

Gerador de Redes Sistêmicas: Uma Aplicação para Levantamento de Pré-concepções sobre as Estações do Ano

J.A.S. de Campos^{1,4}, J.F. Silva de Araujo^{2,4}, Ilan Chamovitz⁴, M.F. Elia^{3,4}

¹Observatório do Valongo, Universidade Federal do Rio de Janeiro

²Departamento de Informática, Universidade Católica de Petrópolis

³Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro

⁴Mestrado em Informática, NCE, Universidade Federal do Rio de Janeiro

adolfo@ov.ufrj.br, jorge.fernando@ucp.br, ilanc@posgrad.nce.ufrj.br,
melia@nce.ufrj.br

Abstract. *In this paper the authors report a research based on qualitative analysis methodology known as Systemic Network (SN) to review the relationships, similarities and differences among sixteen papers related to misconceptions about the seasons of the year, published in the scientific literature between 1989-2002. In order to achieve the aimed results it was necessary to do, undo and slightly modify several SN, in a dynamic and cooperative way by the authors. This fact led them to develop a software to generate dynamically SN for the WEB. The software and the results are discussed on basis of future works.*

Resumo. *Neste artigo os autores utilizaram uma metodologia de análise qualitativa chamada Redes Sistêmicas (RS), para explicitar as inter-relações, similaridades e diferenças encontradas em dezesseis artigos publicados na literatura, no período de 1989 a 2002, referentes às pré-concepções sobre as Estações do Ano. Para se chegar ao resultado desejado, durante o processo de análise foi necessário fazer, desfazer ou apenas modificar várias RS, de forma cooperativa, pelos autores. Este fato motivou o desenvolvimento de um programa gerador de RS dinâmicas (GRS) para a WEB. O programa produzido e os resultados alcançados são discutidos criticamente, com vistas a trabalhos futuros.*

1. Introdução

Nos últimos 50 anos ocorreram três grandes revoluções na área acadêmica de ensino de Ciências, que nos obrigam a repensar as estratégias de ensino-aprendizagem normalmente utilizadas. Por exemplo, no início dos anos 60 tivemos as reformulações curriculares ocorridas nos Estados Unidos, decorrentes da corrida espacial com a então União Soviética, notadamente marcada pelo lançamento no espaço da nave tripulada Sputnik. Essas mudanças objetivavam valorizar o objeto de estudo das Ciências Naturais mais como um processo do que, propriamente, como um corpo de conhecimento pronto e acabado.

Os anos 70 foram marcados pelo construtivismo piagetiano e suas derivações, que passaram a valorizar o papel da interação do aprendiz com o meio físico para produzir um aprendizado significativo e verdadeiramente incorporado à sua estrutura

cognitiva. No bojo desse paradigma, derivaram-se outros modelos construtivistas como o de Vygotsky, que valorizava a interação do aluno com o seu meio social, como também o modelo surgido entre os anos 70 e 80 que passou a dar importância às chamadas concepções espontâneas ou alternativas - dependendo respectivamente do grau de escolaridade - sobre o mundo físico, que o aluno constrói por si mesmo e que, em geral, conflita com o corpo conceitual científico.

De meados dos anos 80 até os dias de hoje, vimos observando os efeitos provocados pela introdução das chamadas novas tecnologias da informação e da comunicação – TIC - no sistema escolar, em particular a transformação advinda da interligação em rede dos computadores pessoais à Internet.

Segundo a visão construtivista atual, seria imprescindível para a definição de uma estratégia de ensino-aprendizagem, o estudo das várias concepções alternativas (ou pré-concepções) que os estudantes apresentam em várias áreas das Ciências. A identificação correta destas concepções alternativas apresenta problemas que demandam investigação de vários aspectos, tais como a adequação dos métodos e contextos usados na investigação, a correlação das concepções com o desenvolvimento mental dos indivíduos e a dependência de fatores motivacionais e socioculturais. Segundo o construtivismo, uma mudança conceitual significativa só ocorre quando as pré-concepções mantidas pelos estudantes são confrontadas diretamente com argumentação baseada nos princípios científicos e não no princípio de autoridade (*magister dixit*) do saber científico, que é o que ocorre muito freqüentemente.

Decorre daí a importância dos trabalhos de levantamento das pré-concepções dos estudantes - e também dos professores- sobre as áreas das Ciências quando, a partir da segunda metade da década de 1970, iniciou-se um enorme esforço para identificação delas, tendo sido publicados milhares de trabalhos até o presente [Duit 2002].

Dentre as pré-concepções já identificadas pelos estudos de levantamentos, está 'a causa das Estações do Ano'. A maior parte das pessoas crê que as estações estão relacionadas com a variação da distância da Terra ao Sol, contrariando a explicação científica. O número de idéias alternativas sobre a causa é alto em todos os níveis de escolaridade, indo desde o nível fundamental até o nível de pós-graduação.

A pré-concepção sobre a causa das estações é particularmente notável como objeto de estudo, porque envolve uma série de conceitos importantes que afetam o ritmo de vida, alguns mais palpáveis ou conscientes e outros nem tanto, tais como: calor e frio; associação com o ciclo de vida das espécies vegetais e animais; duração do dia e da noite; fluxo luminoso; inclinação do eixo da Terra; tipo de órbita da Terra; antípodas e regiões climáticas, entre outros.

Um dos objetivos do presente trabalho é fazer um levantamento dos estudos qualitativos publicados na literatura, relacionados às concepções alternativas de estudantes e professores sobre a causa das estações do ano. De posse desse levantamento e considerando-se que esses estudos foram empreendidos em uma variedade de contextos, idades cronológicas e condições sócio-econômicas, procurou-se fazer uma sistematização dos mesmos, explicitando as inter-relações, as similaridades e as discrepâncias mais notáveis.

2. Metodologia

A identificação inicial da bibliografia pertinente foi feita a partir do levantamento de Duit (2002), expandindo-se o número inicial de artigos através de novas citações mencionadas nos mesmos. Foram encontrados dezesseis (16) artigos (vide referências) no período de 1989 a 2002, que apresentaram estudos e levantamentos das pré-concepções sobre as causas das estações do ano.

Para sistematizar esses dados, escolheu-se a metodologia das Redes Sistêmicas (RS) de análise de dados qualitativos, proposta por Bliss, Monk, Ogborn (1983). Nem tão simples quanto árvores hierárquicas e nem tão complexo quanto mapas conceituais [Novak 1977], o modelo de redes sistêmicas busca o equilíbrio. Ele foi originariamente desenvolvido e aplicado na área de Lingüística e vem sendo usado desde o final dos anos 70 na área educacional, para auxílio em diversos problemas, dentre os quais: redução da quantidade de informações preservando a sua essência, melhoria da organização de dados qualitativos, preparação de material didático, representação de conhecimento e de relações humanas, linguagens de programação e desenvolvimento de software.

As RS são usadas como linguagem descritiva. Em última análise, elas objetivam a instanciação de paradigmas: um caminho percorrido na rede e que representa uma leitura de determinada situação dos dados experimentais. Para um mesmo problema, podemos construir diferentes redes, cada qual dando mais destaque a um conjunto de aspectos.

Em Bliss et al. (1983) são apresentadas diversas aplicações das RS em projetos educacionais do Reino Unido. No Brasil, Camiletti (2001) utilizou as RS num estudo sobre a aplicação da modelagem semiquantitativa. Em 2002, no Simpósio Brasileiro de Informática em Educação, foi apresentado um painel com RS representando o Estado da Arte dos Núcleos de Tecnologia Educacional (NTE) [GINAPE 2001].

Para se criar uma RS é necessário, primeiramente, categorizar os elementos que farão parte da rede, onde “categorizar” significa colocar rótulos em objetos [Bliss et al. 1983]. A rede pode ser vista como um mapa que apresenta conjuntos de elementos, denominados termos, e que mostra como estes termos se relacionam uns com os outros. O conjunto de relações pode tornar-se bastante complexo. A vantagem é se poder “classificar” as vias mais freqüentes do conhecimento, ficando no meio termo entre um esquema de meras categorias - bastante geral - e uma análise detalhada de um aspecto específico.

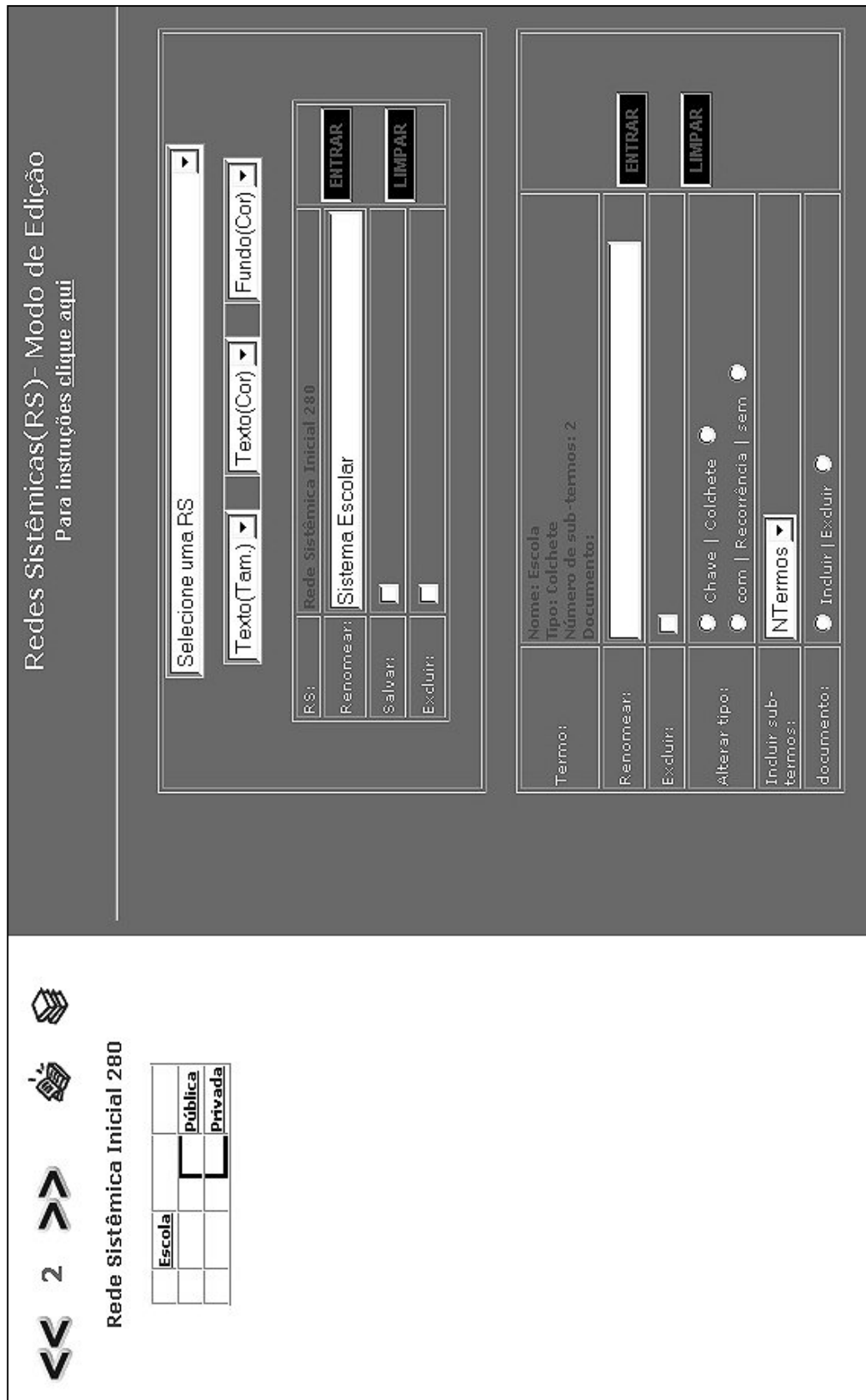


Figura 1. Uma figura típica

Desse modo, construiu-se uma RS para cada um dos artigos obtidos e, a partir dessas redes individuais, construiu-se uma única rede, mais geral, apresentando as alternativas que são mais adequadas a uma análise com visão holista sobre os dados.

3. Programa Gerador de Redes Sistêmicas para a WEB

A construção de várias RS é uma tarefa muito laboriosa e deve ser feita em grupo e de forma cooperativa. Por esta razão e, também, com vistas a trabalhos futuros, os autores decidiram desenvolver um programa de computador Gerador de RS (GRS) para a WEB, permitindo assim que todos pudessem contribuir para o presente estudo à distância, a partir de suas residências e/ou dos locais de trabalho. O GRS foi construído em Visual Basic 6 e utiliza o conceito de ‘webclasses’, que gera um aplicativo compilado em ASP.

O programa se inicia apresentando basicamente dois ambientes (Figura 1): à esquerda - em branco - aparece a rede sistêmica e à direita - em azul - o ambiente de operações, que está dividido em duas partes: na parte superior ficam os dados sobre a Rede propriamente dita e na parte inferior ficam os controles para alteração das propriedades dos termos da Rede. Nesta versão, os dados são registrados em uma base de dados Access. Tendo em vista que a Rede Sistêmica tem por objetivo principal uma redução equilibrada dos dados, assumiu-se que a quantidade de refinamentos não ultrapassará dez níveis.

O programa GRS pode ser operado de forma bastante simples: ao iniciar uma nova RS, é criado o Termo Principal, que identifica a RS. A partir deste, que compõe o primeiro nível de refinamento (pai), poderá ser incluído um novo nível de refinamento, composto da quantidade de Termos (filhos) indicada durante a inclusão. Um estilo gráfico “{” ou “[” caracterizará a relação entre irmãos. Se for uma “chave” indica que os termos irmãos ocorrem concomitantemente; se for um colchete indica que eles são excludentes. Por exemplo, tomando um termo “escola” como pai com dois filhos (escola) “pública” e (escola) “privada”, esta relação entre pai-filhos e entre irmãos seria representada pela RS mostrada na Figura 2.

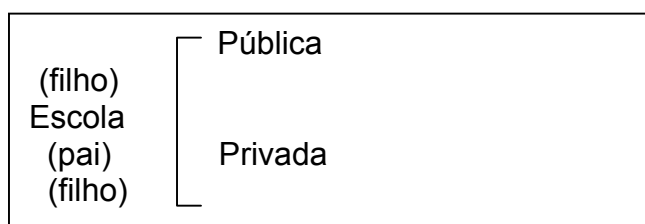


Figura 2. Exemplo de sintaxe de Rede Sistêmica

Outras sintaxes envolvendo os termos de uma RS estão resumidas na Tabela 1 [Bliss, Monk, Ogborn, 1983]. Uma vez criado, cada filho passa a ter as suas propriedades individuais, e poderá ser alterado independentemente dos outros.

O programa desenvolvido permite dois tipos de acesso à Rede criada: o primeiro, no modo apenas exploratório, não permite a edição dos termos e pode ser acessado sem restrições. Desta forma, a Rede pode estar disponível apenas para consulta via WEB. Na segunda forma – em modo de edição - a Rede pode ser alterada através de mudanças nas propriedades de cada um dos termos e só pode ser acessada

por pessoas autorizadas pelo criador da Rede. É importante ressaltar que o programa desenvolvido pode ser integrado em outras plataformas ou ambientes colaborativos. Nesta versão, o GRS foi integrado com a Pii - Plataforma Interativa de Internet [Elia & Sampaio 2001].

Tabela 1. Sumário dos principais conceitos e notações das Redes Sistemáticas

Idéia Geral	Termo Técnico	Notação
Nome da categoria. "A entidade" que é pinçada	Termo	p.ex. amostra
A mais refinada categorização ou distinção feita	Terminal	p.ex. primário
Escolha ou diferenciação de termos em um contexto de alternativas excludentes ao longo de uma dimensão	Sistema	COLCHETES-[
Escolha de aspectos paralelos (simultâneos) ao longo de uma dimensão de sistemas concomitantes	Concomitância (Co-selection)	CHAVES {
Circunstâncias que alteram, restringem e vinculam casos	Entrada Condicional	CON ... →}
Possibilidades repetidas	Recursão	REC ↻
Grau de refinamento da distinção	Refinamento (Delicacy)	Estrutura em árvores
Um dentre vários padrões possíveis	Paradigmas	Um caminho na rede

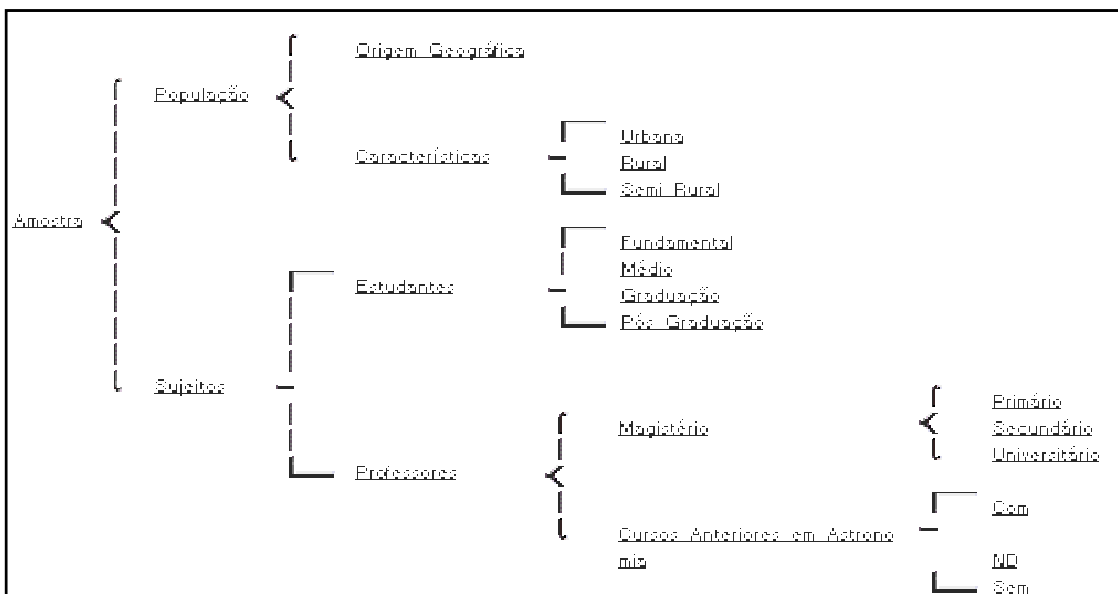


Figura 3. Rede Sistemática sobre a Natureza da Amostra

4. Resultados

A organização, em uma Rede Sistêmica, dos dados extraídos da literatura citada permitiu classificá-los em três grandes grupos de informações: um grupo sobre a natureza da amostra (Figura 3), um grupo sobre a metodologia empregada no estudo e um grupo sobre as pré-concepções encontradas (Figura 4).

O refinamento do grupo sobre a natureza da amostra nos fornece informações sobre a população, sua origem geográfica e características, além do tipo dos indivíduos: se estudante, qual é o seu nível de escolarização ou, se professor, qual o nível em que exerce a atividade de magistério.

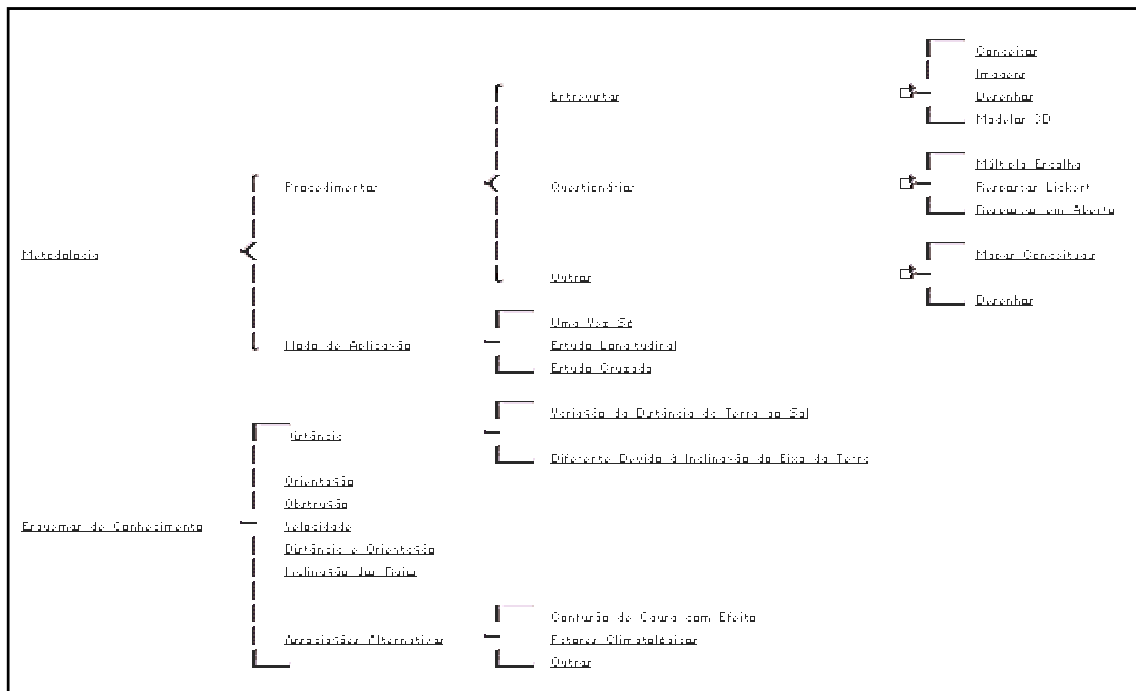


Figura 4. Rede Sistêmica sobre Metodologia empregada e Esquemas de Conhecimento

O refinamento do grupo sobre a metodologia utilizada nos fornece informações sobre o tipo de procedimento empregado para obter as informações - entrevistas, questionários, desenhos, mapas conceituais, e tipo de estudo – levantamento único, estudo cruzado e estudo longitudinal.

O refinamento do grupo sobre as pré-concepções nos conduziu a reunir as concepções alternativas apresentadas pelos diversos estudos em sete (7) grandes esquemas de conhecimento, onde cada esquema representa um modelo causal, isto é, um mecanismo explanatório comum. Os esquemas identificados para a causa das estações são:

- Dependência da Distância (de longe, o mais freqüente, a explicação preferida): esta dependência está baseada na visão de que, quanto mais próximo se está de uma fonte de calor, mais quente fica. As estações são explicadas através da variação da distância da Terra ao Sol. Neste esquema, a variação é explicada ou devido à forma elíptica da órbita da Terra ou devido à inclinação do eixo da Terra, que faz faixas de latitude ficarem mais próximas do Sol em certas épocas do ano;

- Dependência da Orientação: esta dependência está baseada na percepção de que o calor depende de onde bate o Sol diretamente. De uma maneira geral as estações são explicadas porque onde bate o Sol está quente e é verão, onde não bate é inverno;
- Dependência da Obstrução: esta dependência baseia-se na percepção de que ocorrem alterações da intensidade através da obstrução de um corpo brilhante por outro menos brilhante. As estações são explicadas por ocultações periódicas da superfície do Sol;
- Dependência da Velocidade: esta dependência está baseada na percepção de que o calor depende do tempo de aquecimento. As estações são explicadas considerando-se os tempos de exposição aos raios solares, isto é, dependem das velocidades de rotação e de revolução da Terra e do Sol;
- Dependência conjunta da Distância e Orientação: esquema híbrido, onde as estações são explicadas como resultado da influência da distância e da orientação relativa;
- Dependência da Inclinação dos Raios: esquema Científico ou próximo, no qual a inclinação dos raios solares ou a altura do Sol sobre o horizonte é a explicação;
- Associações Alternativas: são um conjunto de pré-concepções, em que não existe a idéia de um modelo científico completo, mas sim fragmentos de observação do dia a dia das pessoas. Estes fragmentos podem ser agrupados em dois aspectos: um, em que ocorre a confusão da causa com efeito, como se pode ver pelas afirmativas “os dias são mais longos no verão” [Galili & Lavrik 1998], “mudanças nas plantas causam as estações” [Baxter 1989]; outro, em que pesam os fatores climatológicos, como por exemplo, “as correntes oceânicas carregam o calor” [Sadler 1993], “os graus variados de poluição diluem a luz solar” [Aron 1994].

5. Conclusões

Mais de cinco dezenas de respostas sobre a causa das estações foram colhidas nos dezesseis artigos selecionados, a partir do extenso levantamento realizado por Duit (2002). A identificação dessas pré-concepções ajudará, segundo uma visão construtivista, na elaboração de estratégias de ensino-aprendizagem capazes de produzir mudanças conceituais.

O uso da metodologia de redes sistêmicas facilitou a condensação das respostas em sete esquemas de conhecimento, onde cada uma representa um modelo mental. O programa Gerador de RS agilizou muito o processo de montagem dessas redes, encorajando o uso intensivo do trabalho colaborativo. A aplicação do GRS a um problema real de pesquisa trouxe duas contribuições: permitiu a identificação de deficiências na sua operação e o seu conseqüente aperfeiçoamento; e a rápida identificação dos paradigmas nas análises das várias aplicações em pré-concepções. Como exemplo, um dos problemas encontrados na versão inicial, foi o excessivo tempo necessário para a criação das RS no servidor WEB. A solução foi trazer a estruturação da RS para o computador do usuário, mantendo o modo de visualização via WEB.

Referências

- Aron, R., Francek, M., Nelson, B., Bisard, W. (1994), "Atmospheric misconceptions", *The Science Teacher* 61, 31-33.
- Atwood, R., Atwood, V. (1996), "Preservice elementary teachers' conceptions of the causes of seasons", *Journal of Research in Science Teaching* 33(5), 553-563.
- Baxter, J. (1989), "Children's understanding of familiar astronomical events", *International Journal of Science Education* 11, 502-513.
- Bisch, S.M. (1998), "Astronomia no Ensino Fundamental: Natureza e Conteúdo do Conhecimento de Estudantes e Professores", *Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Educação da USP, São Paulo*.
- Bliss, J., Monk, M., Ogborn, J. (1983), "Qualitative Data Analysis for Educational Research: A guide of systemic networks", London: Croom Helm.
- Camiletti, G. (2001), "A Modelagem Computacional Semiquantitativa no Estudo de Tópicos de Ciências: Um Estudo Exploratório com Estudantes Universitários", Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Ciências Exatas.
- Camino, N. (1995), "Ideas previas y cambio conceptual en astronomia. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la luna", *Investigacion Y Experiencias Didacticas* 13(1), 81-96.
- Duit, R. (2002), "Bibliography: Students' and Teachers' Conceptions and Science Education", disponível em <http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/stcse.html>.
- Elia, M.F., Sampaio, F.F. (2001), "Plataforma Interativa para Internet: Uma proposta de Pesquisa-Ação a Distância para professores", *Anais do XII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, 102-109.
- Galili, I., Lavrik, V. (1998), "Flux concept in learning about light: A critique of the present situation", *Science Education* 82(5), 591-613.
- GINAPE (2002) "O Estado da Arte dos NTEs do Brasil: Um Estudo de Levantamento de Dados", Grupo de Informática Aplicada a Educação, *Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE 2002*, Editora UNISINOS, São Leopoldo, RS.
- Kikas, E. (1998), "The impact of teaching on student's definitions and explanations of astronomical phenomena", *Learning and Instruction* 8(5), 439-454.
- Novak, J. (1977), "A Theory of Education", Ithaca, NY, Cornell University Press.
- Ojala, J. (1992), "The third planet", *International Journal of Science Education* 14(2), 191-200.
- Parker, J., Heywood, D. (1998), "The earth and beyond: Developing primary teachers' understanding of basic astronomical events", *International Journal of Science Education* 20(5), 503-520.
- Roald, I., Mikalsen, O. (2001), "Configuration and dynamics of the Earth-Sun-Moon system: An investigation into conceptions of deaf and hearing pupils", *International Journal of Science Education* 23(4), 423-440.

- Sadler, P. M. (1993), "Teachers' misconceptions of their students' learning", In J. Novak, *Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*. Ithaca, New York: Cornell University (distributed electronically).
- Sharp, J. (1996), "Children's astronomical beliefs: A preliminary study of year 6 children in south-west England", *International Journal of Science Education* 18(6), 685-712.
- Shore, L. S., Kilburn, R. (1993), "The effect of astronomy teaching experience on the astronomy interests and conceptions of elementary school teachers", In J. Novak, *Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*. Ithaca, New York: Cornell University (distributed electronically).
- Summers, M., Mant, J. (1995), "A survey of British primary school teachers' understanding of the earth's place in the universe", *Educational Research* 37(1), 3-19.
- Trumper, R. (2001), "A cross-age study of junior high school students' conceptions of basic astronomy concepts", *International Journal of Science Education* 23(11), 1111-1123.
- Weigel, S. (1996), "The earth and the sun: A seasonal misconception", *Science Scope* 30, 30-33.