

## A ESTRUTURA DOS ELEMENTOS DE METODOLOGIA CIENTÍFICA NO TEXTO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS EM CIÊNCIAS DA SAÚDE

Carlos Henrique Marcondes, [marcon@vm.uff.br](mailto:marcon@vm.uff.br)

Marília Alvarenga Rocha Mendonça, [mariliaalvarenga@terra.com.br](mailto:mariliaalvarenga@terra.com.br)

Departamento de Ciência da Informação

Luciana Reis Malheiros, [malheiro@vm.uff.br](mailto:malheiro@vm.uff.br)

Departamento de Fisiologia e Farmacologia

Universidade Federal Fluminense, Niterói – RJ, Brasil

### RESUMO

Elementos de metodologia científica, como dados factuais, formulação do problema, metodologia utilizada, hipóteses e conclusões são encontrados, implícita ou explicitamente, no texto de artigos científicos. Num ambiente de publicações eletrônicas se a estrutura destes elementos pudesse ser extraída ou capturada como subproduto do processo de publicação eletrônica, formalizada e representada em formato legível por programas, o processamento desta estrutura por programas – agentes inteligentes de “software” – poderia melhorar o processo de comunicação científica. Isto tornaria possível recuperação semântica, citações semânticas, comparação e verificação de coerência. A base de conhecimentos assim obtida e representada permitiria também validar um artigo científico comparando-o com ontologias que expressassem o conhecimento público aceito em determinada área científica, como a UMLS – Unified Medical Language System. Um modelo da estrutura dos elementos de metodologia científica contidos no texto de um artigo, sua “estrutura profunda”, representada em XML é proposto. Tal modelo aponta em direção a uma Linguagem de Marcação de Metodologia Científica, similar às pioneiras CML- Chemical Markup Language -, SBML – System Biology Markup Language – MathML – Mathematical Markup Language e para propostas mais gerais como STMML - Scientific Technical and Medical Markup Language. A pesquisa apresentada aqui expõe o modelo proposto, discute suas características e seu potencial como ferramenta cognitiva no contexto da iniciativa Web Semântica. O formato do texto de artigos científicos em áreas com as Ciências da Saúde é altamente estruturado. Esta pesquisa também analisa artigos científicos em um periódico eletrônico em Ciências da Saúde a fim de identificar estes elementos de metodologia científica em cada artigo, com o objetivo de validar o modelo. Este também foi concebido para servir de base para o desenvolvimento de novas e mais efetivas ferramentas de “software” de publicação eletrônica e de recuperação de informações na Web.

**Palavras-chave:** publicações eletrônicas, comunicação científica, metodologia científica, XML, Web Semântica, ontologias médica na Web, ferramentas de autoria, e-ciência, metaanálise.

### SCIENTIFIC METHODOLOGY ELEMENTS STRUCTURE IN THE TEXT OF HEALTH SCIENCE EJOURNAL ARTICLES

### ABSTRACT

Elements of the scientific methodology, as factual data, the problem statement, the methodology used, hypotheses, results and conclusions, are embedded, implicitly or explicitly, in the text of scientific articles. In a Web Publishing environment, if the scientific methodology elements structure of digital articles could be extracted or captured as a by-product of the Web publishing process, then formalized and represented in a machine readable format, the processing of these structure through programs - intelligent software agents - would enhance the scientific communication process. This would enable semantic retrieval, critical inquiring, semantic citation, comparison and coherence verification. The knowledge-base thus extracted and represented would also permit validating a scientific article against public Web ontologies, which express the assented knowledge of a scientific area like the UMLS – Unified Medical Language System. A model of the scientific methodology elements structure, its “deep structure”, represented in XML, is proposed. This model points toward a Scientific Methodology Markup Language – Sm-ML, similar to the pioneering CML – Chemical Markup Language, SBML - System Biology Markup Language, MathML - Mathematical Markup Language and more general approaches such as STMML – Scientific Technical and Medical Markup Language. The research reported here exposes the model proposed, discusses its features and its potential as a cognitive tool in the context of the Semantic Web initiative. The text format of scientific articles in areas such as Health Science are highly structured. This research also examines scientific articles in an electronic Health Science journal in order to identify scientific methodology elements of each article in order to validate the model proposed. The model is also conceived as the base for developing enhanced authoring and retrieval Web tools.

**Key-words:** electronic publishing; scientific communication; scientific methodology; XML; Semantic Web, medical web ontologies; authoring tools; e-science; meta-analysis

## 1. INTRODUÇÃO

*“Os diferentes fragmentos de informação contidos nos diferentes trabalhos primários precisam ser reunidos e fundidos numa só peça, compondo uma coerente máquina intelectual” (Ziman, 1979, p. 135).*

Elementos de metodologia científica, como dados factuais, formulação do problema, metodologia utilizada, hipóteses e conclusões são encontrados, implícita ou explicitamente, no texto de artigos científicos. Nesta perspectiva, pode-se conjecturar se o documento científico digital, publicado na Web, que hoje já é construído e estruturado dentro de um formalismo muito grande, em especial nas Ciências da Saúde, não poderia evoluir no sentido de incluir *além* de suas partes textuais tradicionais (Introdução, Metodologia, Resultados, Conclusões), e conter também suas conclusões ou o *conhecimento novo* representado em meio legível por computador? Este conhecimento assim representado poderia também ser *ligado* por vários tipos de relações (por ex: *se baseia em, contesta, referenda*) à bases de conhecimento público em determinada área, disponíveis também na Web. Isto permitiria que os novos conhecimento resultado de um artigo científico pudessem se acoplar a bases de conhecimento públicas – as chamadas ontologias - em determinado domínio, materializando assim a proposta de Ziman, do conhecimento

científico como um empreendimento coletivo, onde a contribuição de um pesquisador se soma, como “mais um tijolo na construção do edifício da Ciência”.

As publicações científicas eletrônicas, os periódicos eletrônicos, são ainda hoje fortemente calcadas no modelo do periódico em papel, não aproveitam toda a potencialidade da publicação em meio digital na Web; sua indexação para fins de recuperação nos sistemas de informação documentais se baseia no conceito de “aboutness”, ou seja, os artigos “*são sobre*” os termos de indexação a ele associados, *de uma maneira vaga*; são dependentes de um longo processo de leitura, avaliação e citação pelos pares para que os novos conhecimentos possam enfim ser incorporados ao acervo de conhecimento público aceito num determinado campo.

Por outro lado, desde o advento do computador e principalmente com o surgimento da Web, pesquisas têm sido desenvolvidas no sentido de utilizar esta ferramenta como extensão das capacidades cognitivas humanas. Pierre Lévy (1993) assinala que as possibilidades cognitivas de uma determinada cultura humana, historicamente determinada, estão relacionados com as ferramentas cognitivas que esta cultura dispõe. Dentro desta visão, a passagem que vivenciamos hoje, dos documentos em papel para os documentos digitais, constitui-se numa *mudança de qualidade*, cujas conseqüências ainda não estão totalmente claras. O documento digital, em especial no contexto da Web e processado por ferramentas de “software” cada vez mais poderosas, tem a possibilidade de se constituir numa nova e poderosa ferramenta cognitiva.

A iniciativa Web Semântica (Berners-Lee, 2001) objetiva delinear uma nova Web em que documentos eletrônicos não sejam, como hoje, voltados para serem lidos por humanos, mas conteriam *conhecimento*, legível por programas – os “agentes inteligentes” -, de forma tal que possamos agenciar estes programas para a realização de tarefas com um grau mais sofisticado de inteligência, realizando inferências e deduções. Para que este cenário seja viável, o conhecimento de diferentes domínios deve estar formalizado dentro de uma compreensão comum, padronizada e representados também em formato legível por programas – as ontologias -, para que possam ser utilizados pelos “agentes inteligentes”.

Esta pesquisa é uma proposta de análise da *forma* do artigo científico. Que elementos da forma e da estrutura do texto de um artigo científico podem ser associados a novas descobertas, ao novo conhecimento veiculado por ele ou a sua contribuição para o incremento do conhecimento em determinada área? Será que a identificação e o tratamento destes elementos formais correspondentes ao método científico, como a formulação do problema, a metodologia, a hipótese, os resultados e as conclusões, não poderia permitir sua representação em meio legível por máquina, sua sistematização o estabelecimento de relacionamentos entre o conhecimento veiculado no artigo com o conhecimento já estabelecido em determinada área do conhecimento?

O conhecimento novo contido em um artigo científico, representado além de textualmente, como uma ontologia processável por máquina, poderia permitir seu processamento por programas de modo a viabilizar recuperação semântica, avaliação de sua consistência interna e externa, cotejando-o com o conhecimento já estabelecido em determinada área do conhecimento, contido também em ontologias públicas na Web, como por exemplo a

## 2. QUADRO CONCEITUAL

O método científico, ou seja, o conjunto de procedimentos que permitiria investigar a natureza e extrair suas regularidades e leis tem marcos importantes com obras como o *Novum Organum* de Francis Bacon e o *Discurso do Método*, de Descartes. São aí estabelecidas as bases do método indutivo e do experimento científico, em que resultados de experiências controladas, permitem a generalização de uma lei científica.

Toda a atual literatura sobre metodologia científica é influenciada pela proposta de Karl Popper (2001), consubstanciada no chamado método hipotético-dedutivo. Segundo a proposta de Popper, todo o conhecimento é provisório; a finalidade da ciência seria propor teorias e hipóteses para explicar problemas, e propor métodos de prova e realiza-los, no sentido de provar a falseabilidade das teorias e hipóteses.

Neste sentido, as hipóteses, enquanto explicação (provisória) para um fenômeno, tem uma importância decisiva para orientar o desenvolvimento da Ciência. Uma hipótese pode ser formulada como uma sentença do tipo “*Se X então Y*”, ou seja, dada certa condição X segue-se como consequência Y (Marconi, 2004, p. 141).

De um modo geral, segundo vários autores (Marconi, 2004, p.78), o método hipotético dedutivo constaria das seguintes etapas:

- fatos problemáticos
- reconhecimento e formulação do problema de pesquisa ou pergunta a ser respondida
- construção de uma hipótese que explique ou responda (provisoriamente) o problema
- teste da hipótese
- exposição dos resultados dos testes
- conclusão: confirmação (provisória) ou refutação da hipótese

A formalização de conhecimentos, sua representação em meio legível por computador e seu uso constitui a linha de pesquisa das chamadas ontologias. Numa definição bastante genérica “*ontologia é especificação de uma conceitualização*” (Graber). Hoje avança-se em diferentes áreas de conhecimento para a constituição de grandes bancos de conhecimento, sob a forma de conjuntos de ontologias sobre determinado assunto. Entre estas iniciativas destaca-se a da National Library of Medicine, dos EUA, a Unified Medical Language System.

Embora a UMLS e outras ontologias médicas sejam hoje ainda basicamente taxonômicas e terminológicas, pode-se esperar que evoluam no sentido de autênticas bases de conhecimento, contendo o conhecimento validado e estabelecido na área médica. A estas ontologias públicas, disponíveis na Web, poderão em breve ser acoplados via Internet sistemas de diagnóstico, previsão e validação de dados médicos. Em

<http://ontology.ig.rm.cnr.it/onto/publ.html> pode-se identificar o desenvolvimento de várias ontologias, em especial na área médica.

Por outro lado, existem já várias experiências e propostas de uso da linguagem XML – Extended Markup Language - para publicar na Web artigos científicos. Entre as experiências mais significativas, pode-se destacar a pioneira proposta da CML – Chemical Markup Language (Murray-Rust, 1999), a proposta da SBML - System Biology Markup Language (Hucka, 2003), da MathML - Mathematical Markup Language e uma proposta menos específica, a STMML – Scientific Technical and Medical Markup Language (Murray-Rust, 2002). Todas estas experiências no entanto, tentam tirar partido das vantagens da linguagem XML para melhorar a representação de características específicas destas modalidades científicas, como fórmulas matemáticas, moléculas químicas e compostos orgânicos no texto de artigos científicos publicados digitalmente. Nenhuma destas propostas endereça questões relativas à metodologia científica dos artigos, suas partes, nem à sua representação em formato legível por programas, como é endereçado na presente proposta.

A explicitação de conteúdos de processáveis por programas já foi identificada como importante para outros tipos de documentos na área de Ciências da Saúde que não o artigo científico, objeto desta pesquisa. As propostas reportadas por Kahn (1998) para relatórios e por Dolin et al. (2001), de uma “Clinical Document Architecture”, para relatórios clínicos, prontuários, etc, evidenciam esta importância.

### **3. O ARTIGO CIENTÍFICO: FORMA, CONTEÚDO E NOVIDADE CIENTÍFICA**

A hipótese desta pesquisa é o resultado de pesquisa teórica desenvolvida anteriormente (MARCONDES, 2005), que resultou num modelo inicial do que esta sendo chamado aqui de “estrutura profunda” do artigo científico, que corresponderia aos componentes do método científico encontrados no texto do artigo científico. Esta proposta de modelo tem agora que ser testada empiricamente. Este é o objetivo específico da presente proposta. Esta hipótese pode ser assim formulada.

O artigo científico, publicado em meio digital na Web, em especial na área de Ciências da Saúde, tem uma estrutura altamente formalizada:

*“The text of observational and experimental articles is usually (but not necessarily) divided into sections with the headings Introduction, Methods, Results, and Discussion. This so-called “IMRAD” structure is not simply an arbitrary publication format, but rather a direct reflection of the process of scientific discovery”* \*.

De acordo com estas recomendações, um artigo científico tem as seguintes partes: Problema, Hipótese, Objetivos, Metodologia, Resultados, Discussão e Conclusões.

---

\* Uniform requirements for manuscripts submitted to Biomedical journals: writing and editing Biomedical publications, <http://www.icmje.org>.

Chomsky (1981) afirma que existe em todas as línguas faladas uma “estrutura profunda”, comum a todas elas, formada por um agente, uma ação e um objeto desta ação. Haveria então uma “estrutura profunda” comum a todos os artigos científicos, formada por: problemas, quadro conceitual, hipóteses, metodologia, resultados e conclusões.

Ao publicar eletronicamente na Web seu artigo, assistido por uma ferramenta de autoria, um “software”, o pesquisador/autor poderia ser conduzido pelo “software”, a medida que produz seu texto, o descreve e o indexa, a também derivar do texto sua “estrutura profunda”, possibilitando que a ferramenta de autoria possa registrá-la como uma ontologia em meio legível por computador, expressando o conhecimento novo contido no artigo. Esta ontologia, específica ao artigo, poderia então ser processada por “agentes inteligentes”, ser cotejada com ontologias públicas e com outros artigos publicados eletronicamente e disponíveis na Web, que expressassem o conhecimento estabelecido em determinada área. Uma antevisão de todo este ambiente de publicações eletrônicas pode ser vista na figura do Anexo 1.

A seguir esta delineada a proposta de uma “estrutura profunda” para um artigo científico, representada em XML.

```
<estrutura_profunda_do_artigo_científico>
  <fato>... </fato> ...           (novos fenômenos)
  <problema> ... </problema>     (questões)
  <método>
    <metodologia> ... </metodologia>
  </método>
  <pressuposto> ... </pressuposto>
  <hipotese>                       (resposta provisória)
    <condição_contextual> ... </condição_contextual> ...
    <causa> ...
      <link para base de conhecimento > ... <link para base de
        conhecimento>
    </causa> ...
    <consequência> ...
      <link para base de conhecimento > ... <link para base de
        conhecimento >
    </consequência> ...
  </hipotese>
  <resultado> ... </resultado> ... (dados resultantes de experiências
    controladas ou coletados empiricamente –
    também links para arquivos com dados de
    resultados)
  <conclusão> ...                 (ratificação ou refutação da hipótese)
    <link para base de conhecimento> ... <link para base de
      conhecimento>
  </conclusão> ...
  <citação>
```

<referência\_bibliográfica> ... </referência\_bibliográfica>  
<link referência bibliográfica> ... </link referência bibliográfica>  
<motivo\_para\_citar> ... </motivo\_para\_citar>  
</citação> ...  
</estrutura\_profunda\_do\_artigo\_científico>

De uma maneira muito genérica o modelo proposto pode ser descrito da seguinte maneira. Os *Fatos* descrevem o novo fenômeno. Este *Fatos* são sintetizados sob a forma de um *Problema* formulado que é a questão que a pesquisa deve tentar responder. O elemento *Método* contém detalhes do enfoque sob o qual o problema vai ser tratado e em *Metodologia*, detalhes de procedimentos específicos a serem adotados. Em *Pressupostos* são registradas os pontos de partida e limitações de que parte a pesquisa. A *Hipótese* constitui a resposta provisória ao *Problema* proposto; ela é composta de *Condições contextuais*, que limitam o contexto da experiência e de um relacionamento entre Causas e *Conseqüências*, que se constitui no coração da *Hipótese*. A seguir aparecem os *Resultados* obtidos e as *Conclusões*, confirmando ou refutando a *Hipótese*.

Inseridos no meio de cada um destes elementos existem “links” relacionando conceitos encontrados num dado elemento da estrutura profundo de um artigo com conceitos existentes na base de conhecimento que expressam o conhecimento público aceito em determinada área científica. Estes relacionamentos podem confirmar conhecimentos existentes, podem refutar conhecimentos existentes ou podem propor novos relacionamentos ainda não reconhecidos na base de conhecimentos existente.

Espera-se que, com o desenvolvimento e validação do modelo aqui proposto, este possa servir de base para a construção de “software”/ferramentas de autoria que possibilitariam, entre outras coisas, a recuperação semântica de informações ou seja, possibilidade de um SRI recuperar documentos contendo temas dentro de contextos definidos. A prática da medicina baseada em evidências (MBE) tem crescido na área médica. A MBE (CIMA, et al, 2000) pode ser definida como um processo de descobrir sistematicamente, avaliar e usar achados de pesquisa como base para decisões clínicas que podem ser desde qual o melhor medicamento para tratar uma determinada doença até o prognóstico esperado da mesma. Nesse contexto, a revisão sistemática - com ou sem metanálise - é um recurso fundamental e consiste em um tipo de síntese crítica dos resultados das pesquisas científicas que abrangem um problema em particular. Esta recuperação semântica facilitaria em muito processos de metaanálise.

Possibilitaria também avaliar a consistência e coerência interna de uma nova contribuição à ciência, comparando-a com as bases de conhecimento público de uma área. Desta forma, a validação e a incorporação de novos conhecimentos à Ciência poria ser apoiada de forma consistente, por ferramentas de “software”, permitindo uma maior consistência e rapidez na incorporação de novos conhecimentos ao corpo da Ciência.

No estágio atual, não é intenção da pesquisa pensar na construção desta ferramenta de “software” de autoria e sim, validar empiricamente o modelo proposto. Esta pesquisa empírica esta delineada a seguir.

Serão analisados artigos do periódico *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, disponibilizados através do SciELO, <http://www.scielo.br>. No “site” do periódico são apresentadas estatísticas dos artigos mais consultados. Considerou-se que estes artigos deveriam trazer as contribuições mais expressivas para o conhecimento da área e por isso, constituíram o material da pesquisa.

Para apoiar a análise, o texto de cada artigo será acompanhado do texto do seu correspondente registro na base de dados LILACS. Este registro pode oferecer elementos importantes para a análise pretendida, como Resumo/Abstract e os descritores padronizados de acordo com o tesouro DECS – Descritores em Ciência da Saúde. A análise consistirá em extrair do texto do artigo os elementos de metodologia científica conforme o modelo proposto. Cada um dos elementos então será analisado para verificar se contém conceitos existentes no DECS. Esta análise permitirá verificar até que ponto termos contidos num dos elemento de metodologia científica de um artigo se relacionam formalmente com conceitos contidos em tesouros, ontologias ou bases de conhecimento que expressem o conhecimento público aceito em determinada área científica.

Verifica-se nos artigos analisados até agora a existência de elementos terminológicos e elementos estruturais relativos a pelo menos três instâncias diferentes: relativos a metodologia científica de forma genérica, como *problema*, *hipóteses*, *metodologia*, *conclusões*, etc; relativos a metodologia científica específica da área de conhecimento em consideração, no caso as Ciências da Saúde, como: *in vitro*, *in vivo*, *polymerase chain reaction*, etc; e elementos terminológicos específicos da área de conhecimento em consideração como *human papillomavirus*, *neoplastic cervical lesions*, etc. O modelo teria que permitir combinar estes diferentes elementos usando provavelmente a facilidade de “name spaces” da linguagem XML (<http://www.w3.org/TR/1998/WD-xml-names-19980916>).

#### 4. CONCLUSÕES

A publicação de artigos científicos simultaneamente como texto e em formato legível por programas parecer ser uma perspectiva promissora, cujas potencialidades devem ser mais exploradas. O modelo delineado aqui é uma aproximação inicial de uma proposta mais abrangente cujo objetivo é formalizar os resultados da comunicação científica num formato legível por programas. O modelo aponta na direção de uma linguagem de marcação de metodologia científica, proposta como um padrão para formalizar e codificar o conhecimento contido em artigos científicos.

A formalização da “estrutura profunda” de artigos científicos, na forma de bases de conhecimento legíveis pro programas ampliará as possibilidades de questionamento crítico, consultas semânticas e validação da contribuição de um artigo para a Ciência. O objetivo do modelo proposto é também abrir uma discussão na comunidade científica que aponte para a constituição e padronização de uma Linguagem de Marcação de Metodologia Científica. Tal linguagem, por encerrar uma potencialidade muito grande para o desenvolvimento da ciência, deve ser uma construção coletiva da comunidade científica.

Muitas questões ainda permanecem abertas. É possível um modelo geral de “estrutura profunda” do conhecimento contido num artigo científico? Será a “estrutura profunda” aqui delineada comum a todas as áreas de conhecimento ou haverá modelos específicos para diferentes áreas de conhecimento? Atualmente estas são questões ainda em aberto e pesquisas a serem realizadas.

## BIBLIOGRAFIA

Berners-Lee, Tim, Hendler, James, Lassila, Ora. The semantic web. **Scientific American**, 2001, May. Disponível em <<http://www.scian.com/2001/0501issue/0501berners-lee.html>>, visitado em 24 maio 2001.

Ref: Cima, Mauricio S.; Soares, Bernardo.G.O.; Bacalchuk, Josué. Rev. Bras. Psiq., 2000, 22(3): 142-6..

Chomsky, Noan. Regras e representações: a inteligência humana e seus produtos. Rio de Janeiro : Ed.Zahar; 1981.

Dolin, Robert H., Alschuler, Liora, Beebe, Calvin, Biron, Paul v., Boyer, San, Essin, Daniel, Kimber, Elliot, Lincon, Tom, Matti, John. The HL7 Clinical Document Architecture. J. Am. Med. Inform. Assoc., 2001, Nov-Dec., 8(6):552-569. Disponível em <<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=130066&tools=bot>>. Acesso em 01 ago. 2005.

Gruber, Tom. What is an ontology?. Disponível em <<http://www.ksl.stanford.edu/ksl/what-is-an-ontology.html>>. Acesso em 05 jun. 2004.

Hucka, Michel; Finney, Andrew; Suro, Hubert; Bolouri, Hahmid.. System Biology Markup Language (SBML) Level 1: structures and facilities for basic model definitions. 2003. Disponível em <<http://www.sbml.org/specifications/sbml-level-1/version-2/sbml-level-1-v2.pdf>> . Acesso em 1 Dez. 2004.

Kahn, Charles E. Jr. Self-documenting reports using open information standards. **Medinfo**, 1998. Disponível em <<http://www.mcw.edu/midas/papers/Medinfo-1998.pdf>>. Acesso em 21 Ago. 2004.

Lévy, Pierre, As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática. Rio de Janeiro : Ed. 34; 1993.

Marcondes, Carlos H. From scientific communication to public knowledge: the scientific article Web published as a knowledge base. In: Egelen, Jan, Dobрева, Milena, editores. ICCC EIPub - International Conference on Electronic Publishing, Leuven, Bélgica, 2005, 9, Proceedings... Leuven, Bélgica, 2005. p.119-27.

Marconi, Marina de Andrade; Lakatos, Eva Maria. Metodologia científica. São Paulo : Editora Atlas; 2004.

Murray-Rust, P; Rzepa H. S.. STMML. A markup language for Scientific, Technical and Medical Publishing. Data Science Journal, 2002; 1(2): 128-93. Disponível em <[http://journals.eecs.qub.ac.uk/codata/journal/contents/1\\_2/1\\_2pdfs/ds121.pdf](http://journals.eecs.qub.ac.uk/codata/journal/contents/1_2/1_2pdfs/ds121.pdf)>. Acesso em 1 dez. 2004.

Murray-Rust, P; Rzepa H. S.. Chemical Markup, XML and the worldwide web. I: basic principles. Journal of Chemical Information and Computer Science, 1999; 39: 928-42.

Popper, Karl. A lógica da pesquisa científica. São Paulo : Ed. Cultrix, Ed. USP; 2001.

Ziman, John. Conhecimento público. Belo Horizonte : Itatiaia, São Paulo : Ed. da Universidade de São Paulo; 1979.

## Anexo 1 – Modelo proposto

