

08 a 11 de Outubro de 2018  
Instituto Federal Fluminense  
Búzios - RJ

## SISTEMAS COMPLEXOS E CIÊNCIAS DAS REDES: REDES SEMÂNTICAS BASEADAS EM ABSTRACTS E KEYWORDS DO ENSINO DE FÍSICA NACIONAL

**Jefferson Oliveira do Nascimento**<sup>1</sup> – jeffersonascimento@gmail.com;  
**Hernane Borges de Barros Pereira**<sup>2</sup> – hernanebbpereira@gmail.com;  
**Marcelo do Vale Cunha**<sup>3</sup> – celaocunha@gmail.com;  
**Marcelo A. Moret**<sup>4</sup> – mamoret@gmail.com.

<sup>1</sup> CIMATEC, Departamento de Modelagem Computacional – Salvador, BA, Brasil;

<sup>2</sup> CIMATEC, Departamento de Modelagem Computacional – Salvador, BA, Brasil; Universidade do Estado da Bahia – UNEB;

<sup>3</sup> CIMATEC, Departamento de Modelagem Computacional – Salvador, BA, Brasil;

<sup>4</sup> CIMATEC, Departamento de Modelagem Computacional – Salvador, BA, Brasil; Universidade do Estado da Bahia – UNEB;

**Resumo.** Ao ser elaborada uma obra científica, faz-se necessário a construção e apresentação de seu abstract (resumo) e da escolha de Keywords (palavras-chave), correspondendo a uma condensação sucinta do trabalho escrito, expondo de forma direta as nuances apresentadas no corpo do texto. Como possibilidades de buscas de resultados das interações semânticas em produções científicas, a fim de que possamos estudar as propriedades emergentes resultantes destas interações, podemos iniciar as análises utilizando os seus respectivos resumos (abstracts). Diante da diversidade de técnicas científicas para o estudo de possíveis padrões que possam ocorrer nos resumos e palavras-chave, utilizamos a Teoria dos Grafos, Teoria e Ciências de Redes, por meio de redes semânticas complexas. Este artigo tem como objetivo apresentar o método de construção de um modelo computacional baseado em resumos e palavras-chave de dissertações e teses do Ensino de Física nacional, calcular os índices estatísticos das redes complexas e a medida de centralidade de grau pertencente às redes sociais. Verificar a topologia das redes semânticas e as implicações fornecidas pelo modelo computacional para o contexto principal da fonte de dados à área de conhecimento investigada. Verificamos que as redes apresentam o fenômeno Small-World e, pelas leis de potências encontradas, sugerem ser Scale Free.

**Palavras-chave:** Redes Semânticas Complexas, Redes Sociais, Ensino de Física.

### 1. INTRODUÇÃO

Ao ser elaborada uma obra científica, faz-se necessário a construção e apresentação de seu resumo (*abstracts*), correspondendo a uma condensação sucinta do trabalho escrito, expondo de forma direta as nuances apresentadas no corpo do texto. A arte e a precaução ao se elaborar um resumo de uma obra científica se assemelha com a escolha dos títulos e das palavras-chave. Assim como os títulos e palavras-chave de trabalhos científicos correspondem a uma importante e inicial demonstração de um conteúdo técnico que se discutirá no texto de uma produção científica (CUNHA, 2013, NASCIMENTO et al., 2018), assim também é para a elaboração do resumo.

Como possibilidades de buscas de interações semânticas em produções científicas, a fim de que possamos estudar propriedades emergentes resultantes destas interações, podem ser realizados estudos observando os seus respectivos resumos (*abstracts*) e seus conjuntos de palavras-chave (*keywords*). Uma dessas possibilidades de realizarmos estes estudos é partirmos do alicerce fornecido pela Teoria de Redes (Redes Sociais e Complexas), por meio de redes semânticas. Conforme Cunha (2013, p. 4) uma rede semântica “[...] é o nome dado a rede de relacionamentos entre palavras ou conceitos e sua análise quantitativa torna-se mais uma contribuição para o estudo da linguagem”. A teoria dos grafos, as análises das medidas de importância dos vértices pertencentes às redes sociais e a teoria das redes complexas, têm sido utilizadas na literatura científica com o intuito de investigar variados tipos de redes. Nesse viés, destacam-se algumas obras da literatura científica de estudos relacionados às redes semânticas, realizados por Caldeira (2005), Fadigas et al. (2009), Pereira et al. (2011), Cunha (2013), Fadigas e Pereira (2013), Pereira et al. (2016), Rosa et al. (2017), Costa et al. (2017), Nascimento et al. (2017), Nascimento et al. (2018) e Nascimento, Pereira e Moret (2018).

Diante do exposto este artigo apresenta como o objetivo construir, analisar e investigar as redes semânticas baseadas em *abstracts* (resumos) e *Keywords* (palavras-chave) de dissertações e teses do Ensino de Física Brasileiro apresentadas e defendidas no período entre 1972 e 1995. O presente trabalho está subdividido da seguinte maneira: na primeira parte da pesquisa, nossas considerações iniciais são apresentadas na introdução. Na sequência, apresentamos os materiais e métodos utilizados. Na sequência os resultados são disponibilizados e, por fim, as considerações finais.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Utilizamos como base de dados os primeiro e segundo volumes do “Ensino de Física no Brasil: catálogo analítico de dissertações e teses”, que correspondem respectivamente aos períodos de 1972-1992 e 1992-1995. Dentre as informações que eles apresentam, destacam-se as referências bibliográficas, resumos das dissertações e teses, classificação temática e índices classificados. O primeiro volume do catálogo dispõe da relação de 177 dissertações e teses apresentadas e defendidas no Brasil, enquanto que o segundo, apresenta 68. Então, dispomos de 245 produções *Stricto Sensu* para construção das redes semânticas complexas baseadas em resumos (*abstracts*) e palavras-chave. Para representarmos uma rede semântica, utilizamos um grafo  $G = (V, E)$  que consiste em uma estrutura matemática composta por dois conjuntos:  $V$  (finito e não vazio) e  $E$  (relações binárias sobre  $V$ ) (GROSS; YELLEN, 2005). Os elementos de  $V$  são denominados de vértices e os elementos de  $E$  são as arestas. As propriedades observadas na análise das redes semânticas propostas neste artigo correspondem àquelas relacionadas aos índices de estatística básica da teoria de redes complexas e também às métricas pertencentes às redes sociais. Caracterizamos também as topologias das redes construídas. As propriedades são: Número de vértice ( $n$ ):

$$n = |V| \tag{1}$$

- Número de arestas (m) –

$$m = |E| \quad (2)$$

- Grau médio ( $\langle k \rangle$ ):

$$\langle k \rangle = \frac{1}{n} \sum_i^n k_i \quad (3)$$

- Densidade ( $\Delta$ ):

$$\Delta = \frac{m}{n(n-1)/2} \quad (4)$$

- O coeficiente de aglomeração de um vértice V, denominado de  $C_V$ :

$$C_V = \frac{2E_v}{k_v(k_v - 1)} \quad (5)$$

- Coeficiente de aglomeração Médio ( $C_{ws}$ ):

$$C_{ws} = \frac{1}{N} \sum_{V=1}^N C_V \quad (6)$$

- Caminho mínimo médio ou distância geodésica (L):

$$L = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{i \neq j} d_{ij} \quad (7)$$

- Diâmetro (D):

$$D = \max (d_{ij}) \quad (8)$$

Para que as redes semânticas possam ser construídas, realizamos inicialmente um processamento manual nas palavras que constituem os resumos e as palavras-chave das dissertações e teses em Ensino de Física. Posteriormente utilizamos softwares e algoritmos para visualização das redes. Estes procedimentos utilizados são os indicados pelas regras e nortes fornecidos em Pereira et al. (2011), Nascimento et al. (2018) e Nascimento, Pereira e Moret (2018). A título de exemplo à construção das redes semânticas propostas nesta pesquisa, baseada em resumos, apresentamos no Quadro 1 dois resumos escolhidos de forma aleatória, pertencentes a base de dados dos resumos em Ensino de Física, para construirmos a rede resultante:

Quadro 1 - Dois resumos de trabalhos *Stricto Sensu* em Ensino de Física utilizados para a construção da uma rede semântica.

<b>Resumo 1</b>
Examina o debate entre Bohr e Einstein sobre a interpretação da teoria quântica no período 1927-1949, de forma a explicitar a articulação entre pontos de vista físicos e epistemológicos. Inicialmente estuda a formação da teoria quântica, desde os resultados de Planck (1900) até a fundamentação desenvolvida por Bohr (1927). Em seguida, faz uma análise das interpretações propostas por diversos outros autores (Fock, Taketani e Langevin) tomando como parâmetros a dualidade onda-partícula, a interação objeto/meio de investigação, a descrição probabilística da natureza, a completude da teoria, a adequação teoria/objeto e o conceito de não-separabilidade. Como principal resultado, atesta a importância dos aspectos epistemológicos contidos nesse debate e a riqueza de significados científicos: enquanto Bohr precisa o objetivo e clarifica a consistência da teoria quântica, Einstein preocupa-se com sua evolução numa perspectiva ampla. Ressalta a importância de estudos epistemológicos para a compreensão das teorias físicas e, por extensão, para o seu ensino.
<b>Resumo 2</b>
Discute importância e métodos para o uso de microcomputadores no ensino, em particular no caso da física. Apresenta algumas características e principais aplicações desenvolvidas com computadores na educação. Propõe uma classificação do software educacional baseada em três aspectos: a relação

deste com o currículo, sua função instrucional e sua utilização. Sistematiza as etapas de produção de um software didático incluindo: fase de preparação pedagógica, de programação e de testes com os alunos, incluindo, também, uma proposta de avaliação do software. Sugere aplicações de alguns softwares no ensino de física, particularmente para o conteúdo de mecânica quântica. Defende a introdução da informática na escola como apoio ao professor e ao laboratório, apontando a utilização do computador nas categorias: tutor, tutorado e ferramenta.

Fonte: Salem; Kawamura (1992, 1996).

A seguir a rede semântica baseada nos resumos contidos no Quadro 1:

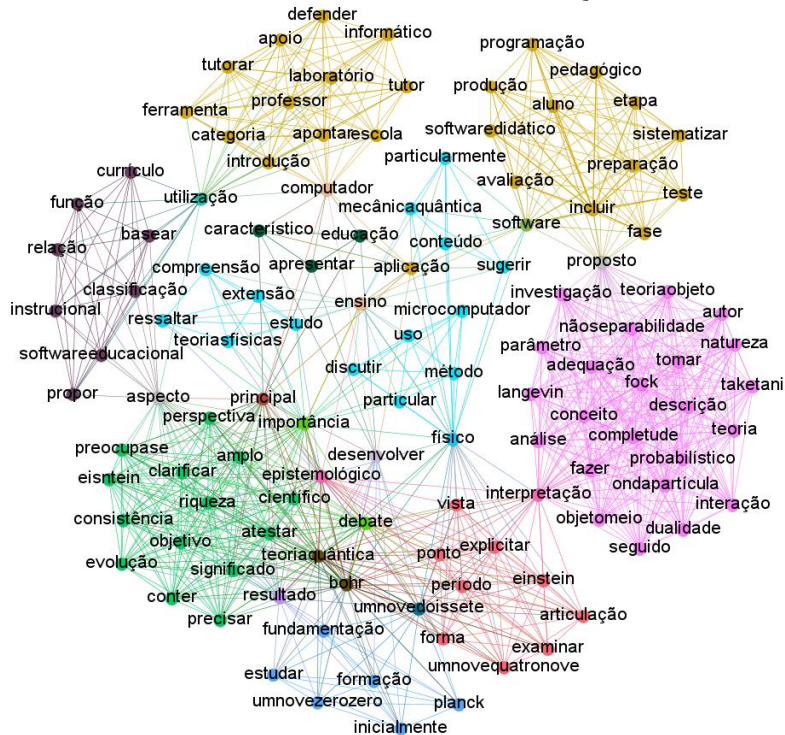


Figura 1 - A rede semântica baseada nos resumos do Quadro 2.

Apresentamos na Figura 1 um exemplo da construção de uma rede semântica baseada em resumos. Em relação às redes semânticas complexas de palavras-chave, citamos novamente as obras de Pereira et al. (2011), Nascimento et al. (2018) e Nascimento, Pereira e Moret (2018) onde estão detalhados os procedimentos metodológicos para estas redes.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando a metodologia proposta à construção da rede semântica baseada em resumos das dissertações e teses em Ensino de Física defendidas no Brasil, apresentamos na Figura 3 a rede semântica no período de 1972-1992:

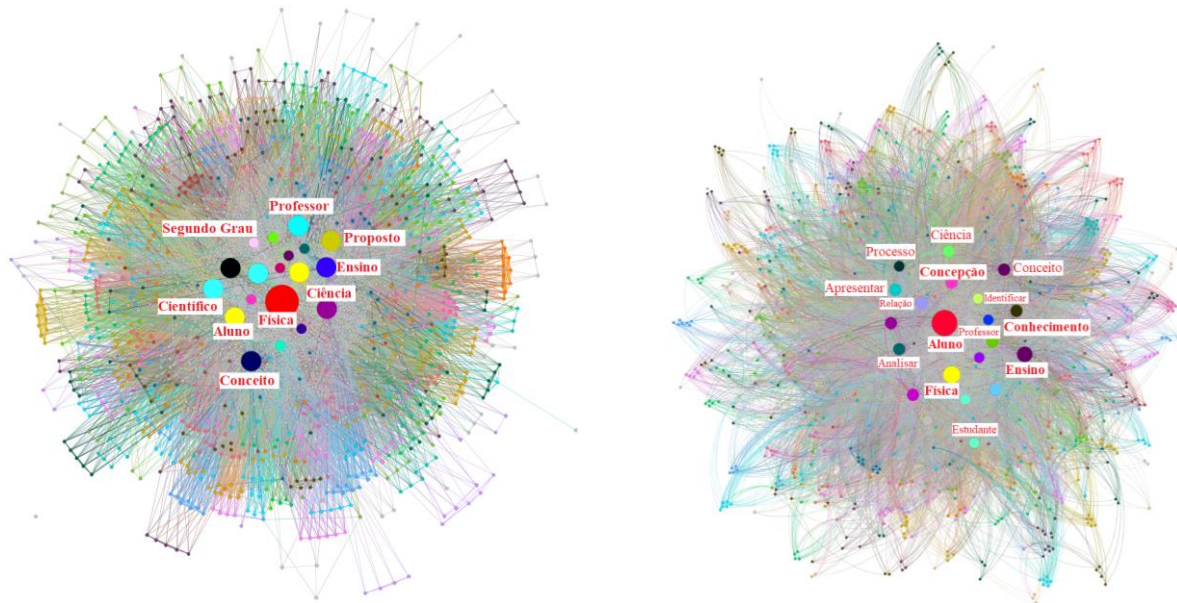


Figura 2 – Redes semânticas baseadas em resumos do Ensino de Física Brasileiro (1972-1992 e 1992-1995).

As redes semânticas visualizadas na Figura 2 apresentam os vértices com maiores centralidades de graus localizados ao seu centro, assim como as redes da Figura 3:

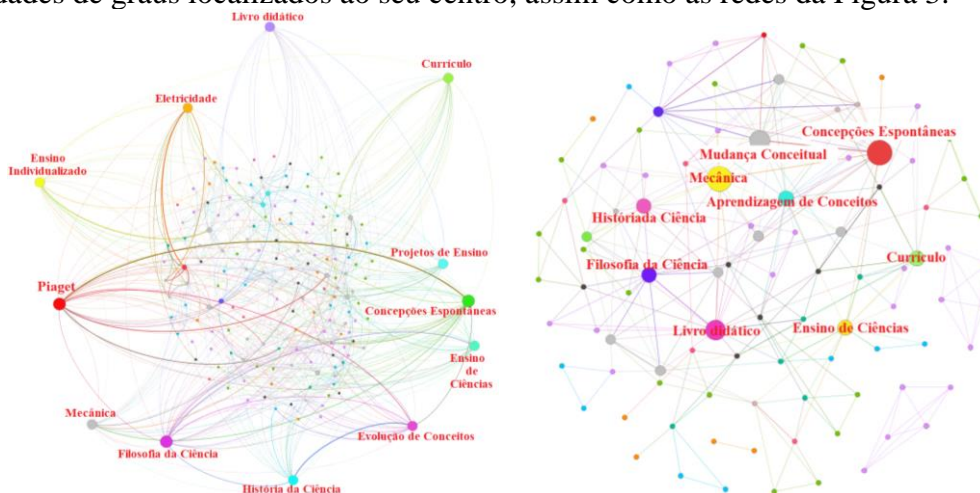


Figura 3 - Rede semântica baseadas em palavras-chave das dissertações e teses em Ensino de Física no período de 1972-1992 e 1992-1995.

Nas Tabela 1 e Tabela 2 apresentamos os valores dos índices de redes complexas calculados para a rede semântica da Figura 3 e Figura 4, respectivamente. Enfatizamos que os cálculos corresponderam para a rede completa, denominada de “resumos”; a sua maior componente - àquela que representa o sistema por corresponder a uma quantidade superior a 50% do vértices mais uma unidade de vértice – e, a rede aleatória equivalente. Esta rede aleatória é originada a partir da observância do mesmo número de vértices e grau médio da rede que estamos estudando, a semântica de resumos que representa o sistema (maior componente). Mais adiante exploraremos melhor o fato de termos criado esta rede aleatória equivalente a rede semântica baseada em resumos.

Tabela 1 – Índices de redes complexas verificados para a rede semântica baseada em resumos no período de 1972-1992.

Rede Semântica	$n$	$m$	Qt.	Maior componente	$\langle k \rangle$	$\Delta$	$C_{ws}$	$L$	$D$
----------------	-----	-----	-----	------------------	---------------------	----------	----------	-----	-----

			Componentes	(%)					
Resumos	1565	31329	2	99,94%	40,037	0,026	0,752	2,335	4
Maior componente	1564	31329	1	100%	40,063	0,026	0,752	2,335	4
Equivalente Aleatória	1564	31898	1	100%	40,508	<b>0.0260</b>	<b>0.0262</b>	<b>2.310</b>	3

Tabela 2 – Índices de redes complexas verificados para a rede semântica de abstracts de **1992-1995**.

Rede Semântica	$n$	$m$	Qt. Componentes	Maior componente (%)	$\langle k \rangle$	$\Delta$	$C_{ws}$	$L$	$D$
Resumos	1223	24086	4	99,75%	39,388	0,032	0,728	2,291	4
Maior componente	1220	24086	1	100%	39,485	0,032	0,728	2,291	4
Equivalente Aleatória	1220	<b>24132</b>	1	100%	<b>39.560</b>	<b>0.032</b>	<b>0.033</b>	<b>2.236</b>	3

Tabela 3 – Índices de redes complexas verificados para a rede semântica baseada em palavras-chave no período de **1972-1992**.

Rede Semântica	$n =  V $	$m =  E $	Qt. Componentes	Maior componente (%)	$\langle k \rangle$	$\Delta$	$C_{ws}$	$L$	$D$
Palavras-chave	171	626	2	99,42	7,322	0,043	0,686	2,763	6
Componente Gigante	170	626	1	100	7,365	0,044	0,686	2,763	6

Tabela 4 – Índices de redes complexas verificados para a rede semântica baseada em palavras-chave de **1992-1995**.

Rede Semântica	$n =  V $	$m =  E $	Qt. Componentes	Maior componente (%)	$\langle k \rangle$	$\Delta$	$C_{ws}$	$L$	$D$
Palavras-chave	97	276	4	87,63	5,691	0,059	0,743	3,036	6
Componente Gigante	85	255	1	100%	6	0,071	0,711	3,048	6
Rede Aleatória Equivalente	85	266	1	100%	6	0.0736	0.08205525	2.60532	5

Conforme as informações nas Tabelas 1 e 2 observamos que o valor do número de palavras/vértices que compõem os resumos 1972-1992 (177 resumos) e no período de 1992-1995 (68 resumo) apresentou a seguinte variação:  $1220 \leq n \leq 1564$ . A relativa pouca diferença de 344 vértices entre os dois períodos indicam possivelmente que o vocabulário utilizado para a elaboração do resumos apresentou um conjunto de palavras em comum em ambos os períodos. O número de arestas (conexões), cuja variação ocorreu foi a correspondente:  $24086 \leq m \leq 31329$ , ratifica o elevado número de arestas que ocorreram no período 1972-1992, com 7243 conexões a mais do que no período consequente.

Nas Tabelas 3 e 4, para as redes semânticas de palavras-chave a variação do número de vértices correspondeu a  $85 \leq n \leq 170$  e para as arestas  $255 \leq m \leq 626$ . Para as palavras-chave o valor dos vértices em 1972-1992 (20 anos) correspondem ao dobro utilizado entre 1992-1995. Por mais que já fosse esperado que o primeiro período de análises a quantidade palavras-chave utilizada fosse maior, mas, no último período analisado, em apenas três anos utilizou-se metade da quantidade de palavras-chave utilizadas em 20 anos (1972-1992). O

número de areastas indica que primeiro período analisado apresentaram aproximadamente o triplo de conexões em relação ao período de 1992-1995. Os valores calculados para o grau médio ( $\langle k \rangle$ ), em ambas as redes, sugerem que, em média, um vértice (palavra), conectou-se a 40 outros vértices, aproximadamente. O intervalo verificado para a medida da densidade ( $\Delta$ ) correspondente foi:  $0,026 \leq \Delta \leq 0,032$ . Para a rede semântica de palavras-chave, os valores verificados para o grau médio ( $6 \leq \langle k \rangle \leq 7,365$ ), indicam que, em média, uma palavra conectou-se a outras 7, proximadamente. Nas redes baseadas em resumos, o intervalo verificado para a medida da densidade ( $\Delta$ ) correspondente foi:  $0,026 \leq \Delta \leq 0,032$ . Em relação às redes de palavras-chave foi  $0,044 \leq \Delta \leq 0,071$ . Estes intervalos verificados, indicam que as redes semânticas das Figura 3, Figura 4, Figura 5 e 6, são esparsas. Como este índice está relacionado ao nível de coesão dos vértices em uma rede semântica, para a rede baseada em resumos, argumentamos que é uma tendência destes resumos e as palavras-chave se conectarem por meio de um grande número de palavras (PEREIRA et al. 2011; NASCIMENTO et al. 2018, NASCIMENTO; PEREIRA; MORET, 2018).

Em relação aos caminhos mínimos médios ( $L$ ) verificados nas redes semânticas, sugerem aproximadamente que duas areastas são necessárias para conectarem duas palavras nas redes de resumos e por três palavras, nas redes semânticas baseadas em palavras-chave. O diâmetro ( $D$ ) calculado para as redes semânticas baseadas em resumos, obteve valor 4; para as redes de palavras-chave, 6. Este resultado indicam o fato que as palavras pertencentes às sentenças de um resumo ou de sentenças de resumos distintos estão conectadas entre si, por meio de 4 outras palavras. Para as redes de palavras-chave o valor encontrado indica que as palavras pertencentes as palavras-chave de dissertações e teses distintas estão conectadas entre si, por meio de seis outras palavras (NASCIMENTO et al. 2018; NASCIMENTO; PEREIRA; MORET, 2018). Em relação ao Coeficiente de Aglomeração ( $C_{ws}$ ), em ambas as redes baseadas em resumos, o valor encontrado foi da ordem de 75%, indicando uma alta conectividade entre as palavras presentes nas rede semântica de resumos e palavras-chave. Então, percebemos que há uma preferência nestas redes por determinados vértices. A distribuição de graus realizadas para ambas as redes, indicam seguir uma lei de potência do tipo  $P(k) \sim k^{-\gamma}$ , sugerindo que as redes são *Scale Free* (livres de escala), conforme as pesquisas de Barabási e Albert (1999):

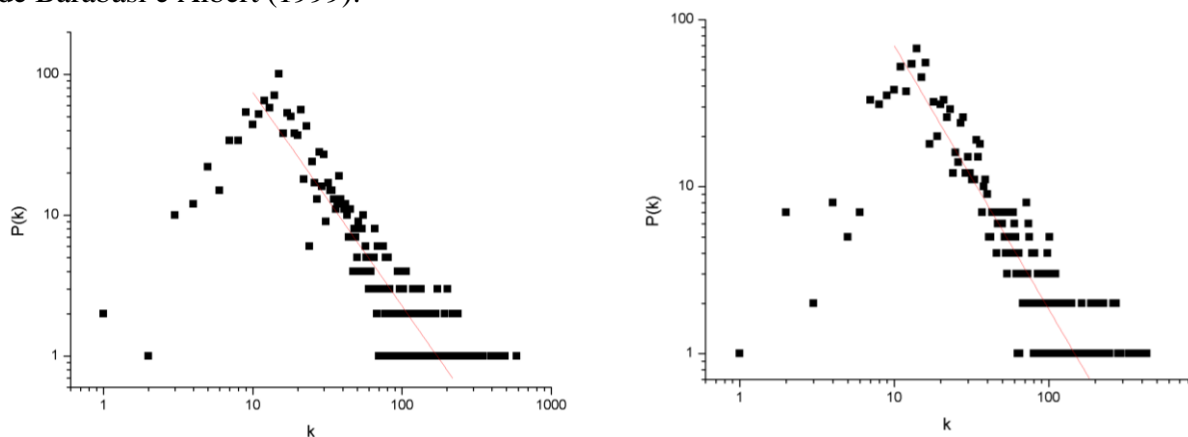


Figura 3 - Distribuição de graus das redes semânticas baseadas em resumos, respectivamente, no período de 1972-1992 (com  $\gamma = 1,5147$  e o ajuste  $R^2 = 0,82346$ ) e 1992-1995 (com  $\gamma = 1,5787$  e o ajuste  $R^2 = 0,869$ ).

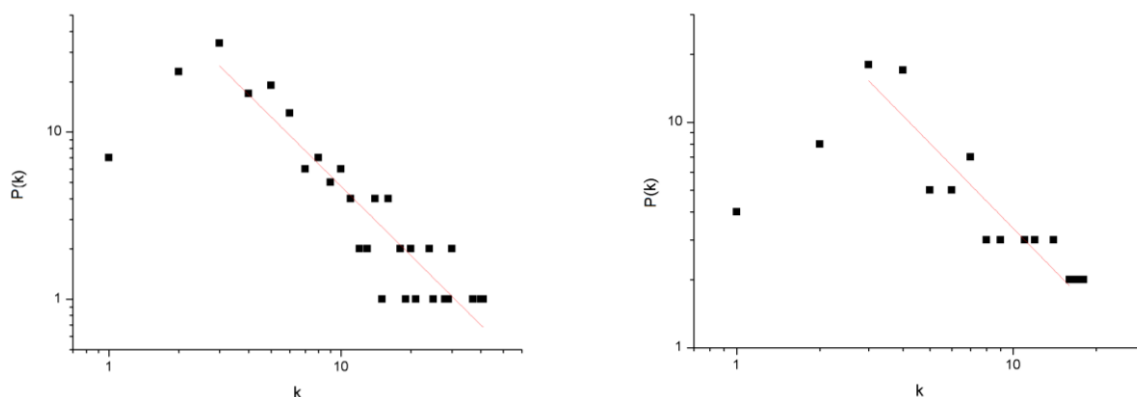


Figura 4 - Distribuição de graus das redes semânticas baseadas em palavras-chave, respectivamente, no período de 1972-1992 (com  $\gamma = 1,58301$  e o ajuste  $R^2 = 0,87372$ ) e 1992-1995 (com  $\gamma = 1,25214$  e o ajuste  $R^2 = 0,8045$ ).

Comparando as componentes gigantes das redes de *abstracts* e *keywords* com as suas redes aleatórias equivalentes, constatamos que ambas apresentam o fenômeno *Small-World*. Para isto, utilizamos o método de Watts e Strogatz (1998). Desta forma, realizamos a mineração de vértices que apresentam altos valores de graus (centralidade de grau):

Tabela 5 – Vértices com melhores medidas de graus (Centralidade de Grau) e verificados para a rede semântica baseadas em resumos para o período de 1972-1992 e 1992-1995.

Centralidade de Grau dos vértices da Rede semântica de Resumos – 1972-1992				Centralidade de Grau dos vértices da Rede semântica de Resumos – 1992-1995							
Vértices (V)		Grau (k)	Vértices (V)		Grau (k)	Vértices (V)		Grau (k)			
1	Física	586	12	Conhecimento	328	1	Aluno	431	12	Através	262
2	Aluno	489	13	Conteúdo	310	2	Física	415	13	Ciência	262
3	Ensino	447	14	Utilizar	295	3	Ensino	407	14	Partir	248
4	Ser	438	15	Não	292	4	Concepção	365	15	Concluir	245
5	Apresentar	419	16	Analisar	286	5	Conhecimento	358	16	Escola	232
6	Professor	406	17	Estudo	283	6	Professor	349	17	Não	231
7	Ciência	399	18	Aspecto	277	7	Ser	328	18	Aprendizagem	226
8	Conceito	398	19	Segundo Grau	276	8	Analisar	292	19	Mudança	226
9	Proposta	350	20	Concepção	272	9	Conceito	281	20	Científico	225
10	Científico	345	21	Ensino de Física	264	10	Apresentar	272	21	Processo	224
11	Concluir	340	22	Atividade	260	11	Relação	272	22	Identificar	221

Tabela 6 – Vértices com melhores medidas de graus (Centralidade de Grau) e verificados para a rede semântica baseadas em Palavras-chave para o período de 1972-1992 e 1992-1995.

Centralidade de Grau dos vértices da Rede semântica de Palavras-chave – 1972-1992				Centralidade de Grau dos vértices da Rede semântica de palavras-chave – 1992-1995							
Vértices (V)		Grau (k)	Vértices (V)		Grau (k)	Vértices (V)		Grau (k)			
1	Piaget	41	12	Livro Didático	20	1	Concepções Espontâneas	18	12	Calor	12
2	Filosofia da	40	13	Laboratório-	20	2	Mecânica	18	13	Educação	11



	Ciência			atividades					Dialogica		
3	Concepções Espontâneas	37	14	Laboratório-análise	19	3	Mudança Conceitual	17	14	Gravitação	11
4	Currículo	30	15	Ciências de Primeiro Grau	18	4	Livro Didático	17	15	Evolução de Conceito	11
5	Ensino de Ciências	30	16	Instituição de Ensino-perfil	18	5	Aprendizagem de Conceitos (1x piaget)	16	16	Mecânica Quântica	9
6	Evolução de Conceitos	29	17	Método Keller	16	6	Filosofia da Ciência	16	17	Paulo Freire	9
7	Projetos de Ensino	28	18	Paulo Freire	16	7	Currículo	14	18	Luz	9
8	História da Ciência	25	19	Aprendizagem (tanto Piaget quanto ausubel)	16	8	História da Ciência	14	19	Museu de Ciências	8
9	Ensino Individualizado	24	20	Estrutura Conceitual	16	9	Ensino de Ciências	14	20	Temperatura	8
10	Mecânica	24	21	Termodinâmica	15	10	Historia da Ciência	12	21	Laboratório Atividades	8
11	Eletricidade	21	22	Desenvolvimento Cognitivo	14	11	Ensino Construtivista	12	22	Projetos de Ensino	7

A Tabela 5 apresenta os vinte e dois vértices elencados com maiores graus na rede, ou seja, as palavras que são mais importantes, devido ao fato de realizarem um elevado número de conexões, com os vértices imediatamente conectados a eles (centralidade de grau) (PEREIRA et al., 2011; NASCIMENTO; PEREIRA; MORET, 2018). Assim As informações retratam, que para a rede de resumos no período de 1972-1992, o vértice mais importante foi “física” (k=586). No período seguinte de análise catalogada, o vértice mais importante foi “aluno” (k=431). As palavras “física”, “aluno” e “ensino” apresentaram os maiores valores de centralidade de grau, constituindo-se assim, as palavras mais conectadas em ambas as redes, em seus respectivos períodos de análises. Desta forma, há um indicativo nas redes semânticas que, por estes três vértices mais conectados nos resumos – Física, Aluno e Ensino - as dissertações e teses objetivaram como foco principal as metodologias para o ensino de física dos discentes. Seguindo este raciocínio, na Tabela 6, as palavras-chave relacionadas que correspondem a metodologias em Ensino de Física são “ensino individualizado” (k=24) e “método Keller” (k = 16). Sejam metodologias de ensino ou outras categorias investigadas no período analisado, há uma tendência de que, o nível de ensino mais focalizado nos trabalhos, correspondeu a educação básica. Especificando mais ainda, além das redes também sugerirem o foco das pesquisa na educação básica, ratifica na própria educação básica, que as dissertações e teses se concentraram em maior quantidade ao ensino fundamental (ou primeiro grau - nomenclatura utilizada nos períodos investigados). Complementando este resultado, na rede semântica de palavras-chave, indicam que as pesquisas foram direcionadas para o Ensino Fundamental. Desta forma, há indícios nas redes que as pesquisas em metodologias de ensino, cujo foco maior foi a educação básica, tenham ocorrido por atividade ligadas a laboratórios para o Ensino de Física. As redes semânticas das Figura 2 e Figura 3 apresentam também como um forte destaque a temática de concepções espontâneas. Em ambos os períodos analisados, percebemos pelas redes estudadas que a temática de concepções espontâneas esteve associada, por vezes, à psicologia cognitiva da teoria de Jean Piaget. Por esta abrangência, assim como metodologia de ensino de física é o destaque número um das análises realizadas, percebemos então que, concepções espontâneas, pelas redes de palavras-

chave e resumos corresponde ao segundo maior destaque temático do Ensino de Física no período total analisado, 1972-1995.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises das redes semânticas complexas baseadas em resumos e palavras-chave no período de 1972-1995 sugerem que o foco principal das dissertações e teses correspondeu a metodologias para o Ensino de Física; os trabalhos objetivaram a educação básica, com o foco no ensino fundamental. Nas redes construídas e apresentadas surgem como destaque também, pesquisas relacionadas ao ensino de física (ciências) no ensino fundamental em atividades laboratoriais. A temática de concepções espontâneas também estão presentes nas redes, correlacionadas a teorias de aprendizagem, como a de Piaget e Ausubel. Em termos de teorias de redes, foram verificados o fenômeno *Small-Word* e, a sugestão das redes serem *Scale Free*.

#### Agradecimentos

Jefferson Nascimento agradece à FAPESB pelo suporte financeiro parcial devido à bolsa de doutorado (BOL170/2015) e Marcelo A. Moret agradece ao CNPq pelo suporte financeiro parcial oriundo de sua bolsa de Produtividade em Pesquisa (No. 304454/2014-1).

#### REFERÊNCIAS

- BARABÁSI, A. L. E ALBERT, R.. *Emergence of scaling in random networks*. **Science**, n. 286, pp. 509-512, 1999.
- CALDEIRA, S. M. G. **Caracterização da Rede de Signos Linguísticos: Um modelo baseado no aparelho psíquico de Freud**. 130f. Dissertação (Mestrado Interdisciplinar em Modelagem Computacional) - Centro de Pós graduação e Pesquisa da Fundação Visconde de Cairu. Fundação Visconde de Cairu, Salvador, nov. 2005.
- CUNHA, M.V. **Redes semânticas baseadas em títulos de artigos científicos**. 127f. Dissertação (Mestrado em modelagem computacional e tecnologia industrial) – CIMATEC, Salvador, 27 nov. 2013.
- COSTA, C. C. S.; NASCIMENTO, J. O. do; MORET, M. A.; PEREIRA, H. B. B. **Um modelo computacional para construção de redes de colaboração científica em Física**, p. 218-221 . In: . São Paulo: Blucher, 2017. ISSN 2358-2359, DOI 10.5151/phypro-viii-efa-46.
- FADIGAS, I. S.; CASAS, T. H. P.; SENNA, V.; MORET, M. A.; PEREIRA, H. B. B. Análise de redes semânticas baseada em títulos de artigos de periódicos científicos: o caso dos periódicos de divulgação em educação matemática. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 11, n. 1, 2009.
- FADIGAS, I. S.; PEREIRA, H. B. B. A network approach based on cliques. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, v. 392, n. 10, p. 2576-2587, 2013.
- GROSS, J. L.; YELLEN, J. **Graph theory and its applications**. CRC press, Boca Raton FL USA 2005.
- NASCIMENTO, J. O. do; PEREIRA, H. B. B; MORET, M. A. **Grafos e Teoria de Redes: uma análise do Ensino de Física Brasileiro no período 1972-2006 por meio de cliques de palavras-chave**. REVISTA CEREU, v. 10, p. 315-339, 2018. Disponível em: <<http://ojs.unirg.edu.br/index.php/1/article/view/2278/675>>. Acesso em: 07 ago. 2018.
- NASCIMENTO, J. O. do.; PEREIRA, H. B. B.; MORET, M. A.; **Redes semânticas baseadas em palavras-chave do Ensino de Física Brasileiro: uma comparação nos métodos de pré-processamento dos dados**, p. 122-127. In: . São Paulo: Blucher, 2017. ISSN 2358-2359, DOI 10.5151/phypro-viii-efa-28
- NASCIMENTO, J. O. do; MONTEIRO, R. L. S.; MOREIRA, D. M.; MORET, M. A.; PEREIRA, H. B. B. Semantic networks of keywords from Brazilian dissertations on physics teaching. **Discontinuity, Nonlinearity and Complexity**, v. 7, p. 173-183, 2018.
- PEREIRA, H. B. B., FADIGAS, I. S., SENNA, V., MORET, M. A. **Semantic networks based on titles of scientific papers**. *Physica A* 390, p. 1192-1197, 2011.
- PEREIRA, H. B. B. et al. Density: A measure of the diversity of concepts addressed in semantic networks. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, v. 441, p. 81-84, 2016.
- ROSA, M. G.; FADIGAS, I. S.; MIRANDA, J. G. V.; CUNHA, M. V.; MONTEIRO, R.L.S.; PEREIRA, H. B. B. Robustness in semantic networks based on cliques. **Physica. A (Print)**, v. 472, p. 94-102, 2017.
- WATTS, Duncan J.; STROGATZ, Steven H. Collective dynamics of ‘small-world’ networks. **Nature**, v. 393, n. 6684, p. 440-442, 1998.