a qualidade ou valor do questionamento e as respostas encontradas.

Na Figura 01 apresentamos uma proposta de V, completo, para o trabalho que temos desenvolvido em modelagem, em particular, a utilização de VISQ com cada uma das dimensões e evidenciando que ocorre uma interação contínua entre os domínios conceitual e metodológico. A seguir relacionaremos cada item descrito no V. Apresentaremos somente alguns aspectos da parte teórica, uma vez que um quadro mais amplo poderá ser obtido em outros artigos de nossa autoria disponibilizados em <http://www.fisica.furg.br/profecom>.

⁴ Projeto Desenvolvimento e Uso de Ferramentas Computacionais para o Aprendizado Exploratório de Ciências – FURG, financiado pelo CNPq – <http://www.fisica.furg.br/profecom>.

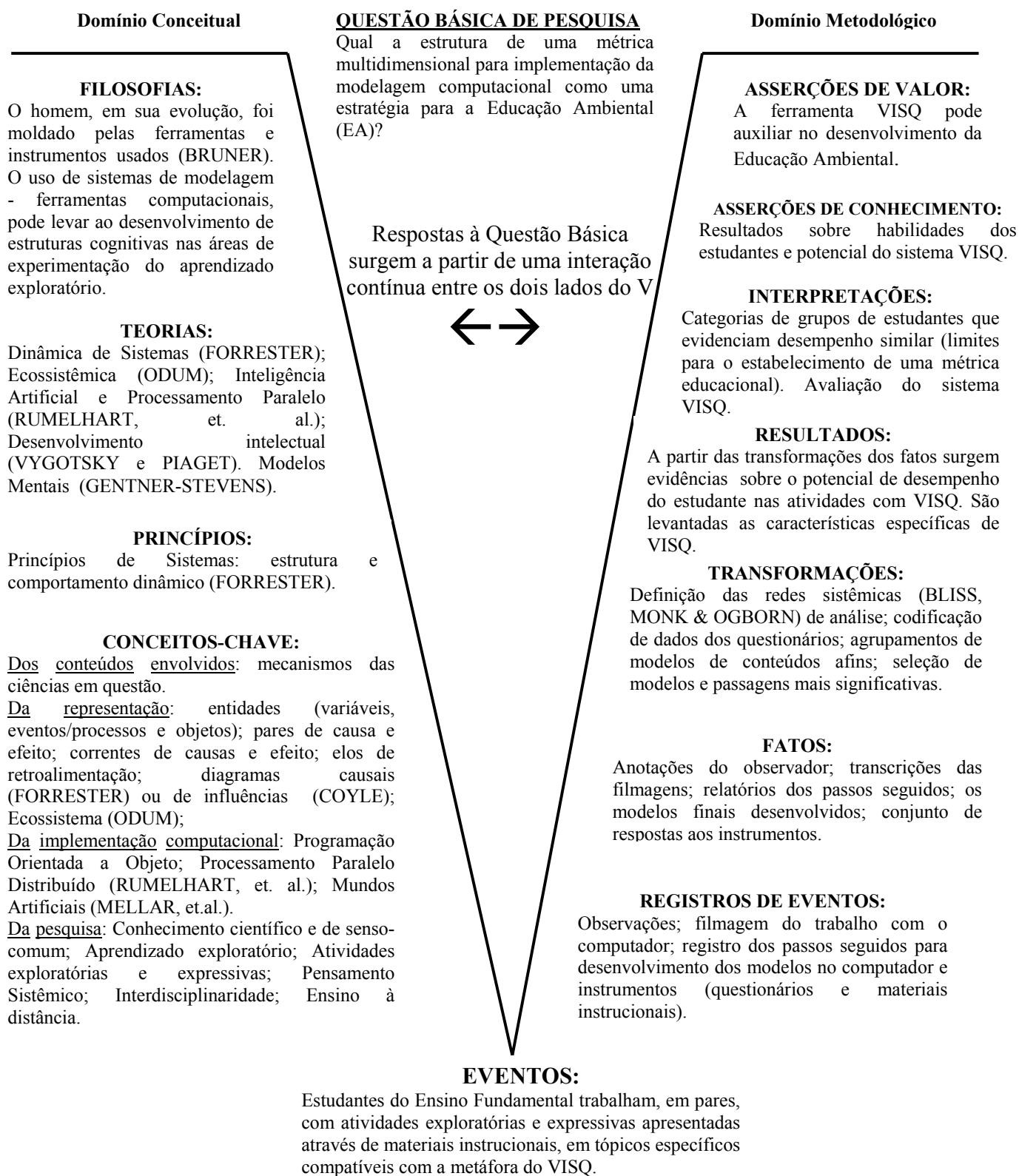


Figura 01 – Proposta de V de Gowin para o trabalho em modelagem com VISQ.

3. Questão básica de pesquisa

Nosso trabalho consiste na utilização e desenvolvimento de sistemas computacionais de modelagem. De certa forma estamos pisando num terreno novo, onde muitas são as nossas dúvidas. Várias questões de pesquisa têm sido propostas pelo grupo⁵, mas a questão de fundo parece ser o estabelecimento de uma métrica que ainda não existe para a área da modelagem computacional. Assim, na parte central, no topo do V, colocamos a seguinte questão de pesquisa maior:

Qual a estrutura de uma métrica multidimensional para implementação da modelagem computacional como uma estratégia para a Educação Ambiental?

Optamos por colocar a área como Educação Ambiental, uma vez que estas pesquisas têm sido desenvolvidas junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental da FURG⁶. Note que na questão de pesquisa tratamos a modelagem como uma estratégia para a Educação Ambiental. Não entendemos a modelagem como uma panacéia educacional, e sim como apenas mais uma das estratégias disponíveis e que pode contribuir com o entendimento dos alunos.

Entendemos que a métrica buscada seja multidimensional uma vez que estão sendo mapeados diversos aspectos da utilização dos sistemas de modelagem, variando desde as habilidades mais simples de utilização do hardware (e. g., principais dificuldades), até os esquemas, provenientes dos modelos mentais, utilizados pelos estudantes. Em uma linguagem mais técnica, se poderia especular que tais dimensões definiriam eixos ortogonais de um espaço multidimensional onde se encontrariam as variáveis originais dos dados altamente correlacionadas com as variáveis maiores que formariam os eixos do espaço multidimensional.

3. 1. Questões de Pesquisa relacionadas à Questão Básica

Ao longo do tempo KURTZ DOS SANTOS e FERRACIOLI⁷ tentaram definir um grupo de questões que poderiam balizar o trabalho em modelagem. A partir de algumas trocas de correspondências chegaram às seguintes questões, sendo a primeira formulação, em itálico, devida a KURTZ DOS SANTOS e a segunda, mais elaborada, a FERRACIOLI. Todas as questões a seguir apresentadas estão correlacionadas com a questão maior, colocada no topo do V. Em outras palavras, as questões a seguir, contribuem com a busca da métrica multidimensional alegada. Essas seis questões, embora contribuam com a questão geral, são ainda muito genéricas, tendo sido entendidas como questões permanentes do grupo, parcialmente respondidas através de sub-questões específicas.

⁵ Grupo ModelCiências cadastrado no CNPq.

⁶ Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental – nível Mestrado da FURG – <http://www.educacaoambiental.furg.br>.

⁷ Laércio Ferracioli do Laboratório de Tecnologias Interativas Aplicadas à Modelagem Cognitiva – Departamento de Física – Universidade Federal do Espírito Santo; laercio@npd.ufes.br; laercio@cce.ufes.br.

Q1 - *Como é o modelo mental que o aluno apresenta sobre determinado sistema complexo real? Qual o conteúdo desse modelo?*

Ou

Como é a representação do conhecimento do aluno sobre determinada área de conhecimento, ou sobre algum conceito específico ou ainda sobre um processo/evento? Pode-se considerar que essa representação do aluno seja o seu conteúdo/conhecimento ou entendimento sobre o tópico abordado.

Q2 - *Como podemos, através da modelagem, utilizando o recurso da simulação (estruturação e animação gráfica), melhorar o processo de externalização do conteúdo do modelo mental (representação fora da mente) do aluno sobre determinado sistema complexo real?*

Ou

Como podemos, através da modelagem/simulação, melhorar o processo de representação do conhecimento do aluno sobre determinada área de conhecimento, ou sobre algum conceito específico ou ainda sobre um processo/evento?

Q3 - *Podemos propor atividades de modelagem que levem o aluno a uma internalização mais efetiva das ações individuais sobre o modelo que representa o mundo real?*

Q4 - *Como a externalização dos pensamentos, através da construção de modelos computacionais, pode auxiliar o aluno a pensar (internalizar)? Como se dá a relação externalização - internalização no trabalho com sistemas de modelagem?*

Ou

Como a representação do conhecimento do aluno sobre determinado fenômeno/assunto, através da construção de modelos computacionais, pode auxiliar o aluno a raciocinar de forma mais elaborada sobre esse fenômeno/assunto no sentido de reconstruir seu conhecimento? Como se dá a relação entre esse conhecimento inicialmente representado e o conhecimento reconstruído?

E

Que tipo de atividade se deve propor ao aluno para que raciocine sobre suas ações individuais sobre o modelo em estudo, para a construção de um conhecimento mais elaborado?

Q5 - *Quais são as atividades de modelagem, compatíveis com os níveis mais elementares de desenvolvimento mental do aluno do Ensino Fundamental?*

Q6 - *Como devem ser conduzidas nossas atividades de modelagem para utilizarem efetivamente a zona de desenvolvimento proximal dos estudantes?*

Ou

Como desenvolver as atividades de modelagem para que levem em consideração os princípios básicos da construção de conhecimento por parte do sujeito, colocados pela psicologia do desenvolvimento?

4. O evento

Na ponta do V temos nosso evento. Estudantes do ensino médio e fundamental trabalham, em pares, em frente ao computador, com atividades exploratórias e expressivas apresentadas através de materiais instrucionais escritos em tópicos específicos compatíveis com as metáforas dos sistemas computacionais utilizados, no caso a metáfora de VISQ.

O evento é apresentado pelo entendimento de algum texto ou estória em quadrinhos. Assim, há uma motivação inicial para dar início ao processo de modelagem. Em nosso trabalho apresentamos uma estória do papa-capim (SOUZA, M., s/d) que é sobre um índiozinho que vai pescar e acaba fisingando com sua lança latas, pneus, e nada de peixes. Ele acaba imaginando que viu um monstro que conversa com ele e o convida para juntar forças, pois assim seriam indestrutíveis. O índiozinho é acordado pelo amigo e, no final, o monstro revela-se como uma indústria poluidora.

Na estória em quadrinhos, que embora não tenha sido delineada para um trabalho premeditado com Dinâmica de Sistemas, várias entidades e pares de causa e efeito poderão ser inferidas ao tentar-se fazer uma representação com diagramas causais da situação com lápis e papel. A utilização de estórias em quadrinhos aparece como uma opção interessante para dar início a atividades de Dinâmica de Sistemas com alunos do ensino fundamental.

5. O lado esquerdo do V

O lado esquerdo do V diz respeito à parte teórica. São os referenciais em que a pesquisa está ancorada. Deve-se lembrar que há uma contínua interação entre o lado direito e o esquerdo do V.

5. 1. Conceitos-chave, princípios e teorias

Dividimos os conceitos-chave nos relativos aos conteúdos, à representação, à implementação computacional e à pesquisa.

Quanto aos conteúdos envolvidos temos os mecanismos das ciências em questão. Por exemplo, quando dizemos que as plantas verdes diminuem o CO₂ na atmosfera podemos representar essa relação através de um par de causa e efeito negativo⁸. Contudo, também devemos ter consciência do mecanismo causal que faz com que isso seja possível na natureza. Em outras palavras, conhecer o mecanismo da fotossíntese em detalhes.

⁸ Para o entendimento de pares de causa e efeito recomendamos realizar o curso básico do ModelCiências em <http://www.modelciencias.furg.br>.

Assim, no trabalho com a modelagem, que é um tipo de representação, é fundamental o domínio da ciência que está por trás da dinâmica que se quer representar.

Quanto à representação propriamente dita temos as entidades em VISQ como caixas com níveis verticais móveis, com possíveis estados semiquantitativos de variáveis, eventos, processos ou objetos que são unidos na tela do computador através de pares de causa e efeito, correntes de causas e efeito e elos de retroalimentação que configuram o que chamamos de diagramas causais (FORRESTER, 1973, 1990⁹) ou de influências (COYLE, 1988). Esta implementação tem como base os Princípios de Sistemas de FORRESTER e como teoria a Dinâmica de Sistemas. Uma associação desses primitivos poderá nos dar condições de representar Ecossistemas, conforme a representação de ODUM (ODUM, E. P., 1985 e ODUM, H. T. & ODUM, E. C., 1989). Quanto à implementação computacional dos primitivos para representação dos sistemas foi utilizada a Programação Orientada a Objeto e um modelo particular de Processamento Paralelo Distribuído (RUMELHART, et. al., 1988), que fazem parte da Inteligência Artificial. Todo esse trabalho contribuiu com a nova idéia de que existem Mundos Artificiais (MELLAR, et.al., 1994) nos quais o aluno pode experimentar.

Quanto à pesquisa esta é balizada pelo conhecimento científico relativo à ciência envolvida, o que está nos livros e corresponde ao que se entende por “ciência normal”ⁱ, do ponto de vista de KUHN (2001¹⁰), e o conhecimento de senso-comum, que pretendemos mapear, que é aquele que o aluno apresenta e traz para as situações de aprendizagem. No trabalho com VISQ consideramos o aprendizado exploratórioⁱⁱ, pela tentativa de alternativas, que é apresentado através de atividades exploratóriasⁱⁱⁱ e expressivas^{iv}. Fazem parte do trabalho o desenvolvimento do Pensamento Sistemico^v Interdisciplinar^{vi} e a possibilidade de disponibilizar VISQ para o ensino a distância, o que está sendo feito com o aperfeiçoamento do ModelCiências (<http://www.modelciencias.furg.br>) (KURTZ DOS SANTOS, A. C., VARGAS, A. P., MENDIZABAL, O. M. & MADSEN, C. A. B. C., 2003). Em nosso trabalho sob o referencial dos Modelos Mentais (GENTNER & STEVENS, 1983) pretendemos mapear as representações que respondem pelo desenvolvimento intelectual do estudante. Nosso interesse é desenvolver atividades de modelagem que levem em consideração os princípios básicos da construção de conhecimento por parte do sujeito, colocados pela psicologia do desenvolvimento conforme obras de VYGOTSKY e PIAGET (FERRACIOLI, 1999).

5. 2. Filosofia

No topo esquerdo do V encontramos o item relativo à Filosofia. Ao pensarmos qual seria o princípio de fundo que baseia a área de utilização de ferramentas computacionais concordamos que a inspiração pode ser buscada na obra dos Antropólogos, em particular na idéia de que o uso de "ferramentas de pedra" pode ter configurado a evolução do *Australopithecus* e de outros homínidos (BRUNER, 1961 em VYGOTSKY, 1993). O homem, em sua evolução, pode ter sido moldado pelas ferramentas e instrumentos que utilizou.

⁹ Original FORRESTER, 1971.

¹⁰ Original KUHN, 1962.

A utilização de sistemas de modelagem semiquantitativa, que são ferramentas computacionais, pode levar ao desenvolvimento de estruturas cognitivas nas áreas de aplicação do aprendizado exploratório.

Criar um modelo no computador é criar um mundo, mas um mundo que evolui ou muda frente a nossos olhos. Assim, os modelos oferecem alguma possibilidade de engajamento ativo dos alunos com idéias, sejam elas representações de seus próprios pensamentos ou daquilo que a nossa cultura tem a oferecer como compreensão da realidade (BLISS, 1994).

6. O lado direito do V

O lado direito do V diz respeito à parte metodológica, isto é, o modo pelo qual temos desenvolvido nossa pesquisa.

6. 1. Registros do evento

O evento é registrado através de observações, filmagem do trabalho com o computador, registros dos passos seguidos para desenvolvimento dos modelos no computador e instrumentos (questionários e materiais instrucionais).

Em nosso trabalho com VISQ temos nos baseado em questionários, entrevistas e observações. Os questionários são compostos por questões abertas nas quais os estudantes são solicitados a operarem com um modelo em VISQ e a responderem, por escrito, as questões propostas. Utilizamos, também, questionários do tipo Likert¹¹.

Detalhes sobre a construção de instrumentos de pesquisa podem ser encontrados em KURTZ DOS SANTOS (2004).

6. 2. Fatos

Constituem os fatos as anotações do observador, as transcrições das filmagens, os relatórios dos passos seguidos para o desenvolvimento dos modelos, os modelos finais desenvolvidos, e o conjunto de respostas aos instrumentos.

6. 3. Transformações

Definição das redes sistêmicas de análise de dados conforme BLISS, J., MONK, M. & OGBORN, J. (1983); codificação de questionários; agrupamentos de modelos de conteúdos afins; seleção de modelos e passagens mais significativas.

¹¹ Termo provém das escalas LIKERT (LIKERT, 1932) originalmente utilizadas para medidas de atitude.

Os referenciais para análise dos modelos e do processo de modelagem já foram apresentados anteriormente em KURTZ DOS SANTOS, A. C. , THIELO, M. R. & KLEER, A. A. (1997) e KURTZ DOS SANTOS (2000).

6. 4. Resultados

A partir das transformações dos fatos surgem evidências sobre o potencial de desempenho dos estudantes nas atividades. São levantadas características dos sistemas, em particular VISQ.

Gráficos em barra foram obtidos tendo como base nossos referenciais de pesquisa e podem ser encontrados em KURTZ DOS SANTOS, A. C. , THIELO, M. R. & KLEER, A. A. (1997) e na página do PROFECOMP em <http://www.fisica.furg.br/profecom>.

6. 5. Aserções de conhecimento

São os resultados obtidos sobre as habilidades dos estudantes e o potencial da ferramenta VISQ.

Foram realizados ao longo do tempo diversos estudos sobre as habilidades dos estudantes e o potencial da ferramenta VISQ para a EA. Em KURTZ DOS SANTOS et al. (1997) são apresentados resultados sobre a utilização de VISQ com alunos do ensino fundamental. Sugerimos em KURTZ DOS SANTOS (2000) sob que condições os estudantes são capazes de desenvolver o Pensamento Sistemico^{vii}. Quanto aos resultados sobre a utilização de VISQ, orientamos no Mestrado em Educação Ambiental da FURG, as dissertações de RUSSO, D. H. S. (2000), ALMEIDA, M. T. A. (2001) e FURTADO, O. R. B. (2003).

6. 5. 1. Resultados de dissertações do Mestrado em EA que envolveram a utilização de VISQ

Modelagem Semiquantitativa para a Educação Ambiental: um estudo com alunos de 5ª série do Ensino Fundamental, de RUSSO (2000), teve como objetivo avaliar a possibilidade da Modelagem Computacional Semiquantitativa (através do programa VISQ) contribuir como opção didática em atividades de ensino-aprendizagem para a EA, a partir da construção de modelos computacionais, por alunos da 5ª série do ensino fundamental, sobre problemas ambientais locais. Com base em referencial da dinâmica de sistemas, da EA e da construção do conhecimento, enfatizou-se a problematização de questões sócio-ambientais para a construção dos modelos em VISQ procurando enriquecer os conhecimentos cotidianos dos alunos nos seus aspectos

conceitual, procedimental e atitudinal. Em função dos resultados obtidos e considerando que a incorporação de inovações tecnológicas no ensino só tem sentido se contribuir para enriquecer o ambiente educacional propiciando a construção do conhecimento por meio de uma atuação ativa e crítica por parte dos alunos e professores, o programa VISQ foi considerado uma ferramenta e um instrumento de mediação para a EA na medida em que possibilitou estabelecer novas relações para a construção do conhecimento e novas formas de atividades mentais dos estudantes.

Um estudo sobre uma possível utilização da modelagem semiquantitativa na Educação Ambiental para explicitação de concepções de alunos de uma escola de ensino fundamental do Rio Grande sobre problemas sócio-ambientais, de ALMEIDA (2001), teve como objetivo utilizar a modelagem semiquantitativa, através do Sistema Computacional VISQ, para representar problemas sócio-ambientais, sob a ótica de um especialista, em uma área potencialmente comprometida quanto à qualidade ambiental no Canal do Norte, no Estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande, RS. Com um número adequado de variáveis obtidas em trabalhos anteriores realizados na região foram construídos dois modelos. Modelo A: ‘Ações e alternativas para a resolução do problema da disposição do lixo no ambiente como agente de contaminação da água’. Modelo B: ‘Ações e alternativas para a resolução do problema do lançamento de esgotos domiciliares sem tratamento como agente de contaminação da água’. Os modelos foram validados e depois utilizados para a construção de um questionário que pretendeu levantar as concepções sobre os problemas modelados de 120 alunos das sexta, sétima e oitava séries do ensino fundamental de uma escola municipal localizada na área de estudo. O programa VISQ mostrou ser uma excelente ferramenta para elicitare a representação do especialista sobre os problemas ambientais na referida área, bem como ser uma possível ferramenta para a construção de um instrumento de pesquisa, que neste caso foi um questionário, o qual foi suficientemente fidedigno, permitindo levantar a concepção dos alunos envolvidos sobre a sua realidade. Observou-se uma maior familiaridade dos alunos às questões do questionário referentes ao modelo A e encontrou-se, nas questões referentes ao modelo B, um maior número de diferenças significativas a favor das sétima e oitava séries entre os grupos de sexta, sétima e oitavas séries estudados.

Um estudo com professores da rede de ensino público, sobre a utilização da modelagem computacional semiquantitativa em tópicos do currículo escolar, para a construção de uma proposta de Educação Ambiental, de FURTADO (2003), teve por objetivo principal promover a utilização da modelagem semiquantitativa, através do programa VISQ pelo professor como uma nova opção didática no que diz respeito ao desenvolvimento dos conteúdos curriculares. Enfatizou a problematização da construção do conhecimento de 12 professores da rede de ensino público da cidade do Rio Grande. De forma indagadora, investigadora e crítica, pretendeu-se levar os professores a uma reflexão individual e coletiva sobre a realidade apresentada, dividindo-os em seis pares num trabalho de 8 horas/dia, com um dia de duração, tendo como base o material instrucional produzido. Foi elaborado um material instrucional com atividades de pares de causa e efeito e com atividades exploratórias e expressivas, onde foram utilizados exemplos concretos de situações de modelagem semiquantitativa sobre as questões sócio-ambientais. Objetivando relacionar o sócio-ambiental – VISQ – Educação Ambiental, foram escolhidos dois modelos para as atividades exploratórias. Um sócio-ambiental, onde o ser humano está inserido em um contexto de produção, regido pelo regime capitalista, dependente das ações governamentais, e outro, um modelo ambiental caracterizado por um fenômeno natural relativo à camada de ozônio. Ambos os modelos foram escolhidos para serem desenvolvidos como atividade exploratória por conterem conteúdos dos PCNs (Parâmetros Curriculares Nacionais, 1997) do currículo do ensino fundamental e médio. Para as atividades expressivas foi escolhido um texto sobre um determinado comportamento populacional, e outro sobre a relação do homem com o meio, objetivando a conscientização da sociedade a fim garantir a qualidade de vida humana e natural. Os dados coletados foram de natureza semiquantitativa e validados com base na interpretação do material instrucional, na técnica de redes sistêmicas (BLISS, J., MONK, M. & OGBORN, J., 1983), nas execuções dos modelos e nas solicitações gráficas. Estas atividades também foram gravadas e transcritas a fim de possibilitar uma melhor qualidade à análise. Os resultados sugerem que os professores foram capazes de desenvolver um modelo sobre cada tópico proposto, apresentando diversas habilidades e dificuldades, sendo que se observou uma maior facilidade para o desenvolvimento das atividades expressivas. Concluímos que VISQ mostrou ser uma excelente ferramenta para elicitar as representações dos professores que

possuem conhecimentos teóricos e práticos dos problemas sócio-ambientais, bem como para a potencialização da construção de um instrumento qualitativo de pesquisa em EA, que foi o caso das atividades exploratórias e expressivas desta dissertação, elaboradas com base nos temas transversais indicados pelos PCNs.

6. 6. Asserção de valor

Com os resultados obtidos embora ainda parciais, e não generalizáveis, podemos dizer que a ferramenta de modelagem semiquantitativa VISQ parece poder auxiliar no desenvolvimento da Educação Ambiental.

7. Conclusão

No artigo apresentamos um V de Gowin para o trabalho em modelagem com VISQ. Da maneira como foi montado o V apresenta aspectos gerais dos domínios conceitual e metodológico da pesquisa em modelagem computacional. Outros V mais específicos poderão ser construídos para atividades particulares em modelagem, com outros softwares e em outros domínios. Devemos entender o V apresentado como um recurso, ou ferramenta, que permite que se tenha uma visão sistêmica dos itens que devem ser aprofundados em uma pesquisa, bem como do processo desenvolvido para atingir os objetivos. Recomendamos o desenvolvimento de um V e acreditamos que esta ferramenta consegue auxiliar o pesquisador a ter consciência sobre em que fase este se encontra em sua pesquisa.

8. Bibliografia

- ALMEIDA, M. T. A. *Um estudo sobre uma possível utilização da modelagem semiquantitativa na educação ambiental para a explicitação de concepções de alunos de uma escola de ensino fundamental do Rio Grande sobre problemas sócio-ambientais*. Rio Grande, 212f. Dissertação do Programa de Pós Graduação em Educação Ambiental – Nível Mestrado, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, 2001.
- ARAUJO, I. S. *AUTCEL-RCO - Uma alternativa para o raciocínio com objetos*. Rev. eletrônica Mestr. Educ. Ambient. Volume Especial - Versão Eletrônica dos Anais do III Seminário sobre Representações e Modelagem no Processo de Ensino-Aprendizagem, <http://www.sf.dfis.furg.br/mea/remea>, Rio Grande, RS, 2000.
- BLISS, J.; MONK, M. & OGBORN, J. *Qualitative data analysis for educational research*. London & Camberra: Croon Helm, 1983.
- BLISS, J. From Mental Models to Modelling. In MELLAR, H. BLISS, J., BOOHAN, R., OGBORN, J. & TOMPSETT, C. (eds) *Learning with Artificial Worlds: Computer Based Modelling in the Curriculum*. The Falmer Press, London, 1994.
- BOOHAN, R. Creating Worlds from Objects and Events. In MELLAR, H. BLISS, J., BOOHAN, R., OGBORN, J. & TOMPSETT, C. (eds) *Learning with Artificial Worlds: Computer Based Modelling in the Curriculum*. The Falmer Press, London, 1994.
- CAMILETTI, G. G. & FERRACIOLI, L. *A Utilização da Modelagem Computacional Quantitativa no Ensino de Física*. Rev. eletrônica Mestr. Educ. Ambient. Volume Especial

- Versão Eletrônica dos Anais do III Seminário sobre Representações e Modelagem no Processo de Ensino-Aprendizagem, <http://www.sf.dfis.furg.br/mea/remea>, Rio Grande, RS, 2000.
- COYLE, R. G. *System Dynamics Modelling. A practical approach.* Chapman & Hall, London, 1988.
- FERRACIOLI L. Aprendizagem, desenvolvimento e conhecimento na obra de Jean Piaget: uma análise do processo de ensino-aprendizagem em Ciências. *R. bras. Est. Pedag.*, Brasília, v. 80, n. 194, p. 5-18, 1999.
- FERRACIOLI L. *O 'V' Epistemológico como Instrumento Metodológico para o Processo de Investigação.* Laboratório de Tecnologias Interativas Aplicadas à Modelagem Cognitiva. Departamento de Física, Universidade Federal do Espírito Santo, 2001a
- FERRACIOLI L. Projeto de Pesquisa, não publicado, encaminhado ao CNPq, 2001b.
- FORD, A. *Modeling the Environment. An Introduction to System Dynamics Modeling of Environmental Systems.* Island Press, Washington, D.C., 1999.
- FORRESTER, J. W. *World Dynamics.* Wright-Allen Press, Inc., Cambridge, Massachusetts, 1973.
- FORRESTER, J. W. *Principles of Systems.* Wright-Allen Press, Inc., 1971
- FORRESTER, J. W. *Principles of Systems.* Productivity Press, Portland, OR., 1990.
- FURTADO, Osmar Renato Brito. *Um estudo com professores da rede de ensino público, sobre a utilização da modelagem computacional semiquantitativa em tópicos do currículo escolar, para a construção de uma proposta de Educação Ambiental.* 250 f. Dissertação (Mestrado em Educação Ambiental) - Fundação Universidade do Rio Grande, 2003.
- GENTNER, D. & STEVENS, A. (eds) *Mental Models.* Lawrence Erlbaum Associates, London, 1983.
- HIGH PERFORMANCE SYSTEMS, INC. *STELLA: an Introduction to Systems Thinking.* Hanover, 1997.
- HODGSON, A. M. Hexagons for Systems Thinking. In MORECROFT, J. D. W. & STERMAN, J. S. (eds) *Modelling for Learning Organizations.* Productivity Press, Portland, Oregon, 1994.
- JOHNSON-LAIRD, P. N. *Mental Models.* Cambridge University Press, Cambridge, 1983.
- KUHN, T. S. *The structure of scientific revolutions.* The University of Chicago, 1962.
- KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas.* Editora Perspectiva, São Paulo, 2001.
- KURTZ DOS SANTOS, A. C. *Introdução à Modelagem Computacional na Educação.* Editora da FURG, Rio Grande, 1995.
- KURTZ DOS SANTOS, A. C., VARGAS, A. P., MENDIZABAL, O. M. & MADSEN, C. A. B. C. O ModelCiências – um portal para o projeto Modelagem Semiquantitativa e Quantitativa na Educação em Ciências. *Educar*, Especial, p. 217-235, Curitiba: Editora UFPR, 2003.
- KURTZ DOS SANTOS, A. C. , THIELO, M. R. & KLEER, A. A. Students modelling environmental issues. *Journal of Computer Assisted Learning*, Vol. 13, Nº 1, P 35-47, March, 1997.
- KURTZ DOS SANTOS, A. C. O Pensamento Sistemico Interdisciplinar e a modelagem computacional. *Rev. eletrônica Mestr. Educ. Ambient. Volume Especial - Versão Eletrônica dos Anais do III Seminário sobre Representações e Modelagem no Processo de Ensino-Aprendizagem*, <http://www.remea.furg.br>, Rio Grande, RS, 2000.
- KURTZ DOS SANTOS, A. C. Modelos Mentais e a Dinâmica de Sistemas como uma Metodologia para a pesquisa Educacional, *Ambiente e Educação*, v. 9, 139-164, 2004.

- LIKERT, R. *A Technique for the Measurement of Attitudes*, Archives of Psychology, Vol. 140, June, 1932.
- MELLAR, H. BLISS, J., BOOHAN, R., OGBORN, J. & TOMPSETT, C. (eds) *Learning with Artificial Worlds: Computer Based Modelling in the Curriculum*. The Falmer Press, London, 1994.
- MOREIRA, M.A. & BUCHWEITZ, B. *Novas Estratégias de Ensino e Aprendizagem. Os Mapas Conceituais e o Vê epistemológico*. Plátano Edições Técnicas, Lisboa, 1993.
- NOVAK, J. D. *Learning, Creating, and Using Knowledge. Concept Maps™ as Facilitative Tools in Schools and Corporations*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, New Jersey, 1998.
- NOVAK, J. D. & GOWIN D. B. *Learning how to Learn*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2002.
- NORMAN, D. A. Some Observations on Mental Models. In GENTNER, D. & STEVENS, A. (eds) *Mental Models*. Lawrence Erlbaum Associates, London, 1983.
- ODUM, E. P. *Ecologia*, Rio de Janeiro, Ed. Guanabara, 1985.
- ODUM, H. T. & ODUM, E. C. *Computer Minimodels and Symulation Exercises for Science and Social Science*. Center for Wetlands - Phelps Laboratory - University of Florida, Gainesville, 1989.
- PCN, *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Introdução, Ciências Naturais, Temas Transversais e Ética, Meio Ambiente e Saúde. Brasília, 1997.
- RICHMOND, B. et. al. *An Academic User's Guide to STELLA*. High Performance System, Inc. Lyme, 1987.
- RUSSO, Dulce Helena Souza. *A modelagem semiquantitativa para a Educação Ambiental: um estudo com alunos da 5a. série do ensino fundamental*. Dissertação (Mestrado em Educação Ambiental) - Fundação Universidade do Rio Grande, 2000.
- RUMELHART, D. E., McCLELLAND, J. L. & THE PDP RESEARCH GROUP *Parallel Distributed Processing, Explorations in the Microstructure of Cognition*, Volume 1: Foundations. The MIT Press, Cambridge, 1988.
- SOUZA, M. Papa-Capim em Coisas Monstruosas. In *Chico Bento* n. 212, Maurício de Sousa Editora da Editora Globo, sd.
- VENNIX, J. A. M. (1999) *Group Model Building. Facilitating Team Learning Using System Dynamics*. John Wiley & Sons, Chichester.
- VYGOTSKY, L. S. (1993) *Pensamento e Linguagem*. Martins Fontes, São Paulo.

Notas ao longo do texto

ⁱ “Ciência Normal” significa a pesquisa firmemente baseada em uma ou mais realizações científicas passadas. Essas realizações são reconhecidas durante algum tempo por alguma comunidade científica específica como proporcionando os fundamentos para sua prática posterior.

ⁱⁱ Ao apresentarmos o modelo para ser explorado (atividade exploratória), como uma simulação, desenvolveremos um conjunto de atividades onde constem um certo número de questões do tipo: 'O que acontece se?' e 'Por que você pensa que é isso que acontece?'. Questões do tipo 'O que acontece se...?' visam explorar o raciocínio suposicional, fundamental no processo de aprendizagem por *tentativa e erro*, e da *descoberta* pela tentativa de alternativas. Questões do tipo 'Por que você pensa que é isso que acontece?' visam buscar explicações causais sobre como o estudante pensa a respeito do modelo e da "realidade" que está sendo descrita.

ⁱⁱⁱ No modo exploratório, o estudante explora um modelo já colocado no computador, como uma simulação. Nesse caso ele explora as representações, desenvolvidas pelos professores ou pesquisadores, que podem ser distintas de suas próprias representações (atividades exploratórias).

^{iv} No modo expressivo, o estudante desenvolve seus modelos, apresentando suas próprias representações da realidade que está sendo modelada (atividades expressivas).

^v O Pensamento Sistêmico, conforme já apresentado em KURTZ DOS SANTOS (2000): 1) É um paradigma, linguagem, método e conjunto de tecnologias para construir e repartir o entendimento sobre coisas e processos feitos de relações interdependentes. A ferramenta VISQ, com sua respectiva metáfora, pode representar modelos mentais que foram desenvolvidos utilizando esse paradigma. 2) Carrega consigo um ponto de vantagem único e prega que se deve manter uma perspectiva bifocal. Isto significa manter um olho voltado para o padrão relevante maior, enquanto o outro olho desce para o detalhe. Do ponto de vista prático, aceitarmos o ponto de vantagem do Pensamento Sistêmico significa que provavelmente enxergaremos menos particularidades e mais aspectos gerais no mundo em torno de nós. A perspectiva também implica em que teremos menos interesse no detalhe e em números acurados (pelo menos inicialmente), e mais interesse nas relações subjacentes que geram os números. 3) Traz o "sentido com relação ao todo" para a arena do pensamento. Ao construir e simular modelos mentais, o Pensamento Sistêmico mantém uma perspectiva simultânea de "proximidade" e "afastamento" - enxergando ambos a floresta e as árvores.

^{vi} O sistema de modelagem VISQ permite o trabalho com estruturas dinâmicas em diversas áreas do conhecimento. Podemos obter um modelo que representa algum sistema real e que possa ser representado em VISQ com uma metáfora particular. Contudo, para um mesmo sistema, é possível representar situações reais diversas utilizando-se a mesma estrutura dinâmica. Assim, as estruturas possíveis de serem construídas nesses sistemas permitem um trabalho interdisciplinar por equipes de áreas distintas cada qual pensando nos processos e variáveis relevantes a sua área para comporem um modelo de um sistema complexo.

^{vii} Habilidades para desenvolvimento do Pensamento Sistêmico:

Sistema como Causa - Esta habilidade é crítica para decidirmos o que incluir, e o que não incluir, em nosso modelo mental (e logo, na implementação desse modelo em VISQ). As relações dentro de um sistema ou processo é que causam a dinâmica que está sendo exibida, o que se opõe ao fato da dinâmica ser determinada por forças externas. Essa escolha não nega que existem outras relações em funcionamento num sistema real, mas devemos questionar qual é o mais simples conjunto de relações que poderia dar conta do fenômeno.

Pensamento Operacional - Significa olhar para uma atividade, processo, ou sistema em termos de como este realmente funciona. Utilizando VISQ, isso se dará via estoques (caixas com níveis verticais) e pares, correntes e elos de retroalimentação que os unem. Fazemos o "encanamento essencial" (ou a construção da topologia adequada), devendo ser essa uma estrutura de natureza causal e não correlacional.

Pensamento com Elos fechados - Adotando-se essa perspectiva nossos modelos mentais tomam um caráter de processo dinâmico. Não é difícil desenvolver a habilidade de enxergar relações de elos fechados, onde previamente percebíamos apenas pares ou correntes.