Uso da ferramenta PreText para mineração de textos extraídos do NCBI para estudo epistemológico da Informática em Saúde

Eliane Colepícolo¹

Edson Takashi Matsubara²

Alex Esteves Jaccoud Falcão¹

Ivan Torres Pisa¹

Resumo: Este artigo apresenta a utilização da ferramenta PreText como técnica auxiliar a uma pesquisa sobre epistemologia da Informática em Saúde (IS), que visa inferir se a IS se caracteriza como ciência, tecnologia, tecnociência ou arte. O PreText tem por objetivo realizar pré-processamento de textos, transformando-os em um formato estruturado, usando a abordagem bag-of-words, e foi aplicado aos metadados de 437.289 resumos de artigos científicos extraídos da base PubMed Central. Os resultados do processamento foram exportados para uma base de dados e relacionados a um coleção de termos de um tesouro especializado em IS construído pelos autores, denominado EpistemIS, e aos metadados dos artigos para geração de estatísticas. Tais relações possibilitaram compreender a epistemologia da IS, inferindo que esta é uma tecnociência interdisciplinar que atua nos domínios das Ciências da Vida, Ciências da Saúde e Cuidado em Saúde.

Abstract: This article presents the PreText tool as auxiliary technique to a research on Health Informatics (HI) epistemology, which aim to understand, through text mining, among other methods and techniques, if the HI is characterized as science, technology, technoscience, or art. The PreText is used to execute texts preprocessing, transforming these texts in structured format using a bag-of-words approach. It was applied in 437,289 abstracts of articles extracted from PubMed Central database. The results were exported to a database and related to a terms collection from a specialized thesaurus in Medical Informatics built by the authors, dubbed EpistemIS, and to the articles metadata for statistics generation. These relations make possible a HI's epistemological study, concluding that this is an interdisciplinary technoscience in Biological Sciences, Health Sciences, and Health Care domains.

¹ DIS/UNIFESP. Rua Botucatu, 864 - Vila Clementino - São Paulo/SP - Brasil {colepicolo-pg@dis.epm.br; falcao-pg@dis.epm.br,ivan.pisa@unifesp.br}

² ICMC/USP. Av Carlos Botelho - Cid. Universitária - São Carlos/SP - Brasil {edsontm@icmc.usp.br}

1 Introdução

A Inteligência Artificial (IA), como subárea da Ciência da Computação, vem sendo largamente utilizada em uma série de aplicações científicas, tecnológicas, industriais e até mesmo no comércio e serviços. A IA pode ser definida como a ciência e engenharia de construção de máquinas inteligentes, e em particular, de programas de computadores inteligentes [1]. Podemos dizer que normalmente um computador é programado para emular um tipo de inteligência, e não muitos, pois um programa de IA é desenvolvido ad hoc, ou seja, para resolver problemas específicos de um domínio também específico [2]. Para a IA, não existem problemas, nem soluções típicas, mas existem técnicas que permitem definir o tipo de sistema que se deseja desenvolver. Um dessas técnicas é o Processamento de Linguagem Natural (PLN), cujo principal objetivo é transformar a linguagem natural em linguagem artificial.

A linguagem é definida [3] como a faculdade natural de usar uma língua, ao passo que a língua constitui algo adquirido e convencional, um sistema de signos distintos correspondentes a idéias distintas. A linguagem artificial surge como uma forma de transformar a linguagem natural legível por computador, o qual está vinculado à Linguística Computacional. O PLN tem por objetivo desenvolver uma teoria computacional da linguagem, usando notações de algoritmos, estruturas de dados e técnicas da Ciência da Computação [4].

Neste artigo utilizamos a mineração de textos, que utiliza recursos de PLN e lida com a extração de conhecimento e informação em bases textuais [5]. Há vários tipos de mineração de textos, entre eles: sumarização, para resumo de artigos; clustering, para agrupamentos de documentos; classificação de ou associação entre dados, informação, conhecimento e documentos. Para que ocorra a mineração de textos, há uma etapa de recuperação de informação, que envolve a coleta dos textos a serem minerados, cujo conjunto é denominado corpus. A busca estratégica para construção deste corpus pode envolver o uso de operadores lógicos e de proximidade, mas torna-se mais eficaz se baseada em tesouros [6], que podem ser definidos como vocabulários controlados que representam hierarquias, relações de equivalência, pertinência e associações entre os termos. Existem muitos softwares para mineração de textos disponíveis no mercado, entre eles, o PreText[®], ferramenta desenvolvida pelo pesquisador Edson T. Matsubara, no Laboratório de Inteligência Computacional (LABIC), do Instituto de Ciências Matemáticas e Computação da Universidade de São Paulo [7]. O PreText vem sendo utilizado em outros trabalhos científicos como ferramenta para mineração de textos, tais como os desenvolvidos por Martins [8] e por Matsubara [9].

Neste trabalho, a mineração de textos com PreText foi utilizada como técnica auxiliar a uma pesquisa que resultou em uma dissertação de mestrado [10] sobre a epistemologia da Informática em Saúde (IS). A epistemologia é o ramo da filosofia da ciência que trata da cientificidade de uma área do conhecimento, é a ciência da ciência [11]. Assim, a pesquisa

teve como objetivo compreender se IS se comporta como ciência, tecnologia, tecnociência ou arte, utilizando um conjunto de métodos integrados. O objetivo da mineração com PreText na pesquisa foi identificar em um corpus de artigos científicos associados a um tesauro especializado em IS os termos pertinentes à área de IS, cujos resultados possibilitaram inferências sobre a epistemologia da IS. Este artigo apresenta descrição sobre o uso do PreText e os resultados obtidos na pesquisa.

2 Materiais e Métodos

Os materiais (Figura 1) envolvidos na mineração de textos da pesquisa sobre a epistemologia da IS foram os seguintes: a) corpus de análise de metadados de artigos científicos da área no idioma inglês; b) ngramas¹ de resumos destes artigos, após a mineração de textos; c) um tesauro especializado em IS, denominado EpistemIS, construído por Colepícolo, Falcão e Pisa [10]. Os métodos utilizados foram: 1) a mineração de resumos dos artigos do corpus, usando PreText, que resultou no conjunto de ngramas dos termos dos resumos; 2) a aplicação do algoritmo de Porter [12] ao conjunto de termos do tesauro, que resultou no conjunto de ngramas dos termos do tesauro; 3) a elaboração de estatísticas envolvendo os ngramas dos resumos, os ngramas do tesauro e os metadados dos artigos do corpus, as quais permitiram inferências sobre a epistemologia da IS.

Figura 1 – Materiais e métodos.

¹ nGramas são seqüências de n termos ou radicais de termos (*stems*) consecutivos utilizados em mineração de texto para encontrar termos coincidentes em conjuntos de dados diferentes.

Corpus de Análise

Para o corpus de análise foi selecionado um conjunto de 437.289 artigos científicos, provenientes da base de dados PubMed Central [13], disponível no National Center Biotechnology Information (NCBI), um portal da National Library of Medicine (NLM), do período de 1997 e 2006. A pesquisa bibliográfica que resultou no corpus foi realizada a partir de uma estratégia de busca com 2.538 termos de Medical Subject Headings (MeSH) [14] (Quadro 1), provenientes das categorias consideradas próximas ao tema IS, utilizando o operador booleano “OR”, com objetivo de recuperar todo texto indexado por qualquer um dos termos selecionados.

Quadro 1 – Categorias MeSH utilizadas na pesquisa.

Categoria MeSH	Área
E05	Investigative Techniques
E07	Equipment and Supplies
L01	Information Science
N01	Population Characteristics
N02	Health Care Facilities, Manpower, and Services
N03	Health Care Economics and Organizations
N04	Health Services Administration
N05	Health Care Quality, Access, and Evaluation

A coleta do corpus envolveu a extração de metadados dos artigos em XML e conversão destes para uma base de dados relacional, utilizando algoritmos e códigos de programação em linguagem PHP. A extração dos metadados dos artigos foi feita por meio de um utilitário, chamado *efetch*, disponível no site do NCBI, próprio para obtenção de grandes quantidades de registros de suas bases de dados [15]. O utilitário (Quadro 2) consiste em uma URL base a qual podem ser aplicados parâmetros específicos para recuperação de registros das bases NCBI, a partir de seus respectivos PMIDs, ou seja, os códigos identificados únicos de cada artigo no sistema. A seguir, os metadados foram exportados para uma base de dados relacional.

Quadro 2 – Utilitário *efetch* do NCBI.

Utilitário	<i>efetch</i>	
Descrição	URL parametrizável que recupera registros das bases específicas nos formatos de apresentação e de saída especificados pelos parâmetros	
URL base	http://eutils.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/eutils/efetch.fcgi?db=pubmed&id=PMID&retmode=xml&report=medline	
Parâmetros	# (id=NNNNNN) or (query_key=NNN)	where NNN - number in the history
	# db=db_name	(mandatory)
	# report=[docsum, brief, abstract, citation, medline, asn.1, mlasn1, uilist, sgml, gen]	(Optional; default is asn.1)
	# mode=[html, file, text, asn.1, xml]	(Optional; default is html)
	# dispstart=first element to display, from 0 to – 1	(Optional; default is 0)
	# dispmax - number of items to display	(Optional; default is all elements)

Um dos metadados dos artigos do corpus é o resumo, ao qual foi aplicada a mineração de textos usando a ferramenta PreText, que resultou nos ngramas de todos os termos compostos por 1, 2 e 3 palavras dos resumos do corpus.

Tesouro EpistemIS

Foi desenvolvido um tesouro especializado em IS, denominado EpistemIS, com base no cabeçalho MeSH [14] transformado em tesouro MeSH [16] e integrado a conceitos e definições da literatura em IS. O tesouro EpistemIS contém uma série de atributos, entre os quais a classificação de cada um dos termos do tesouro em ciência, tecnologia, tecnociência ou arte (Figura 3). Por ser baseado no MeSH, tesouro validado por especialistas da NLM, e baseado em conceitos e definições provenientes da literatura especializada em IS, entende-se que estes critérios por si só, já asseguram a validação do tesouro EpistemIS.

As principais obras utilizadas para a extração de conceitos e definições da Informática em Saúde foram o “Handbook of Medical Informatics” de Van Bommel, publicada em 1999 [17] e o “Biomedical Informatics: computer Applications in Health Care and Biomedicine” de Shortliffe & Cimino, publicada em 2006 [18].

Para a classificação dos termos do EpistemIS, tomamos como base definições de ciência, tecnologia, tecnociência ou arte, denominados Metaconceitos da Ação e do Pensamento Humanos (MAPHs), baseadas em estudo epistemológico apresentado na dissertação de Colepícolo [10] (Figura 2):

Arte	Desenvolvimento de objetos e processos, baseado na subjetividade, na habilidade humana, com fins estéticos, ou seja, harmonia e beleza.
Ciência	Compreensão e/ou desenvolvimento de objetos e processos, fundamentado no método científico, com ou sem fins utilitários
Tecnologia	Desenvolvimento de objetos e processos, fundamentado na ciência e na objetividade e com fins utilitários
Tecnociência	Aplicação da ciência e da tecnologia na sociedade

Figura 2 – Definições dos MAPHs.

Também foram feitas classificações dos conceitos de cada termo do tesouro EpistemIS quanto à base conceitual, tipo conceitual, função e objetivo conceituais e quanto ao tipo de conceitos teóricos, com base no referencial teórico de Mário Bunge [19, 20].

The screenshot shows the 'Tesauro EpistemIS' interface. At the top, there's a search bar with 'Pesquisar' and a dropdown for 'Termo' set to 'Medical Informatics'. Below this, there are tabs for '1 Tesauro', '2 Relações', and '3 Definições'. The '1 Tesauro' tab is active, displaying details for 'TSID: 88'. The 'Tesauro' dropdown is set to 'MeSH & EpistemIS', 'Categoria' is 'Tecnociência', and 'Dt_atualização' is '23/10/2007'. The 'Termo_EN' is 'Medical Informatics', 'Termo_PT' is 'Informática Médica', and 'ngrama' is 'medic_informat'. There are several dropdown menus for 'Base Conceitual' (base filosófica), 'Funcao Conceitual' (Formal (básicos ou)), 'Conceito na Ciência' (Puro), 'Tipo Conceitual' (Relacional), 'Objetivo Conceitual' (Básico (fundamentc)), and 'Conceito Teórico' (Ontológico (matéria, processc)). Below these, there are sections for 'Definição (EN)', 'Definição (PT)', and 'Escopo'. The 'Definição (EN)' section contains the text: 'The field of information science concerned with the analysis and dissemination of medical data through the application of computers to various aspects of health care and medicine'. The 'Definição (PT)' section contains the text: 'O campo da Ciência da Informação que lida com a análise e disseminação de dados médicos por meio da aplicação de computadores sob vários aspectos do Cuidado em Saúde e Medicina'. The 'Escopo' section is empty. At the bottom, there's a 'Fonte' dropdown set to 'MESH, 2005'.

Figura 3 – Tela do programa de consulta ao tesauro EpistemIS.

A associação entre o corpus e o tesauro EpistemIS foi feita por meio de ngramas que possibilitaram identificar termos coincidentes entre os ngramas dos resumos e os ngramas dos termos do tesauro. Com o corpus e o tesauro EpistemIS disponíveis, foi possível iniciar o processo de mineração de textos usando o software PreText.

Mineração de Textos com PreText

O PreText é uma ferramenta computacional para mineração de textos desenvolvida na linguagem de programação Perl, que tem por objetivo realizar pré-processamento de textos, transformando estes textos em um formato estruturado legível por algoritmos de Aprendizado de Máquina, entre outras aplicações. Este pré-processamento baseia-se na abordagem *bag-of-words*, que transforma dados em um formato não estruturado para um formato estruturado, usando o recurso de “tabela atributo-valor”, na qual cada documento é representado como um vetor das palavras que ocorrem no documento ou como frases ou sentenças [7, 9].

No caso do PreText, foi proposta uma nova métrica para avaliar a relevância de um termo dentro de um documento, semelhante à *tfidf*, denominada *term frequency linear* (*tflinear*) [7, 9], baseada na métrica *term frequency – inverse document frequency*. Na *tflinear*, o fator de ponderação é linear e não logarítmico, variando entre 0 e 1, ou seja:

$$tflinear(t,d) = freq(t,d) * linear(t),$$

sendo que $linear(t) = 1 - d(t) / N$, na qual a variável N representa o número de documentos da coleção.

Além disso, foi proposta uma nova medida denominado smooth, que é ativada quando o fator de ponderação é igual a zero, ou seja, quando um termo aparece em todos os documentos. Quando ativado, ele aumenta temporariamente em 10%; desse modo, o fator não pode ser igual a zero. Maiores detalhes sobre as técnicas de mineração utilizadas no PreText podem ser encontradas na dissertação de mestrado de Matsubara [9].

Um dos problemas encontrados na mineração de textos é a dimensionalidade dos atributos de um corpus, ou seja, a relação entre o número de documentos da coleção, a quantidade de termos que aparece no total da coleção e a quantidade de termos que aparece em cada documento, que pode resultar numa matriz esparsa. Para resolver este problema, o PreText utiliza 3 técnicas de redução da dimensionalidade dos atributos, que são: algoritmos de Stemming, Lei de Zipf e os cortes de Luhn [7]. A Figura 4 mostra um exemplo de parâmetros e resultados obtidos com a execução do PreText. Os arquivos resultantes da mineração com PreText foram convertidos para formato de banco de dados relacional.

Parâmetros aplicados	Resultados obtidos (amostra de 326 abstracts)
PreText: stem.pl	Creating StemBase
Implemented by LABIC	=== one ===
=== PARAMETERS READ ===	Total Stems : 2701
language = ingl	Total Texts : 326
dirStemBase = stembase	stembase/oneGram.all created!
dirTextBase = textbase	stembase/oneGram.txt created!
dirStopList = stoplist	=== two ===
dirDiscover = discover	Total Stems : 5853
dirGraphics = graphics	Total Texts : 326
dirPredict = predict	stembase/twoGram.all created!
logFile = pretext.log	stembase/twoGram.txt created!
ENABLED one gram	=== three ===
ENABLED two gram	Total Stems : 5884
ENABLED three gram	Total Texts : 326
### STOP LIST ###	stembase/threeGram.all created!
Total StopWords 580	stembase/threeGram.txt created!
Total StopFiles 1	stembase/stem/WdST.all created!
	stembase/stem/WdTF.all created!
	Stemize Success
	Execution Time: 3 seconds

Figura 4 – Parâmetros e resultados da execução do PreText.

Aplicação do Algoritmo de Porter ao Tesouro EpistemIS

Para tornar possível a associação entre os termos do tesouro EpistemIS e os termos obtidos dos resumos dos artigos do corpus foi aplicado o algoritmo de Porter [12] sobre os termos do tesouro EpistemIS, transformando-os em ngramas no padrão PreText (Figura 5). Este algoritmo costuma ser utilizado para termos em inglês, como é o caso dos termos do tesouro e do corpus utilizados neste trabalho.

12.11.08.05	HCI in Health Care	hci_health_care
12.11.08.05.01	Health Care Information Framework	health_care_inform
12.11.09	Health Informatics	health_inform
12.11.09.01	Health Informatics Computing	health_inform_comput
12.11.09.01.01	Health Informatics Concepts	health_inform_concept
12.11.09.02	Health Informatics Applications	medic_informat_applic
12.11.09.02.01	Telematics	telematic
12.11.09.02.02	Biomedical Engineering	biomed_engin
12.11.09.03	Bioinformatics	bioinformat
12.11.09.03.01	Pathway Informatics	pathwai_inform
12.11.09.03.02	Microarray Technology	microarraai_technolog

Figura 5 – Exemplos de ngramas de conceitos do tesouro EpistemIS.

Com a mineração dos resumos e importação dos seus respectivos ngramas e a criação dos ngramas do tesouro EpistemIS foi possível fazer a associação entre ngramas de resumos e de termos EpistemIS para geração de estatísticas sobre a epistemologia da IS (Figura 6), utilizando-se ferramenta de banco de dados relacional, relacionando-se os ngramas do tesouro aos ngramas do corpus.

Figura 6 - Relacionamento entre objetos da base de dados para Estatísticas

3 Resultados

O uso dos métodos de mineração de resumos do corpus e aplicação do algoritmo de Porter ao tesouro EpistemIS resultou em um grande conjunto de dados armazenados em banco de dados relacional que foram relacionados, agrupados e classificados, resultando em uma série de estatísticas. Apenas resultados mais relevantes para analisar a epistemologia da Informática em Saúde são apresentados neste artigo, especialmente quanto à classificação dos conceitos do tesouro em arte, ciência, tecnologia ou tecnociência.

Os gráficos de evolução da base conceitual (Figura 7) e do objetivo conceitual (Figura 8) dos termos do tesouro EpistemIS em relação aos aspectos arte, ciência, tecnologia e tecnociência mostram que a IS utiliza a pesquisa científica e o desenvolvimento tecnológico interdisciplinares para gerar soluções de aplicação próprias para fins práticos. A partir destas soluções, a área cria seu próprio corpo de conhecimento, mas com objetivos utilitários.

A base específica ou interdisciplinar da IS é científica (Figura 7, gráfico 1), enquanto seu corpo de conhecimento é tecnocientífico (Figura 7, gráfico 2). Os objetos e fatos de domínio da área são tecnológicos e científicos (Figura 7, gráficos 1 e 3) e a sua problemática é tecnológica (Figura 7, gráfico 3). Os conceitos científicos da IS têm objetivo metalógico, básico e interpretativo (Figura 8, gráfico 1), mostrando o caráter interdisciplinar e normalizado da área, enquanto os conceitos tecnológicos (Figura 8, gráfico 3) e artísticos (Figura 8, gráfico 4) têm objetivo básico e descritivo. Nota-se que há preocupação da comunidade científica em IS em definir suas tecnologias e os passos envolvidos no desenvolvimento de sistemas e das interfaces dos sistemas desenvolvidos. Os conceitos tecnocientíficos (Figura 8, gráfico 3) têm objetivo básico, mostrando a capacidade da IS em solucionar problemas das Ciências da Saúde e Cuidado em Saúde na sociedade.

Figura 7 – Medições da Base conceitual da IS por tipo de conceito: 1) científicos; 2) tecnocientíficos; 3) tecnológicos; 4) artísticos.

Figura 8 – Medições do objetivo conceitual da IS por tipo de conceito: 1) científicos; 2) tecnocientíficos; 3) tecnológicos; 4) artísticos.

Do cruzamento entre metadados de artigos do corpus, ngramas dos resumos e ngramas do tesauro EpistemIS obtivemos gráficos de artigos publicados por autor individual, autor coletivo, periódico, idioma, banco de dados genético e substâncias químicas (Figura 9) associados aos aspectos ciência, tecnologia, tecnociência e arte. Por exemplo, o total de autores individuais que publicam artigos com ênfase científica é de 2.292.569. Os artigos associados a bancos de dados genéticos são na maioria de caráter científico e tecnológico, o que reforça a tendência da IS em se aliar à Biologia e Ciências Biomédicas para transformar-se em Informática Biomédica. Notamos nestes gráficos um padrão no qual prevalece o aspecto científico, seguido pelo tecnológico e tecnocientífico, sendo o artístico quase insignificante, o que mostra que na prática a IS publica mais ciência e tecnologia.

Figura 9 – Gráficos que relacionam o corpus ao tesauro EpistemIS quanto aos aspectos arte, ciência, tecnologia e tecnociência (1).

Também são apresentados gráficos evolutivos de artigos publicados por ano, país e tipo de publicação, e um gráfico que relaciona o ano e o país (Figura 10). Observa-se que o período de publicação dos artigos do corpus vai de 1997 a 2006 e a evolução anual das publicações é contínua, exceto em 2006, possivelmente porque o corpus foi coletado no início de 2007, quando provavelmente boa parte dos artigos de 2006 ainda não haviam sido inseridos na base PubMed. O idioma que mais contém publicações da IS é o inglês, em todos os aspectos, sucedido pelo espanhol e português. Os EUA publicam 10 vezes mais que todos os outros países do ranking separadamente.

Figura 10 – Gráficos que relacionam o corpus ao tesouro EpistemIS quanto aos aspectos arte, ciência, tecnologia e tecnociência (2).

Um ranking de autores individuais (Tabela 1) que mais publicam em IS mostrou que a maioria dos autores é membro do Channing Laboratory, divisão de pesquisa multidisciplinar do Brigham and Women's Hospital e da Harvard Medical School, do EMGO Institute, VU University Medical Center Amsterdam e do Department of Ophthalmology and Visual Sciences da University of Wisconsin-Madison, USA.

Tabela 1 – Ranking de autores individuais que mais publicam em IS.

MAPH	Autor	T. Registros
Ciência	Willett, WCWalter C	498
Ciência	Colditz, GAGraham A	215
Ciência	Stampfer, MJMeir J	194
Ciência	Manson, JEJoAnn E	193
Ciência	Wang, YY	173
Ciência	Klein, RRonald	163
Ciência	Hu, FBFrank B	157
Ciência	Rimm, EBEric B	152
Ciência	Wang, JJ	152
Ciência	Hankinson, SESusan E	148

O ranking de autores coletivos (Tabela 2) mostrou que há muitos projetos integrados entre institutos de ensino e pesquisa e instituições em saúde, com ênfase em Saúde Pública, no cuidado em saúde e no controle e prevenção de doenças, ressaltando o aspecto tecnocientífico interdisciplinar da IS. Há ainda muitos grupos de pesquisa/trabalho, respectivamente, das áreas de Controle e Prevenção de Doenças (1.519), Ciências da Saúde e Farmacêuticas (241), Oncologia (107), Cardiologia (103), Saúde Materno-Infantil (100) e Cuidado em Saúde (93). Há uma tendência de autores coletivos atuarem na IS Pública.

Tabela 2 – Ranking de autores coletivos que mais publicam em IS.

MAPH	Autor Coletivo	Área Atuação	T. Registros
Ciência	Centers for Disease Control and Prevention (CDC)	Controle e Prevenção de Doenças	1.099
Ciência	Food and Drug Administration, HHS	Ciências da Saúde e Farmacêuticas	241
Tecnociência	Centers for Disease Control and Prevention (CDC)	Controle e Prevenção de Doenças	125
Tecnologia	Centers for Disease Control and Prevention (CDC)	Controle e Prevenção de Doenças	107
Ciência	U.S. Preventive Services Task Force	Cuidado em Saúde	93
Ciência	JACC Study Group (Japan Collaborative Cohort)	Oncologia	74
Ciência	Framingham Heart Study	Cardiologia	68
Ciência	ALSPAC Study Team	Saúde Materno-Infantil	66
Ciência	Centers for Disease Control and Prevention	Controle e Prevenção de Doenças	66
Ciência	Hedges Team	[diversos]	63
Arte	Centers for Disease Control and Prevention (CDC)	Controle e Prevenção de Doenças	46
Ciência	CDC	Controle e Prevenção de Doenças	44
Ciência	EFCOSUM Group	Nutrição & Saúde Pública	35
Ciência	American Heart Association	Cardiologia	35
Ciência	National Institute of Child Health and Human Development Neonatal Research Network	Saúde Materno-Infantil	34
Ciência	Canadian Cancer Registries Epidemiology Research Group	Oncologia	33
Ciência	Atherosclerosis Risk in Communities study	Controle e Prevenção de Doenças	32
Ciência	American College of Physicians	Medicina	30

O periódico que mais publica na área (Tabela 3) é o The Journal of Biological Chemistry (10.399), especializado em Bioquímica. Outras áreas representativas no ranking são: Microbiologia (18.294), Controle e Prevenção de Doenças (12.904), a própria Informática em Saúde (9.532), Neurociências (8.376), Radiologia (5.944) e especialidades

médicas, tais como Oncologia (9.384), Cardiologia (7.964), Pediatria (6.611), Endocrinologia (4.729). Na maioria dos periódicos prevalece o aspecto científico, com tendência para a Bioinformática. Os periódicos especializados em IS mais representativos são o Bioinformatics (Oxford, England) e o BMC Bioinformatics.

Tabela 3 – Ranking de periódicos que mais publicam em IS.

MAPH	Periodico	T.Registros
Ciência	The Journal of biological chemistry	10.399
Ciência	Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America	7.129
Ciência	Pediatrics	6.611
Ciência	Radiology	5.944
Ciência	<i>Bioinformatics (Oxford, England)</i>	5.893
Ciência	Journal of clinical microbiology	5.598
Ciência	Chest	5.368
Ciência	Clinical cancer research : official journal American Association Cancer Research	5.222
Ciência	Nucleic acids research	5.009
Ciência	Circulation	4.934
Ciência	The Journal of clinical endocrinology and metabolism	4.729
Ciência	The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience	4.384
Ciência	JAMA : the journal of the American Medical Association	4.271
Ciência	Cancer research	4.162
Tecnologia	The Journal of biological chemistry	4.043
Ciência	Stroke; a journal of cerebral circulation	3.992
Ciência	Applied and environmental microbiology	3.644
Ciência	<i>BMC bioinformatics</i>	3.639
Ciência	Blood	3.580
Ciência	Diabetes care	3.520

4 Discussão

Pensava-se inicialmente que a IS fosse uma ciência aplicada interdisciplinar, embasada no método científico, que utiliza um corpo de conhecimento de outras disciplinas, tais como as Ciências da Saúde e a Computação. Após este trabalho, entende-se que a IS é uma ciência aplicada interdisciplinar, o que preferiu-se denominar tecnociência, a qual se ocupa da solução de problemas de um amplo leque de domínios e fatos das Ciências da Saúde e da Vida e da prática do Cuidado em Saúde, por meio da pesquisa científica interdisciplinar e do desenvolvimento de tecnologias próprias para uso na sociedade.

A ciência contida na Informática em Saúde é proveniente de sua base interdisciplinar e o seu corpo de conhecimento é composto por objetos e fatos de domínio tecnológico. A sua problemática concentra-se na resolução de problemas das Ciências da Saúde e da Vida, portanto, tecnocientífica.

Seu aspecto de ciência/tecnologia aplicada pauta-se em um conjunto de padrões, modelos, regras, normas e convenções que norteiam sua pesquisa e desenvolvimento. Há esforço da área em consolidar-se como ciência independente, mas é fortemente composta por conceitos interdisciplinares provenientes de outras ciências. O conjunto dos conceitos científicos da área que têm função na formação de suas teorias é pequeno, sendo a maioria de origem interdisciplinar. Seu aspecto artístico é mínimo e também interdisciplinar.

A IS apresenta desenvolvimento de seu próprio corpo de conhecimento, com ênfase tecnocientífica, tendo quantidade significativa de objetos e fatos de domínio que não lhe são próprios, mas que são foco da sua problemática. A área se ocupa em resolver problemas do

seu domínio, o que faz por meio da pesquisa científica e do desenvolvimento de tecnologias, buscando analisar a efetividade de suas soluções, usando métodos e técnicas de avaliação de áreas interdisciplinares.

Os principais objetos do domínio da Informática em Saúde são os dados, a informação e o conhecimento em Ciências da Saúde e da Vida. A problemática concentra-se no desenvolvimento de tecnologias e sistemas que contribuam com a gestão, aquisição, armazenamento, organização, recuperação e distribuição de dados, informação e conhecimento em saúde em qualquer suporte para o apoio à tomada de decisão na administração, educação e cuidado em saúde.

A nomenclatura que melhor se adequa para a área, embora não utilizada, é o termo Informática em BioSaúde, que dá conta da aplicação da Informática às Ciência da Vida ou Biológicas e às Ciências da Saúde.

O fato de a Informática em Saúde basear-se em ciências interdisciplinares não nos parece nenhum demérito, pois, na tentativa de construir uma ciência própria, recriando métodos que já existem sob algum neologismo para parecer genuína. Enquanto os elementos científicos de outras ciências são suficientes para que a IS cumpra seu papel de desenvolver tecnologias para o auxílio à saúde. Com esta preocupação a menos, a IS ganha agilidade no cumprimento de sua função tecnocientífica, beneficiando as Ciências da Saúde e a sociedade.

O fato de a IS ser uma tecnociência devido ao seu alto desenvolvimento tecnológico fundamentado em ciências interdisciplinares também não a torna menos benéfica ou essencial. Ao contrário, amplia seu valor para a sociedade. Além disso, uma tecnologia está sempre embasada por uma ciência, e tanto melhor se os fundamentos científicos da tecnologia presente na IS sejam provenientes de outras ciências já consolidadas. Afinal, a IS como área do conhecimento está apenas nascendo, então a sua interdisciplinaridade científica é o que dá sustentação ao seu desenvolvimento tecnológico, que herda das ciências de origem o rigor e a disciplina do método.

5 Conclusão

Com base nos resultados, concluímos que a IS é uma tecnociência interdisciplinar que se ocupa da solução de problemas de um amplo leque de domínios e fatos das Ciências da Vida e da Saúde e da prática do Cuidado em Saúde, por meio da pesquisa científica proveniente de outras áreas do conhecimento e do desenvolvimento de suas próprias tecnologias para uso na sociedade.

6 Referências

1. MCCARTHY, J. *What is artificial intelligence?*. [s.n.]: Stanford University.Computer Science Department, nov./2004. Disponível em: <<http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatsai/whatsai.html>>. Acesso em: 03 de março de 2007.
2. STERNBERG, RJ. *The theory of successful intelligence*. In: Interamerican Journal of Psychology - 2005, Vol. 39, Num. 2 pp. 189-202
3. Saussure, F. *Curso de lingüística geral*. São Paulo : Cultrix, 1974.
4. ALLEN, J. *Natural language understanding*. 2.ed. Redwood City : Benjamin/Cummings, 1995.
5. VIEIRA, R. ; Lima, VLS. *Linguística computacional: princípios e aplicações*. Porto Alegre : UNISINOS, [s.d]. Disponível em: <<http://www.inf.unisinos.br/~renata/laboratorio/publicacoes/jaia12-vf.pdf>>. Acesso em: 03 de março de 2007.
6. Ebecken, NF, Lopes, MCS, Costa, MCA. *Mineração de textos*. In: Sistemas inteligentes, Org.: Solange de Oliveira Rezende, Barueri, SP: Manole, 2003. p. 337-370.
7. Matsubara, ET. *PreText: an environment for pre-processing text for text mining*. Última atualização: 15/jun./2005. Disponível em: <http://www.icmc.usp.br/~edsontm/pretext/pretext.html>. Acesso em: 13 de dezembro de 2006.
8. MARTINS, Cláudia A ; MONARD, M. C. ; MATSUBARA, E. T. . Uma metodologia para auxiliar na seleção de atributos relevantes usados por algoritmos de aprendizado no processo de mineração de textos. In: *Conferencia Latinoamericana de Informatica*, 2004, Arequipa. 30ma Conferencia Latinoamericana de Informática (CLEI2004). Peru : Sociedad Peruana de Computación, 2004. v. 1. p. 21-32.
9. MATSUBARA, ET. *O algoritmo de aprendizado semi-supervisionado co-training e sua aplicação na rotulação de documentos*. Dissertação (mestrado) orientada por Maria Carolina Monard no Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC) da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2004. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/55/55134/tde-19082004-092311>. Acesso em: 6 de agosto de 2009.
10. COLEPÍCOLO, E. *Epistemologia da Informática em Saúde: entre a teoria e a prática*. Dissertação (mestrado) orientada por Ivan Torres Pisa no Departamento de Informática em Saúde da Universidade Federal de São Paulo. São Paulo, 2007.
11. BUNGE, M. *Epistemologia: curso de atualização*. 2.ed. Trad. Claudio Navarra. São Paulo: T.A.Queiroz, 1987. 246p. (Biblioteca de Ciências Naturais, v. 4)
12. PORTER, M. *The Porter stemming algorithm*. Última atualização: jan. 2006. Disponível em: <<http://tartarus.org/~martin/PorterStemmer>>. Acesso em: 21 out. 2007.

13. NIH. *PubMed Central*: a free archive of life sciences journal. Última atualização: 16 apr. 2007. Disponível em: <<http://www.pubmedcentral.nih.gov>>. Acesso em: 29 out. 2007.
14. NLM. *MeSH*: Medical Subject Headings. Washington: NLM, 2007. Disponível em: <<http://www.nlm.nih.gov/mesh/meshhome.html>>. Acesso em: 3 out. 2007.
95. NLM/NIH/NBCI. *Entrez Programming Utilities*. Última atualização: 10 de agosto de 2006. Disponível em: http://eutils.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query/static/eutils_help.html. Acesso em: 6 de agosto de 2009.
16. COLEPÍCOLO, E; HOLANDA, AJ; RUIZ, EES; WAINER, J; PISA, IT. *MESH*: de cabeçalho de assunto a tesouro. In: Congresso Brasileiro de Informática em Saúde, 10, 2006, Florianópolis/SC. Disponível em: <<http://www.sbis.org.br/cbis/arquivos/994.pdf>>. Acesso em: 6 de agosto de 2009.
17. VAN BEMMEL, J.H. (Ed.). *Handbook of Medical Informatics*. Rotterdam: Erasmus University, 1999. Última atualização: 25 mar. 1999. Disponível em: <http://www.mieur.nl/mihandbook/r_3_3/handbook/home.htm>. Acesso em: 29 out. 2007.
18. SHORTLIFFE, E.H.; CIMINO, J.J. *Biomedical Informatics: computer Applications in Health Care and Biomedicine*. 3.ed. New York: Springer, 2006.
19. BUNGE, M. *La investigación científica*. Barcelona, Ariel, 1969.
20. BUNGE, M. *Ciência e desenvolvimento*. Belo Horizonte/São Paulo: Itatiaia/EDUSP, 1980. 135 p.